ننګرهار انجنيري پوهنځی

د مهندسانو د پاره ساختماني ستاتيک زده کړه

ديپلوم انجنير اسدالله ملکزی

پلورل منع دی
۱۳۹۸

د مهندسانو د پاره ساختماني ستاتيک زده کړه
Structural Statics for Architecs
ديپلوم انجنير اسدالله ملکزی

Nangarhar Engineering Faculty

Afghanic

Dipl Eng Assadullah Malakzay

Structural Statics for Architects

Funded by
Kinderhilfe-Afghanistan

ISBN 978-9936-633-36-0

Not for Sale

2020

د مهندسانو د پاره ساختماني ستاتیک زده کړه

دیپلوم انجنیر اسدالله ملکزی

افغانیک
Afghanic

Pashto PDF
2020

Nangarhar Engineering Faculty
ننګرهار انجنیري پوهنځی

Funded by
Kinderhilfe-Afghanistan

Structural Statics for Architects

Dipl Eng Assadullah Malakzay

Download:
www.ecampus-afghanistan.org

اقرأ باسم ربك الذي خلق

د مهندسانو د پاره ساختماني ستاتیک زده کړه

ديپلوم انجنير اسدالله ملکزی

لومړی چاپ

دغه کتاب په پي ډي ايف فارمټ کې په مله سي ډي کې هم لوستلی شئ:

د کتاب نوم	د مهندسانو د پاره ساختماني ستاتیک زده کړه
لیکوال	دیپلوم انجنیر اسدالله ملکزی
خپرندوی	ننگرهار پوهنتون، انجنیری پوهنځی
وېب پاڼه	www.nu.edu.af
د چاپ کال	۱۳۹۹، لومړی چاپ
چاپ شمېر	۱۰۰۰
مسلسل نمبر	۲۹۹
ډاونلوډ	www.ecampus-afghanistan.org
چاپ ځای	افغانستان تایمز مطبعه، کابل، افغانستان

دا کتاب د افغان ماشومانو لپاره د جرمني کمېټې، په جرمني کې د Eroes کورنۍ یوې خیریه ټولنې لخوا تمویل شوی دی.
اداري او تخنیکي چارې یې په آلمان کې د افغانیک لخوا ترسره شوي دي.
د کتاب د محتوا او لیکنې مسئولیت د کتاب په لیکوال او اړونده پوهنځي پورې اړه لري. مرسته کوونکي او تطبیق کوونکي ټولنې په دې اړه مسؤلیت نه لري.

د تدریسي کتابونو د چاپولو لپاره له موږ سره اړیکه ونیسئ:
ډاکتر یحیی وردک، د لوړو زده کړو وزارت، کارته ۴، کابل
تېلیفون ۰۷۵٦۰۱٤٦٤۰، ۰۷۰٦۳۲۰۸۴۴
ایمېل textbooks@afghanic.de

د چاپ ټول حقوق له مؤلف سره خوندي دي.

ای اس بي ان ۹۷۸-۹۹۳٦-٦۳۳-۳٦-۰

د لوړو زده کړو وزارت پیغام

د بشر د تاریخ په مختلفو دورو کې کتاب د علم او پوهې په لاسته راوړلو، ساتلو او خپرولو کې ډېر مهم رول لوبولی دی. درسي کتاب د نصاب اساسي برخه جوړوي چې د زده کړې د کیفیت په لوړولو کې مهم ارزښت لري. له همدې امله د نړیوالو پېژندل شویو معیارونو، د وخت د غوښتنو او د ټولنې د اړتیاوو په نظر کې نیولو سره باید نوي درسي مواد او کتابونه د محصلینو لپاره برابر او چاپ شي.

له ښاغلو استادانو او لیکوالانو څخه د زړه له کومي مننه کوم چې دوامداره زیار یې ایستلی او د کلونو په اوږدو کې یې په خپلو اړوندو څانګو کې درسي کتابونه تألیف او ژباړلي دي، خپل ملي پور یې اداء کړی دی او د پوهې موتور یې په حرکت راوستی دی. له نورو ښاغلو استادانو او پوهانو څخه هم په درنښت غوښتنه کوم تر څو په خپلو اړوندو برخو کې نوي درسي کتابونه او درسي مواد برابر او چاپ کړي، چې له چاپ وروسته د ګرانو محصلینو په واک کې ورکړل شي او د زده کړو د کیفیت په لوړولو او د علمي پروسې په پرمختګ کې یې نېک ګام اخیستی وي.

د لوړو زده کړو وزارت دا خپله دنده بولي چې د ګرانو محصلینو د علمي سطحې د لوړولو لپاره د علومو په مختلفو رشتو کې معیاري او نوي درسي مواد برابر او چاپ کړي.

په پای کې د افغان ماشومانو لپاره د جرمني کمېټې او زموږ همکار ډاکتر یحیی وردک څخه مننه کوم چې د دې کتاب د خپرولو لپاره یې زمینه برابره کړېده.

هیله منده یم چې نوموړې ګټوره پروسه دوام وکړي او پراختیا ومومي تر څو په نېږدې راتلونکې کې د هر درسي مضمون لپاره لږ تر لږه یو معیاري درسي کتاب ولرو.

په درنښت

پوهنمل دیپلوم انجنیر عبدالتواب بالاکرزی

د لوړو زده کړو سرپرست وزیر

کابل، ۱۳۹۸

د درسي کتابونو چاپول

قدرمنو استادانو او ګرانو محصلینو!

د افغانستان په پوهنتونونو کې د درسي کتابونو کموالی او نشتوالی له لویو ستونزو څخه ګڼل کېږي. یو زیات شمیر استادان او محصلین نویو معلوماتو ته لاس رسی نه لري، په زاړه میتود تدریس کوي او له هغو کتابونو او چپترونو څخه ګټه اخلي چې زاړه دي او په بازار کې په ټیټ کیفیت فوتوکاپي کېږي.

تر اوسه پورې موږ د ننګرهار، خوست، کندهار، هرات، بلخ، البیروني، کابل، کابل طبي پوهنتون او کابل پولي تخنیک پوهنتون لپاره ۳۱۱ عنوانه مختلف درسي کتابونه د طب، ساینس، انجنیري، اقتصاد، ژورنالیزم او زراعت پوهنځیو (۹۶ طبي د آلمان د علمي همکاریو ټولنې DAAD، ۱۹۰ طبي او غیر طبي د افغان ماشومانو لپاره د جرمني کمېټې Kinderhilfe-Afghanistan، ۷ کتابونه د آلماني او افغاني پوهنتونونو ټولنې DAUG، ۲ کتابونه په مزار شریف کې د آلمان فدرال جمهوري جنرال کنسولګري، ۳ کتابونه د Afghanistan-Schulen، ۱ کتاب د صافي بنسټ ، ۲ کتابونه د سلواک ایډ، ۸ کتابونه د کانراد ادناور بنسټ KAS، ۱ کتاب په آلمان کې د اناسیس کمپنۍ لخوا) په مالي مرسته چاپ کړي دي.

د یادونې وړ ده، چې نوموړي چاپ شوي کتابونه د هېواد ټولو اړونده پوهنتونونو او یو زیات شمېر ادارو او مؤسساتو ته په وړیا توګه وېشل شوي دي. ټول چاپ شوي کتابونه له www.afghanistan-ecampus.org ویب پاڼې څخه ډاونلوډ کولای شئ.

دا کړنې په داسې حال کې تر سره کېږي چې د افغانستان د لوړو زده کړو وزارت د (۲۰۱۰ - ۲۰۱۴) کلونو په ملي ستراتیژیک پلان کې راغلي دي چې:

"د لوړو زده کړو او د ښوونې د ښه کیفیت او زده کوونکو ته د نویو، کره او علمي معلوماتو د برابرولو لپاره اړینه ده چې په دري او پښتو ژبو د درسي کتابونو د لیکلو فرصت برابر شي د تعلیمي نصاب د ریفورم لپاره له انګریزي ژبې څخه دري او پښتو ژبو ته د کتابونو او درسي موادو ژباړل اړین دي، له دې امکاناتو څخه پرته د پوهنتونونو محصلین او استادان نشي کولای عصري، نویو، تازه او کره معلوماتو ته لاس رسی پیدا کړي."

مونږ غواړو چې د درسي کتابونو په برابرولو سره د هیواد له پوهنتونونو سره مرسته وکړو او د چپټر او لکچر نوټ دوران ته د پای ټکی کېږدو. د دې لپاره دا اړینه ده چې د لوړو زده کړو د موسساتو لپاره هر کال څه نا څه ۱۰۰ عنوانه درسي کتابونه چاپ شي.

له ټولو محترمو استادانو څخه هیله کوو، چې په خپلو مسلکي برخو کې نوي کتابونه ولیکي، وژباړي او یا هم خپل پخواني لیکل شوي کتابونه، لکچر نوټونه او چپټرونه ایډېټ او د چاپ لپاره تیار کړي، زمونږ په واک کې یې راکړي چې په ښه کیفیت چاپ او وروسته یې د اړوند پوهنځیو، استادانو او محصلینو په واک کې ورکړو. همدارنګه د یاد شویو ټکو په اړوند خپل وړاندیزونه او نظریات له مونږ سره شریک کړي، تر څو په ګډه پدې برخه کې اغیزمن ګامونه پورته کړو.

د مؤلفینو او خپرووونکو له خوا پوره زیار ایستل شوی دی، ترڅو د کتابونو محتویات د نړیوالو علمي معیارونو په اساس برابر شي، خو بیا هم کیدای شي د کتاب په محتوی کې ځینې تیروتنې او ستونزې ولیدل شي، نو له درنو لوستونکو څخه هیله مند یو تر څو خپل نظریات او نیوکې مؤلف او یا مونږ ته په لیکلي بڼه راولیږي، تر څو په راتلونکي چاپ کې اصلاح شي.

له افغان ماشومانو لپاره د جرمني کمیټې او د هغې له مشر ډاکتر ایروس څخه ډېره مننه کوو چې د دغه کتاب د چاپ لګښت یې ورکړی دی، دوی تر دې مهاله د ننګرهار پوهنتون د ۱۹۰ عنوانه طبي او غیرطبي کتابونو د چاپ لګښت پر غاړه اخیستی دی.

د جي آی زیت (GIZ) له دفتر او CIM (Center for International Migration & Development) څخه، چې زما لپاره یې له ۲۰۱۰ نه تر ۲۰۱٦ پورې په افغانستان کې د کار امکانات برابر کړي وو، هم د زړه له کومې مننه کوم.

د لوړو زده کړو له سرپرست وزیر پوهنمل دیپلوم انجنیر عبدالتواب بالاکرزی، مالي او اداري معین ډاکتر احمد سیر مهجور، مالي رئیس احمد طارق صدیقي، په لوړو زده کړو وزارت کې سلاکار ډاکتر ګل رحیم صافي، د پوهنتونونو رئیسانو، د پوهنځیو رییسانو او استادانو څخه مننه کوم چې د کتابونو د چاپ لړۍ یې هڅولې او مرسته یې ورسره کړې ده. د دغه کتاب له مؤلف څخه ډېر منندوی یم او ستاینه یې کوم، چې خپل د کلونو-کلونو زیار یې په وړیا توګه ګرانو محصلینو ته وړاندې کړ.

همدارنګه د دفتر له همکارانو هر یو حکمت الله عزیز او فهیم حبیبي څخه هم مننه کوم چې د کتابونو د چاپ په برخه کې یې نه ستړې کیدونکې هلې ځلې کړې دي.

ډاکتر یحیی وردک، د لوړو زده کړو وزارت سلاکار

کابل، فبروري، ۲۰۲۰

د دفتر ټیلیفون: ۰۷۵٦۰۱۴٦۴۰، ۰۷۰٦۳۲۰۸۴۴

ایمیل: textbooks@afghanic.de

سریزه

څه رنګه چې یوه ودانۍ د طبعي افتونو څخه انسانان ژغوري، نو دې سره ودانۍ هم باید داسې ستر شي چې خپله د ودانۍ له خوا نه انسانانو ته د خطر ګواښ ونه شي. نو ځکه انسانانو ته د وخت په تېرېدو سره د یوې ودانې د سکون او د طبعي افتونو په مقابل کې د ټینګ درېدو فکر پېدا شو.
ساختماني ستاتیک یا د یوې ودانۍ سکون یوه زده کړه ده چې په یوې ودانۍ کې د باروړونکو ساختماني برخو امنیت او باورتیا (اعتمادیت) جوړوي. په ساختماني ستاتیک کې قوې او د دې په مقابل کې اغیزې په ودانۍ کې او هم د ودانۍ په برخو کې محاسبه کیږي. مطلب هغه وزنونه او فشار کوم چې د بیرون له خوانه په ودانۍ راځي او یا د خپلې ودانۍ وزنونه او قوې چې منځ ته راځي او ودانۍ یا ساختماني برخې متقابل اغیزه کوي، دا په ساختماني ستاتیک کې محاسبه کیږي.
ډېرې ودانۍ جوړیږي چې بیا د ډېر کم بهرني فشار یا خپله په ودانۍ کې د ډېر معمولي وزن تر اغیزې لاندې راځي او بیا د ړنګېدو باعث ګرځي. دا ډول حالت زیاتره په وروسته پاتې هیوادونو کې منځ ته راځي، ځکه چې اول خو یوه ودانۍ په خپل معیار سره نه جوړیږي، که بیا هم کوم انجینېر دا په خپل معیار سره ډیزاین کړي او د ساختماني ستاتیک له مخې ګرنټي شي، نو بیا هغه قراردادي شرکتونه چې دغه ودانۍ جوړوي، د دا ډول موادو څخه کار اخلي چې هم جنسیت له نظره او هم د کمیت له نظر ډېر نیمګړه وي. مطلب دا چې په کوم قیمت سره ودانۍ جوړیږي، د هغې د نیمایي څخه زیات د قراردادتیانو او د ودانۍ د کنترولرانو په جبونو کې ولیږي.
دغه د انجینېرانو د پاره د باروړونکي ساختماني ستاتیک زده کړې په نوم کتاب، کوم چې ما د الماني (Tragwerkslehre Baustatik für Architekten,Teil I, Teil II) اولې او دوهمې برخو څخه ژباړلی، خپلو هیوادوالو ته ډالۍ کوم. داچې ددې کتاب څخه ښاغلي او اغلې لوستونکي څومره ګټه پورته کولای شي، دا د لوستونکو پورې تړاو لري، خو زما یواځنۍ هیله داده چې که کومه نیمګړتیا مو په نظر کې راغله او ماسره مو شریکه کړه، ډېر به خوښ شم.

زه د افغانیک د ټولنې، په خاصه توګه د ډاکتر صاحب یحیی وردک او د هغې د همکارانو څخه ډېره مننه کوم، چې تل زمونږ د خوار ملت په چوپړ کې دي، او د خپل هیواد راتلونکي نسل د زده کړې سطح لوړولو د پاره په خپلو هلو ځلو کې کوم کمښت نه دی راوړی.

دیپلوم انجینېر اسدالله ملکزی
المان 13.11.2016

محتوي

سرلیک (عنوان)	مخ (صفحه)
سریزه	
لومړی فصل	
د یو کلک یا شخ جسم ستاتیکي اساسات	۱
دوهم فصل	
په یوې ودانۍ کې ډېر مهم بارونه (وزنونه)	۱۱
دریم فصل	
په اوږدوالي (طولاني) بار (وزن)	۲۷
څلورم فصل	
د بار (وزن) خپرنه، د ځمکې کېمنډنه او ساده بنسټ (تهداب)	۳۵
پنځم فصل	
د برابروالي (موازنې) شرطونه	۵۸
شپږم فصل	
قوه او جوړه یې قوه په یوې سطح کې	۶۵
اوم فصل	
د یو بار (وزن) نیونکو قوو ساده ستاتکي سیستمونه	۷۴
اتم فصل	
په ودانۍ کې د باروړونکو برخو د پاره د یو تنظیم کوښښ (اقدام)	۸۶
نهم فصل	
د بار (وزن) نیونکو ځایونو ډولونه (د پایو یا دېوالونو هغه برخې چې په هغې باندې تیر په شان وزن راځي)	۱۰۵
لسم فصل	
په ساده تیرونو کې عرضاني قوې او کږېدونکي مومنتونه	۱۱۲

سر لیک (عنوان)	مخ (صفحه)

یولسم فصل

د پوټنسیال توپیر او انبساط ۱۳۴

دولسم فصل

د اولیه موادو په کړېدنې کې د پوټنسیال توپیر ۱۴۳

دیارلسم فصل

د عطالت او مقاومت مومنتونه ۱۵۵

څوارلسم فصل

کړېدنه او تاوېدونکي لیکې ۱۶۳

پنځلسم فصل

حرارتي راښکنه یا انبساط ۱۸۷

شپاړلسم فصل

ښوئیدنې او چپه کېدنې ۱۹۵

اوولسم فصل

د ځمکې فشار ۲۰۴

اتلسم فصل

کړېدنې (قاتېدنې) ۲۱۰

نولسم فصل

د طبیعي یا مصنوعي ډبرو څخه لوی دېوالونه ۲۱۹

شلم فصل

ځوړند او پورته جګ شوي ساختمانونه ۲۲۹

یویشتم فصل

د لرګو یو د بل سره بندونې (چوپبندي) له لارې جوړونې (ساختمانونه) ۲۳۳

دوویشتم فصل

د بام چوکۍ (د بام هغه چوکاټ چې میلاني او افقي تیرونه ټینګوي) ۲۴۰

سرلیک (عنوان)	مخ (صفحه)

درویشتم فصل

په ودانیو (ساختمانونو) کې ورکړل شوي درزونه ۲۵۵

څلورویشتم فصل

تینګونې ۲۶۴

پنځویشتم فصل

د ګګړې یا سکلیت جوړونه ۲۷۳

د مهندسانو د پاره د باروړونکو برخو ساختماني ستاتیک زده کړه

اول فصل
د ېو کلک یا شخ جسم ستاتیکي اساسات
Grundsätze der Starrkörperstatik
(Principles of rigid body statics)

د فزيك له نظره ستاتيك د ديناميك ېوه برخه جوړوي، چې دا په ېوكلك جسم ، ما يعاتو ، او په ګازاتو (غازونو) کې ېو حرکت او د هغه د علتونو زده کړه ده. نو دا ېوه قوه ده چې د حرکت علت ګرځي. په میخانیک کې د قوې د برابروالي (مساوات) خاص حالتونه د ستاتیک په حېث ښودل کیږي. دا چې په ودانیو (ساختمان) کې په زياته اندازه د کلک جسمونو سره سر او کار لرو، نو دلته باید مونږه خپل ټول پام د کلک جسم ستاتیک ته محدود کړو.
دا په فزیکي ستاتیک کې د هر څه نه مخکې د ډېرو ټکوڅخه منبع نیسي او دا ډول قوې د برابر (مساوي) وزن دټکو په نظر کې نیونې سره مطالعه کیږي. د سطحي یا حتأ د جسمي جوړښت څخه کار اخستنه فقط په هغه وخت کې امکان لري، دا سې چې سړی دا ډول فرض کړي، چې دغه په نظر کې نیول شوی جوړښت د يوې قوې د اغیزې لاندې خپل شکل نه بدلوي، او کلک پاتې کیږي. خو دا ډول جسمونه یا مواد وجود نه لري. اکثراً کم یا ډېر خپل شکل ته تغیر ورکوي. د يو شکل ارتجاعي تغیر دې ته وايي، که چېرته وارده شوې قوه بېرته د لاسه ورکړل شي، نو نوموړی جسم بېرته خپل پخوانی شکل نیسي، لکه ربړ څومره چې دا راکاږو هومره راښکل کیږي چې تر هغه دا شکېدلی نه وي، کله چې دې څخه د راښکلو قوه لرې شوه نو دا بیا بېرته خپل حالت نیسي. ددې خلاف پلاستکي شکل بدلونه هغه ده، چې دلته که هم وارده شوې قوه د لاسه ورکړل شي، نو بیا دا جسم یا خو مکمل او یا یوه اندازه په همدې حالت پاتې کیږي. ګلګل (Kitt)، اغږل کېدونکي مواد (Knete) او دا سې نور مکمل پلاستکي مواد دي. د قوې د اغیزې په وجه جسم خپل شکل بدلوي او د قوې د منځه تلو سره هم دا بدل شوی شکل همدا سې پاتې کیږي.
د طبعیت د مهمو اصولو څخه یو دادی، چې یو جسم په هغه وخت په خپل حالت ارامه پاتې وي او یا په يوې معينې ليکې په حرکت پاتې وي، چې کومه قوه پر دې باندې اغیزه ونه کړي او دا مجبور نه کړي چې ددې د حرکت حالت ته تغیر ورکړي. دا د ټینګ (کلک) پرنسیپ په حېث یا د باروړونکي پرنسیپ په حېث ښودل شوی قانون په 1670 کال کې د نیوټن (1642 – 1727) له خوا نه جوړ شو. دغه پرنسیپ کوم ثبوت نه لري، خو ددې په واسطه لاس ته راغلو نتیجو يو د بل سره په صحیح ډول مطابقت کولو له لارې دې ته يې حقيقت وربښلی. دا ډول

پرنسیپونه یا نظریې د قضیو (Axiome) په نوم یادیږي. که چېرته ثبوت هم ونه لري، دې سره سره بیا هم د نظریو منشأ کېدی شي.
د نیوټن دغه اولنۍ قضیه د هر خوځېدنکي حالت (تغیر خوړونکی حالت) د پاره او هم د ارامه حالت د پاره اعتبار لري، کوم چې دا د حرکت یو سرحدي حالت دی.دلته دا تر ډېر حده منل شوی، چې په عمومي حالت کې یو ډول (رقم) حرکت نور هم قبلول کیږي. دا چې عملاً په ساختماني ستاتیک کې په نظر کې نیول شوی جسم (باروړونکی، ودانۍ او داسې نور) نه خوځیږي، او په اخره کې هم باید ونه خوځیږي، نو په راتلونکي کې دا فقط د ارامې سرحدي حالت په حېث په نظر کې نیول کیږي.
که یو جسم تل په ارام حالت کې ټینګ ولاړ یا پروت اوسي، نو په دې باندې د نیوټن د اولې قضیې له مخې د قوې هیڅ کومه اغیزه نه وي کړی، نو په دې حالت کې دا جسم په ارام حالت کې واقع وي. مګر بیا هم قوې شته چې واقع کیږي، نو په دې صورت کې باید په دې جسم ټولې واربېدونکي قوو اغیزې د صفر سره برابر شي. قوې باید خپلې اغیزې متقابل له منځه ویسي. بیا دا قوې برابر وزن لرونکي دي. دې څخه دا مطلب اخستل کیږي: « په یو جسم باندې وادېدونکي قوې په هغه وخت کې برابر وزن جوړوي، کله چې د دغې په نظر کې نیول شوي جسم د حرکت په حالتونو کې هیڅ کوم تغیر رانه شي».
د نیوټن د نظریې دوهمه قضیه عبارت دی له: « د خوځېدنې (حرکت) په زیاتېدو کې تغیر متناسب دی د اغیزه لرونکي قوې سره، او په مستقیم امتداد سره د دغې قوې اغیزه جوړوي.»
په اوس وخت کې د دغې جملې تشریح داسې کېدی شي چې: « د یو جسم خوځېدونکې (محرکه) قوه متناسبه ده د هغې د کتلې او ورته ورکړل شوي سرعت سره.» ریاضي له مخې دا په لاندې فرمول سره ښودل کیږي:

$$K = m \cdot b$$

په دې فرمول کې:

K – قوه

m – کتله

b – سرعت

یعنی: قوه مساوي ده، کتله ضرب د سرعت سره.
دغه جمله یا فرمول هم کوم ثبوت نه لري، خو بیا هم د دایمي تجربو له مخې دا قبول شوی دی. مونږ د ورځنیو تجربو څخه پوهیږو، چې قوه باید دومره لوی اوسي، څومره چې د

خوځېدونکي جسم کتله لویه وي. همدا رنګه د قوې څخه کار اخستنه هومره زیات وي، څومره چې سرعت زیاتیږي، مطلب دا چې څومره تېز په حرکت کې تغیر منځ ته راشي. د دغې قضیې څخه دا هم ویل کیږي، چې په نظر کې نیول شوي یوې کتلې د پام وړ ټکې باید په ښکاره ډول د قوې د اغیزې څخه خلاص اوسي، که چېرته د مثال په ډول خپل ارام حالت ته تغیر ورنه کړي. بیا نو د سرعت ډېرېدنه (تعجیل) د یو تغیر خوړونکي سرعت په حېث صفر ښودل کیږی، چېرته چې ددې په واسطه قوه K هم صفر کیږي. د نیوټن د اولې قضیې په جریان کې دا معلوم شوی، چې قوې، کوم چې د حرکت د حالتونو د تغیر باعث ګرځي، نو دا د نیوټن د دوهمې قضیې له مخې د قوو او د تغیر خوړونکي حرکتونو تر منځ، او همدا رنګه د قوو او د سرعت د ډېرېدنې (تعجیل) تر منځ اړیکه (ارتباط) نیسي.

که یو جسم د بیروني قوې تر اغیزې لاندې بیا هم په ارام حالت کې وي، نو دا د نیوټن د اولې قضیې له مخې داسې دې، چې دغې قوې ته یوه دوهم چې مساوي لویوالی لري، خو ددې متقابل جهت ته متقابله اغیزه ولري. دې څخه د نیوټن دریمه قضیه جوړیږي، دا داسې: « اغیزه او متقابله اغیزه یو د بل سره برابر (مساوي) دي.» دغې قضې ته سړی د عکس العمل پرنسیپ هم ویلی شي او په لاندې ډول ښودل کیږي:

عکس العمل = عمل

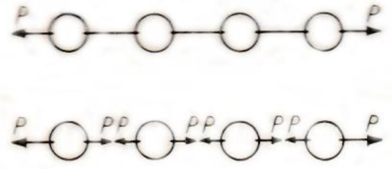
actio = reaction

دې څخه دا نتیجه اخستل کیږي، چې په طبعت کې قوې تل جوړه یې منځ ته راځي. په دې شرط چې په نظر کې نیول شوی جسم مساوي وزن لرونکی وي.

دغه پرنسیپ هم د قضیې په حېث هم کوم ثبوت نه لري، خو دا تل مونږ منلی (تصدیق) کړی دی. د مثال په ډول د ځمکې په سر ټول جسمونه د جاذبې قوې (قوه جاذبه) ته طابع دي. که چېرته دا زښت ډېر په ارام حالت کې وي، نو دغه د جاذبې قوه باید په ښکاره ډول یوه بله قوه د همدې سره برابره اغیزه لرونکې، دې سره برابر لوی، خو ددې په مقابل کې ورکړل شوې متقابله اغیزه ولري. د مثال په ډول یو وزن لرونکې ډبره چې د ځمکې په سر پرته ده، د وزن لرونکي ډبرې او د ځمکې تر منځ درز ځېښل کیږي (فشار راځي). که چېرته مونږه وغواړو چې دغه ډبره، کوم چې پر ځمکې ایښودل شوې ده، پورته یې کړو، نو دلته دغې وزن ته د عکس العملې قوې متقابلې اغیزې احساس کوو. مونږ د دغې وزن لرونکي ډبرې د وزن احساس زیات کوو نظر قوې ته، کوم چې زمونږ په لاس کې راښکل کیږي.

همدا رنګه یو عمل، که سړی د یولاس سره په مېز باندې تکیا کړی وي. که د مېز هغه ځای، کوم چې ورباندې تکیا شوې ده، په حرکت کې نه وي راغلې، بلکه د حرکت په حالت کې تر ځای پر ځای ارامه ټینګ اوسي، نو دلته په مېز کې یو د عکس العمل قوه منځ ته راځي، کوم

چې په هغې باندې د عمل قوه، چې زمونږ د وجود تکیا ده، یوه برابره (مساوي) وزن جوړوي. علاوه ددې نه سرې د مېز خپل وزن لیدلی شي، چې نور همدا ډول مساوي قوه په درې یا څلورو پښو باندې تقسیمېږي او ځمکې ته یې انتقالوي، په کوم ځای باندې چې دا مېز ولاړ دی، که نه نو د مېز په دغه نقطو کې برابر وزن هم وجود نه لرلی.
دغه قضیه په نظر کې نیول شوي مجموعي ټکي (نقطې) د جسم پر نهایي لویوالي او سیسبم یو پول هم ممکنوي، کوم چې د مختلفو ځان ځان ته جسمونو څخه ګډ جوړ شوي دي. د فزیک په چوکاټ کې استفاده کېدونکې ستاتیک څخه په عملي ستاتیک بدلېدنې د پاره دا یو اساسي ارزښت لري. دلته مونږ په جسم کې ګډ جوړ شوي په نظر کې نیول شوي زښت ډېر کتله یي نقطې د بیروني قوې د اغیزې لاندې په پام کې نیسو. د مثال په ډول د ځنځیر په شکل انځور، کوم چې لاندې ښودل شوی دی، په ښکاره ډول سړی کوی شي چې هر یو ښودل شوې دایره، او هم په دې هر یو دایرې په سر تړلې عضوه، کوم چې په ځان ځان ته کتله یي نقطو کې په فکر کې نیولو سره استعمالیږي.



په یوې مستقیمې لیکې د کتله یي نقطو تر منځ برابر (مساوي) وزن

په اوله کې کولای شو مونږ دا ومنو، چې واړه ګرداړي او ددې په منځ کې ورکړل شوي غړي (بندونه) همدا ډول کتله یي نقطې دي، او دلته په ښکاره ډول لږ څه غټ ښودل شویدي. خو سړی هم کوی شي چې د ځنځیر په شکل وروستی غټوالی ووینې او نور وړاندې تلونکي او واړه کېدونکي برخې په نظر کې ونیسي. زیاتره وخت داسې وي، چې تل په وړوکي او تل په کافي تعداد سره برخې کېدونکي لکه د پورته په شان په پام کې نیولو سره په کتار (قطار) کې ورکړل شي.
قوې د لارو (فاصلو) په واسطه ښودل کیږي. ددې فاصلې اولنی ټکی (نقطه) د قوې د حمله کوونکي ټکي په نوم یادیږي، او غشي یې د فاصلې اخر بلې خوا ته، د فاصلې خوا (جهت) ښایي، کوم چې بیا اغیزه کوي او د فاصلې اوږودوالی د قوت اوږودوالی جوړوي، کوم چې د یوې معینې اندازې سره د قوت د واحد په حېث اندازه کیږي.
دلته سړی د قوې واحد د 1 kp سره ټاکي، کوم چې:

« 1 » د اندازې تعداد او

« kp » د جسم درې اړخه (چې عربي کې ورته بعد وايي) ښودل کيږي.

د رسامۍ د پاره سرې د قوت میچونی (مقیاس) ټاکي. دا داسې ټاکل کیږي چې څومره د قوت واحد د اوږودوالي د واحد په واسطه ښودل کیږي. دا په دې ډول چې یو سانتي متر د α kp سره مطابقت کوي. دا په دا ډول لیکل کیږي: 1 cm ≙ α kp سره.

دلته د α ټاکل خپل په خوښه دی او په ځانګړي ډول د انځور لویوالي او دقت والي پورې اړه لري.

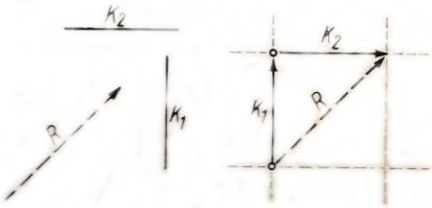
دا ډول لویوالی، کوم چې د اندازې د تعداد او درې خواوو (بعد) نه علاوه د یوجهت د پاره هم ضرورت وي، دا د ویکتور Viktor په نوم یادیږي، چې دا د سکالر Skalar[1] په خلاف دی، کوم چې د فقط د اندازې د تعداد او درې خواوو (بعد) په واسطه ټاکل کیږي. معمولاً د ډېرو سکالرونو د لویوالي جمع کوونه په دې ډول ده:

د مثال په ډول 5 kp + 7 kp + 16 kp = 28 kp سره. دغه جمع کوونه د الجبري جمع کوونې په نوم هم یادیږي. د ډېرو ویکتورونو په یوځای کولو په جریان کې دا د هندسي جمع کوونې په نوم یادیږي. د رسم له مخې دا په دې ډول ښودل کیږي، په کوم کې چې هر وار د دوو قوو څخه موازي قوې وښودل شي. دلته د دواړو ځانګړو قوو څخه یو وتر منځ ته راځي چې دا د ځانګړو قوو ویکتوري مجموعه ده. دلته د هندسي جمع کوونې څخه منځ ته راغلې د دوو قوو مجموعې ته سرې نتیجه ورکوونکی، نتیجه لرونکی یا منځنۍ قوه او یوځایي منځ ته راغلي قوو هم برخې، د ډېرو قوو یا د ترکیب شوي اجزأ وېلی شي.

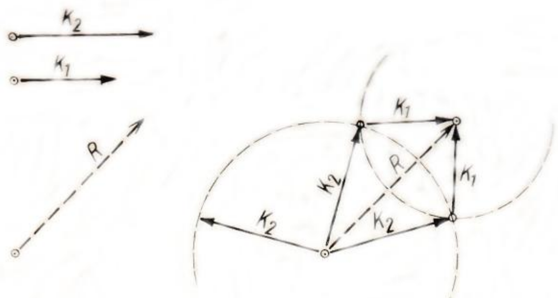
لکه څنګه چې سرې د دوو ترکیبي اجزأو څخه یوه نتیجه تر لاسه کوی شي، همدا رنګه سرې کوی شي چې د دغې نتیجې څخه دوه ترکیبي اجزأوې هم وټاکي. خو مهم دادی چې د دغو دواړو ګډو ترکیبي اجزأو څخه دوه ټاکلي اندازې ورکړل شوي اوسي. په لاندې انځور کې د دوو ترکیبي اجزأوو څخه یوه د اغیزی لیکه منځ ته راځي.

---

[1]- په فزیک کې دوه ډوله د لویوالي واحدونه دي، چې یو ته یې ویکتور Viktor او بل ته یې سکالر Skalar وایي.
ویکتور د قوت د لویوالي هغه واحد دی چې د یوې فاصلې جهت ښایي، لکه پورې وهنه او سرعت.
سکالر د لویوالي هغه واحد دی چې دا د یو شي اندازه او هغې پورې مربوطه واحد ښایي، د مثال په ډول لرېوالی، یعنی د فرانکفورت او د برلین تر منځ لرېوالی d = 560 km.



په لاندې انځور کې يوه نتيجه په دوو ترکيبي اجزأوو کې ايښودل کيږي، کوم چې د هغې غټوالی ښودل شوی، خو خوا (طرف) يې بايد پېدا شي.



دغه سوال ډېر ځوابونه لري. دغه پورته انځور دوه د حل لارې لري. دوه نور په هغه وخت کې منځ ته راځي، کله چې د شعاع منځنۍ نقطه بدله شي.
د قوو د موازي والي (Parallelogramm) قانون د نيوټن نظريه نه ده. دا د ګاليلي[2] (Galilei) (1564-1642) له خوا نه پېژندل شوی دی، کله چې هغه د غلطې غورځونې (پرتاو) د پرابلم سره مشغول وو. د ګاليلی څخه مخکې د هالېند څخه زيمون ستېوين (1548-1620) په 1586 کال کې د يوې په علم ثبوت شوي ادعا د کتاب څخه چې په هالېندي ژبه ليکل شوی وو، استفاده وکړه. د Straub[3] له مخې په اول وار هغه د قوت لويوالی د يو مستقيم په واسطه وښود. دغه نظريه هم لکه د نيوټن درېواړه نظريو په شان کوم ثبوت نه لري، خو ددې د حقيقت والي او د يو بل سره د مطابقتوالي د نتيجې په اساس دا هم قبول شوی دی. ستېوين دغه نظريه په کوښښ سره تر لاسه کړه، کوم چې د هغه نه مخکې ددې ډېرو همکارانو، او هم دده هم عمره زده کوونکو په دوو مزو کې بار (وزنونه) ځوړند کړي وو.

---

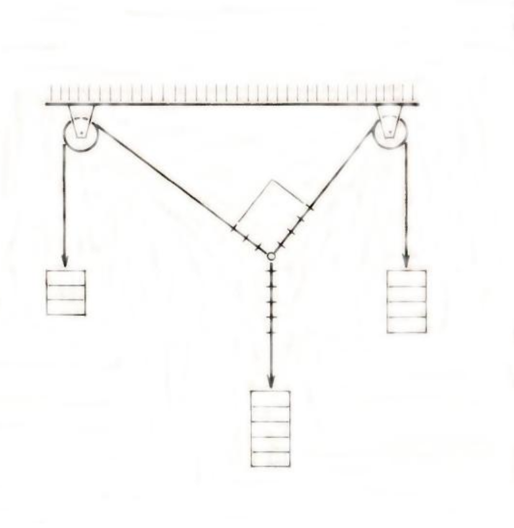
[2]- ګاليلی Galilei دا د ايتاليا يو عمومي علم عالم وو، چې په فلسفه، رياضي، انجينيري، فزيک او د ستورو او اسمان پوهنې کې يې علم درلود.
[3]- Straub- دا د جوړولو انجينيري هنر په برخه کې تاريخ دی، چې د Birkhäuser مطبعې له خوانه په 1964 کې چاپ شو.

د قوې د موازي والي (Parallelogramm) په دې نظریه کې هم د قوې د اغیزې څخه خلاص پرنسیپ وجود لري. ددې مطلب دادی، چې په همدې وخت کې که یو جسم لومړی د اولې ترکیب شوي اجزأ د اغیزې، او بیا وروسته د دوهمې ترکیبي اجزأ د اغیزې ځای ونیسي، او یا د همدغې سلسلې معکوس.

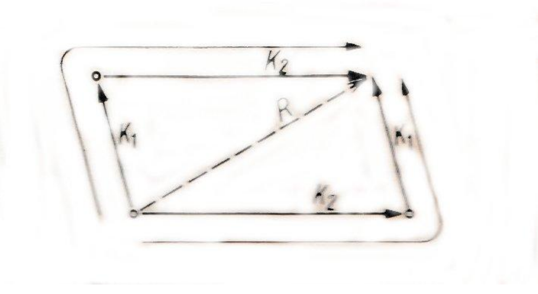
په لاندې مثال کې دا بیا هم ښه واضح شوی دی. دا د همدغې نظري له مخې، کوم چې مخکې وویل شو، دا د یو بل سره د مطابقت په واسطه منل کیږي. دا په دې ډول: که د S بېړۍ (کشتۍ) د اول (1) راښکونکي په واسطه اول a خوا ته او بیا د دوهم (2) راښکونکي په واسطه د a څخه c خوا ته راکاږي، یا که د بېړۍ دوهم (2) راښکونکی اول b خوا ته او بیا د یو (1) راښکونکې د b څخه c خوا ته راکاږي. دغه پرنسیپ چې د قوې د اغیزې پورې کومه اړیکه ونه لري، نو د قوې د اغیزې سوپر دریځ لرونکي نظریې په نوم یادیږي.

دا په دې ډول په نظر کې نیول کیږي، چې دغه ځانګړي ترکیب شوي اجزأوې په یو ډول کتار سره د اغیزې طرف ته وړل کیږي، بیا په دې ډول د ترکیب شوي اجزأوو مجموعي اغیزې د نتیجې له لارې برابرې اندازې ته رسیږي. دلته د نتیجو اغیزه د ترکیب شوي اجزأوو د اغیزو په ځای راځي.

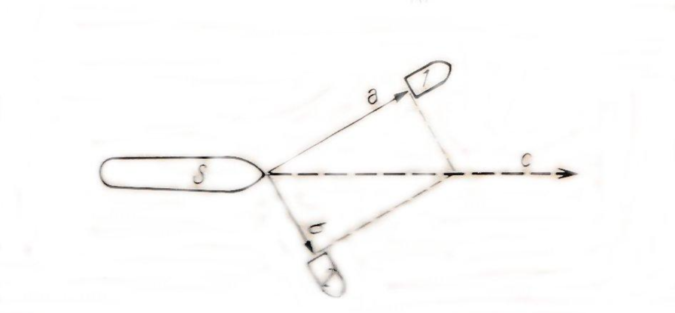
د قوو موازي والي (Parallelogramm) په لاندې انځور کې ښودل شوی:



د کتار (قطار) پورې غیر مربوطه د قوو اغیزې په لاندې انځور کې ښودل شوی:



د قوې د اغيزې پورې غېر مربوطه انځور:

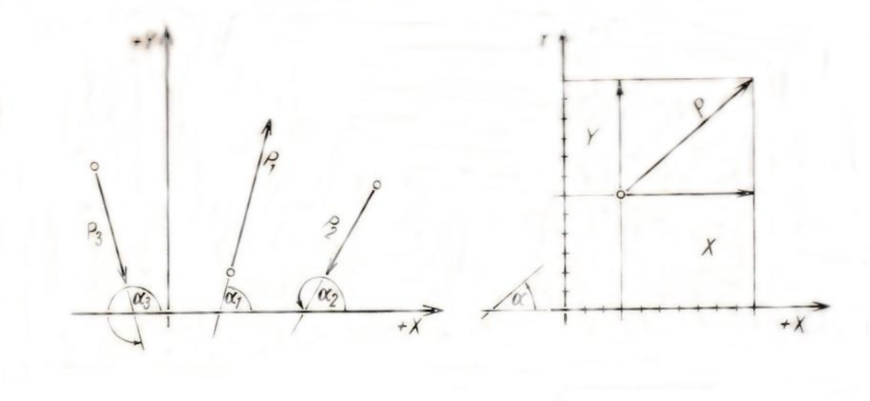


څه رنګه چې وښودل شو، چې قوه يو ويکتور دی، مطلب دا چې يو لويوالی (عظمت) دی، کوم چې د مقدار او درې خواوو (بعد) نه علاوه ددې د جهت په برخه مې وينا ته هم ضرورت شته. د جهت په برخه کې ويښه د جهت د مجموعي ليکو څخه منځ ته راځي، کوم چې پر هغه باندې قوه اغيزه کوي. نو ځکه د اغيزو د ليکو (خط تاثيري) په نوم يادېږي. تر اوسه پورې فقط د ګراف له مخې د قوې تعينولو په برخه کې معلومات ورکړل شو. خو د محاسبې له مخې معلومونه، د يوې قايمې زاويې لرونکي کواردينات له مخې اساس نيسي. د حساب په جريان کې لکه څنګه چې مخکې د تعداد او درې خواوو (بعد) په شان دا هم تعينېږي. نو په دې ډول زيات جهتونه د کنج له لارې د x په محور باندې مثبت جهت ته ورکول کيږي.
په ترکيبي اجزأو کې د يوې قوې ټوټې ټوټې کوونې ته د ټولو نه زيات ترجح ورکول کيږي، کوم چې د هغې اغيزې موازي د دواړو کوارديناتو په محور باندې واقع دی، دا په دې ډول:

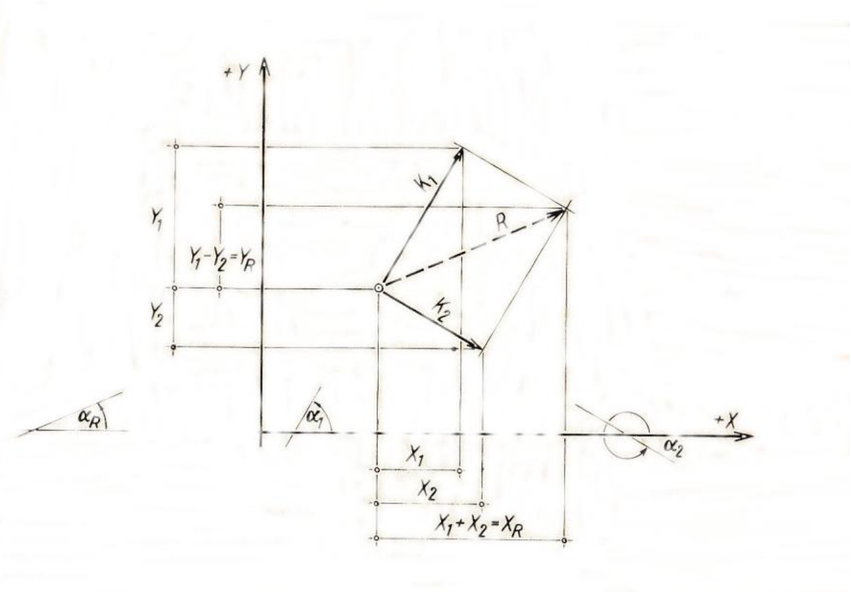
$$y = p \,.\, \sin\alpha \text{ او } X = p \,.\, \cos\alpha \text{ او } P = \sqrt{X^2 + Y^2}$$

$$\text{tag}\alpha = \frac{P \,.\, \cos\alpha}{P \,.\, \sin\alpha} = \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} = \frac{Y}{X}$$

په يوې سطح کې د قوې ټاکنه په لاندې شکل کې ښودل شوی:



په لاندې انځور کې یوې نتیجې ته د دوو یوځای ورکړل شوو قوو برخې ښایي:



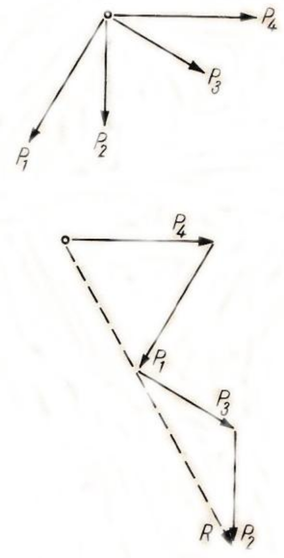
د پورته انځور له مخې: $R = \sqrt{(X_1 + X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2}$

$+ y_{\alpha R} = (y_1 - y_2) : (x_1 + x_2)$

څه رنګه چې د دوو قوو د برخو څخه هر وار یوه نتیجه منځ ته راتلی شي، نو دا هم امکان لري چې د دوو نه زیاتو برخو قوو څخه هم یوه نتیجه منځ ته راشي، چې دا هم په لاندې انځور کې ښودل شوی دی:

لکه څنګه چې په لاندې انځور کې ښودل شوی، د p_1 او p_2 قوو څخه یو د R_1 نتیجه لاس ته راځي او په همدې ډول د R_1 نتیجه د p_3 د قوې سره هندسه یې جمع کیږي او دا بیا همدا ډول دوام پیدا کوي چې تر څو د R نتیجه لاس ته راشي. نو دا ټول څنګه چې په پورته انځور کې ښودل شویدي، د p_1 څخه تر p_4 پورې د قوو نتیجه ده. دا پورته انځور دا روښانه کوي چې په

ساختمان کې سړی د ځانګړو موازیوالو (Parallelogramm) څخه صرف نظر کوي. سړی همدا ډول نتیجه لاس ته راوړي، که چېرته قوې نظر د هغه غځوالي او جهت ته یو د بل پسې سلسله ولري. دغه د کتار سلسله خپل په خوښه دی، لکه څنګه چې په لاندې انځور کې ښودل شوی:



دوهم فصل

په یوې ودانۍ کې ډېر مهم بارونه (وزنونه)

Die wichtigsten Lasten im Hochbau
(The most important loads in building construction)

د یو هر باروړونکي د پاره اخري هدف د هغې په کلک او نه ښوځېدونکي نقطې باندې د قوې څېړنه ده، مطلب دا چې هغه نقطه، کوم چې د هغې په سر بار (وزن) راځي. د دا ډول قوې په غاړه اخستلو ته سرېی بارونه یا فشار وایي، چې سرېی ددې او هغه ځای چې ورباندې قوه راځي، تر منځ فرق کولای شي. بارونه (وزنونه) او هغه ځای چې ورباندې قوه راځي دواړه یوځای بیروني قوې جوړوي، او دا دواړه باید په یو برابر وزن لرونکي حالت کې واقع اوسي. په ودانیو کې وزنونه اکثراً موازي قوې لري، چې په عادي حالت کې د هغوی جهتونه هغه خوا ته وي، چېرته چې د جاذبې قوه واقع وي. خو په ډېرو لږو حالاتو کې د وزنونو جهت د هغې د جاذبې د قوې د جهت سره تطابق نه کوي. غېر ددې نه داسې باروړونکي او بار په غاړه اخستونکي ځایونه شته چې خپله افقي واقع نه دي، چې د هغې د جاذبې قوې جهت په دا ډول باروړونکي باندې عمودي بار (وزن) نه راوړي. لومړی مونږ غواړو چې بار (وزنونه) نظر د هغې په جهت، کوم چې پر هغې اغیزه کوي، ترتیب او یو د بل څخه فرق وکړو، چې دا په دې ډول:

عمودي بارونه (وزنونه) او

افقي بارونه (وزنونه)

د عمودي بارونو (وزنونو) په ګروپ کې د یوې ودانۍ خپل ټول باروړونکی وزن دی. دا تل اغیزه لري او د دایمي بار (وزن) په نوم یادیږي، چې دا د تغیر خوړونکي بار څخه فرق لري. دا تغیر خوړونکی بارونه (وزنونه) دي، کوم چې دا نظر خپل لویوالي ته تغیر خوړلی شي. په یو پوړ کې دا بل ډول په نظر کې نیول کیږي، ځکه چې پر هغه هر وخت ګاډي (موټرونه) تیریږي، خو کېدی شي چې کله هم هیڅ نه وي. په ودانیو کې دغه تغیر خوړونکی بار په ټولې سطح وېشل (تقسیم) کیږي، د مثال په ډول یو چت، چې ورباندې په برابر (مساوي) ډول وېشل کیږي. د تغیر خوړونکې بار څخه مطلب یواځې انسانان نه دي، کوم چې په یوې کوټې کې اوسیږي، بلکه په استوګنځې کې نور تجهیزات هم د تغیر خوړونکي بار په جمله کې دي. دا کېدی شي چې په ځانګړې ډول ډېر وزن ولري نظر تغیر خوړونکي بار ته چې په پام کې نیول شوی، که چېرته فقط د ټول چت مجموعي وزن په نظر کې نیولو سره مطابقت وکړي.

په يوې ودانۍ کې دغه تغير خوړونکي بارونه په المان کې د DIN 1055 په معيار کې ورکړل شوي دي. دغه DIN د معيارونو يو اصول يا قانون دی، کوم چې د المان د دولت د لوړپوړو ساختماني کارپوهانو له خوا نه ورکړل شوی او د المان په ټولو جمهوريتونو کې دا قانوني بڼه لري. نو ځکه دغه وېناوې د اکثرو ستاتکي محاسبو اساس نيسي. خو بيا هم کېدی شي چې د کوم خاص دليل په وجه استثنأيي د دغې معيار څخه صرف نظر وشي.

په هغه ودانيو کې چې د درې پوړونو (منزلونو) څخه پورته وي، ساختماني مواد، کوم چې د تغير خوړونکي بار په واسطه تر فشار لاندې وي، په مکمل ډول نه، بلکه د هغې نه کم تغير خوړونکی وزن څېړل کيږي. دا د يو کمونکي ضريب (فکتور) په واسطه کيږي، کوم چې په دا ډول ساختماني برخو باندې وارېدونکي تغير خوړونکي بار سره ضربول کيږي.

مونږه د DIN 1055 په معيار کې ورکړل شوي معلوماتو څخه دې حالت ته راځو، چې يو عمومي نظر راټول کړو، چې اصلاً دغه بار (وزن) څومره لوی دی.

مونږه بايد دلته د يو ډول بار نوم ياد کړو. دغه ډول بار د کوټو تر منځ بېلونکي سپک دېوالونه دي، چې په دې باندې کوم بار نه راځي، ددې بار په نورو باروړونکو برخو باندې راځي. د دغو دېوالونو وظيفه يواځې د کوټو بېلول دي. د دغه بېلونکو دېوالونو د پاره يوه ساده ستاتکي محاسبه په نظر کې نيول کيږي، که چېرته سړی کوم دقيق ثبوت وجود ونه لري.

دا داسې دی، چې د کوټو سپک بېلونکي دېوالونو وزن په مساوي ډول د يو اضافي بار په حېث د تغير خوړونکي بار سره په نظر کې نيول کيږي. د دا ډول دېوال د پاره، چې لوړترين وزن يې 100 kp/m^2 وي، د دېوال د سطح اضافي وزن کمتر کمه 75 kp/m^2 په نظر کې نيول کيږي. خو د هغه دېوالونو د پاره چې وزن يې د 100 kp/m^2 څخه زيات وي، مګر لوړترين وزن يې 150 kp/m^2 وي، د دېوال د سطح اضافي وزن کمتر کمه 150 kp/m^2 په نظر کې نيول کيږي. که چېرته د يو چت په نظر کې نيولو سره، چې پر دې باندې د تغير خوړونکي بار 500 kp/m^2 يا ددې څخه زيات وي، نو په دې حالت کې کېدی شي چې اضافي بار په نظر کې ونه نيول شي.

د دغه سپک د کوټو بېلونکي دېوالونو په ساده ډول په نظر کې نيونه د شرط پورې تړلي دي. دا داسې چې چت، کوم چې دا ډول دېوال ورباندې ولاړ دی، بايد په عرض باندې په کافي اندازه ټينګ اوسي. دا د مثال په ډول د لرګو د تيرونو څخه چتونو او د اهن کانکرېټ څخه تيار برخو پورې اعتبار لري، کوم چې په دې کې تيرونه د عرض پلو ته بې د کوم نومول شوي وزن تقسيمونکي ارتباط سره بدل شوي وي، چې په عرض په کافي اندازه ټينګ اوسي.

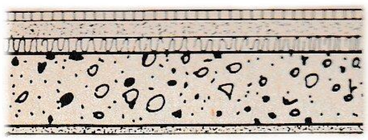
سپک، بې وزنه، د کوټو بېلونکي دېوالونه، کوم چې د دا ډول چتونو د تيرونو سره موازي واقع وي، اجازه نه شته چې د دا ډول ساده محاسبې سره وڅېړل شي.

په اوسني وخت کې مونږ دا ډول سپک د کوټو بېلونکي دېوالونه د استوګنو په ودانیو او د دفترونو په ودانیو کې لیدلی شو. دلته د مختلفو علتونو په وجه د بېلونکو دېوالونو څخه په ساده ډول کار اخستنې د پاره کوم سوال نه پېدا کیږي، دا معمول دی، چې د سپک دېوال اضافي وزن د قاعدې له مخې 125 kp/m^2 ټاکل کیږي. که مونږ یو معقول دېوال جوړول غواړو، کوم چې ددې د متر مربع مساحت فقط 150 kp/m^2 وزن ولري، دا کوم ساده کار نه دی. دغه وزن تل په سپکو دېوالونو کې د خپل حد څخه اوړي.

لاندې یو څو د چتونو ساختمانونه ښودل شوي دي او په هر یو کې د وزن څېړنه په نظر کې نیول شوی، چې د هغې ستاتکي محاسبه هم وړاندې وړل کیږي.

د استوګنې د پاره په جوړ شوي ودانۍ کې د چت د جوړښت مثالونه:

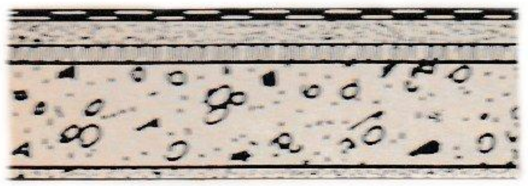
اول مثال:



په پورته انځور کې د استعمال شوي موادو وزن په لاندې ډول محاسبه کیږي:

د لرګو د تختو څخه فرش	2,0 . 8,0 = 16,0 kp/m^2
د سمټود شوتې څخه استر	3,5 . 23,0 = 81,0 kp/m^2
د کارک څخه استر	2,5 . 5,0 = 13,0 kp/m^2
اهن کانکرېټ	14,0 . 25,0 = 350,0 kp/m^2
د اهکو اخبړ	1,5 . 18,0 = 27,0 kp/m^2
	$g = 487,0$ kp/m
د عدد لویونه	$g = 490,0$ kp/m^2
د سپک دېوال اضافي وزن	$p_1 = 125,0$ kp/m^2
تغیر خوړونکی بار (وزن)	$p_2 = 150,0$ kp/m^2
	$q = 765,0$ kp/m^2

دوهم مثال:



په پورته انځور کې د استعمال شوي موادو وزن په لاندې ډول محاسبه کیږي:

د مصنوعي موادو (PVC) څخه فرش	$1,2 \,.\, 15,0 = 18,0\ kp/m^2$
د سمټود شوتې څخه استر	$3,5 \,.\, 23,0 = 81,0\ kp/m^2$
د ډبرو څخه جوړ شوي وریو نه فرش	$2,5 \,.\, 1,0 = 2,5\ kp/m^2$
اهن کانکریټ	$14,0 \,.\, 25,0 = 350,0\ kp/m^2$
د اهکو اخېړ	$1,5 \,.\, 18,0 = 27,0\ kp/m^2$
	$g = 478,5\ kp/m$
د عدد لویونه	$g = 480,0\ kp/m^2$
د سپک دېوال اضافي وزن	$p_1 = 125,0\ kp/m^2$
تغیر خوړونکی بار (وزن)	$p_2 = 150,0\ kp/m^2$
	$q = 755,0\ kp/m^2$

پورته ورکړل شوي توري عبارت دي له:

g – دایمي وزن

P_1 - د سپک دېوال اضافي وزن

P_2 - تغیر خوړونکی وزن

q - مجموعي وزن

د هوار وزن د پاره (kp/m^2) او د اوږدوالي وزن (kp/m) د پاره واړه توري استعمالیږي، د ځان ځان ته وزنونو د پاره (kp, Mp) لوی توري انتخابیږي.

$$q = g + p$$
$$Q = G + P$$

په پورته فرمول کې:

G - دايمي وزن د پاره

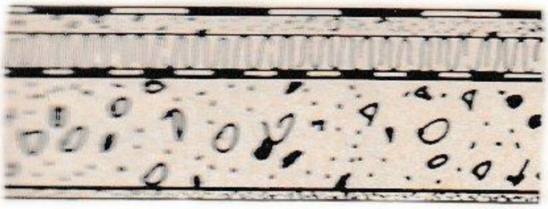
P - د تغير خړونکي وزن د پاره

Q - مجموعي وزن د پاره انتخابيږي.

مونږه د پورته دواړو چتونو د ډولونو او دې پورې مربوطه د وزنونو د څيړنو څخه دا لاس ته راوړی شو، چې په نورمال حالت کې تقريباً $800\ kp/m^2$ د چت سطحې خپل وزن او مؤقتي وزن د پاره په نظر کې نيول کيږي. دا نږدې يو ميګا پونډ (Megapond[4]) جوړوی. ددې د پاره چې دا په عادي مقياس بدل کړو، نو د يو نورمال استوګنځي د چت په هر متر مربع کې د 16 Zentnern وزن نمايندګي کوي. ددې مطلب دادی لکه د 16 د سمتو بوجيو په اندازه. دلته بايد سړی تل هر وخت واضح کړي، چې که چېرته سړی د يو ډبل کاغذ يا د نورمال کاغذ څخه يو مودل جوړ کړي او بيا دغه مودل يو طبعي غټوالي ته ګومره مشکلات منځ ته راځي.
د يوې وړوکي استوګنې کوټې چت چې $15\ m^2$ متر مربع لويوالی ولري، د چت وزن يې تقريباً 12000 kp يا 240 Zentnern سره ښودل کيږي. د يو وړوکي متوسط ګاړي (موټر) وزن تقريباً 1000 kp دی. 12 موټرونه د دغې وړوکي استوګنې کوټې د چت وزن سره برابر دی. مونږ کولای شو چې دا هم د يو غټ استوګنځي د پاره، د مثال په ډول $75\ m^2$ متر مربع مساحت ولري، د استوګنځي د چت مکمل وزن 60000 kp = 800 . 75 يا 1200 Zentnern د مؤقتي وزن سره جوړوي. دغه وزن د يو مکمل اورګاډي وزن دی. دلته د وزن څخه زښت ډېر د پام وړ قوې دي، کوم چې په غاړه يې اخلي او لاندې ځمکې ته يې انتقالوي.
لاندې ورکړل شوی مثال په استوګنځي کې هغه کوټه چت دی، کوم چې تل لنده بل لري، لکه حمامونه يا تشنابونه، پښلنځي او داسې نور:

---

[4] - Megapond مطابقت کوي د 1000 کيلو پونډ (1000 Kilopond) سره. دغه کيلو پونډ (kp) Kilopond د قوی پخوانی واحد دی.

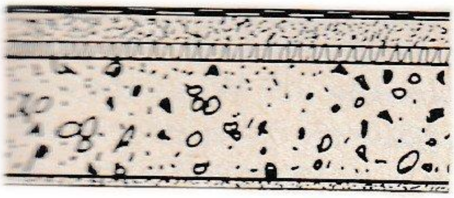


په پورته انځور کې د استعمال شوي موادو وزن په لاندې ډول محاسبه کېږي:

د ډبرو څخه کاشي	$1{,}0 \cdot 20{,}0 = 20{,}0\ kp/m^2$
د سمټو شوته (مثاله)	$2{,}5 \cdot 23{,}0 = 57{,}5\ kp/m^2$
د کارک استر (طبقه)	$4{,}0 \cdot 5{,}0 = 20{,}0\ kp/m^2$
3 طبقه يي د B ډبل کاغذ	$1{,}0 \cdot 20{,}0 = 20{,}0\ kp/m^2$
اهن کانکرېټ	$14{,}0 \cdot 25{,}0 = 350{,}0\ kp/m^2$
د اهکو څخه اخېړ	$1{,}5 \cdot 18{,}0 = 27{,}0\ kp/m^2$
	$g = 494{,}5\ kp/m^2$
د عدد لويونه	$g = 500{,}0\ kp/m^2$
د سپک دېوال اضافي وزن	$p_1 = 150{,}0\ kp/m^2$
تغير خوړونکی بار (وزن)	$p_2 = 180{,}0\ kp/m^2$
	$q = 830{,}0\ kp/m^2$

لاندې د دفترونو د پاره ورکړل شوي د دوه چتونو مثالونه دي، کوم چې د دې جوړښت (ساختمان) د تېر استوګنې د چت دوهم انځور سره مطابقت کوي. دلته د يوبل په مقابل کې ساختماني مختلفې طبقې نه ورکول کېږي، بلکه دوه مختلف ډولونو جوړښت مقايسه کېږي. په اول مثال کې لکه د تېر مثالونو په شان د اهن کانکرېټ څخه د يوې پخې تختې چت دی، او په دوهم مثال کې د اهن کانکېټ څخه پښتۍ ډوله چت دی.

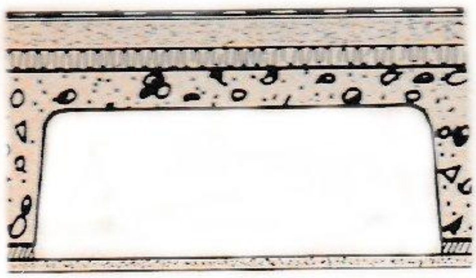
اول مثال: د دفترونو د پاره چت.



په پورته انځور کې د استعمال شوي موادو وزن په لاندې ډول محاسبه کیږي:

د مصنوعي موادو (PVC) ځخه فرش	$1,0 . 15,0 = 15,0$ kp/m^2
د سمټود شوتې ځخه استر	$4,0 . 23,0 = 92,0$ kp/m^2
د ډبرو ځخه جوړ شوي وړیو نه فرش	$2,5 . 1,0 = 2,5$ kp/m^2
اهن کانکریټ	$18,0 . 25,0 = 450,0$ kp/m^2
د اهکو اخېړ	$1,5 . 18,0 = 27,0$ kp/m^2
	g = 586,5 kp/m
د عدد لویونه	g = 590,0 kp/m^2
د سپک دېوال اضافي وزن	$p_1 = 125,0$ kp/m^2
استفاده کوونکی بار (وزن)	$p_2 = 200,0$ kp/m^2
	q = 915,0 kp/m^2

دوهم مثال: د دفترونو د پاره چت.



په پورته انځور کې د استعمال شوي موادو وزن په لاندې ډول محاسبه کېږي:

د مصنوعي موادو (PVC) څخه فرش	$1,0 . 15,0 = 15,0\ kp/m^2$
د سمټود شوتې څخه استر	$4,0 . 23,0 = 92,0\ kp/m^2$
د ډبرو څخه جوړ شوي وړيو نه فرش	$2,5 . 1,0 = 2,5\ kp/m^2$
ځبېښل شوي کانکرېټ څخه تخته	$5,0 . 25,0 = 125,0\ kp/m^2$
د اهن کانکرېټ څخه پښتۍ	$0,10 . 18 . 25 : 0,625 = 72,0\ kp/m^2$
د اهکو اخېړ	$2,0 . 18,0 = 36,0\ kp/m^2$
	$g = 350,5\ kp/m$
د عدد لويونه	$g = 350,0\ kp/m^2$
د سپک دېوال اضافي وزن	$p_1 = 125,0\ kp/m^2$
استفاده کوونکی بار (وزن)	$p_2 = 200,0\ kp/m^2$
	$q = 675,0\ kp/m^2$

په پورته انځور کې:

د پښتيو پلنوالی په منځ کې	10,0 cm
د پښتيو جګوالی	18,0 cm
د پښتيو فاصله	62,5 cm

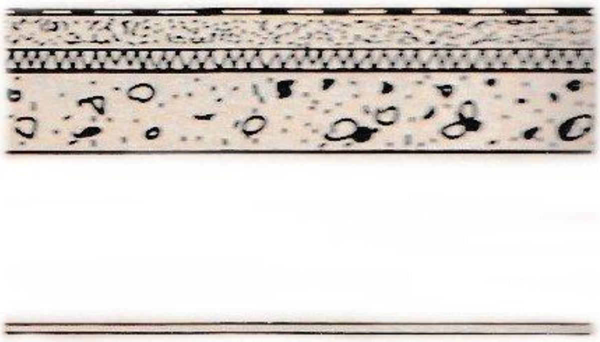
دلته په وزن کې مختلف فرق په نظر کې راځي. پښتۍ ډوله چتونه د 200 kp/m^2 څخه زيات سپک دي؛ خو پښتۍ ډوله چتونه د 5 cm په اندازه هم لوړ دي. که دا د ستاتيک له نظره سم وي، نو بايد ورکړل شي. څو واره د سپکو دېوالونو اضافي وزن نظر 125 kp/m^2 ته 150 kp/m^2 نيول کېږي. د محاسبې له مخې دا د دفترونو د پاره کتور دي، ځکه چې د سپکو

د بوالونو اضافي وزن د معمول مؤقتي وزن سره یوځای د دفترونو د پاره د 200 kp/m^2 سره یوځای 350 kp/m^2 جوړوي. دا د DIN 1055 معیار له مخې د لویو کوټو د پاره مؤقتي وزن سره مطابقت کوي. دا د دفترونو ځانګړي کوټې د جوړ شوو سپکو بېلونکو د بوالونو سره یا په همدې ډول د دفترونو لویو کوټو وزنونو د پاره وزن کوم فرق نه لري.

مونږه ګورو چې د یو دفتر د چت وزن د هغې د مؤقتي وزن سره یو مکمل مېګاپونډ (Mp) Megapond جوړوي. دا 20 Zentnern په یو متر مربع کې دی (20 د سمټو بوجۍ په اندازه وزن په یو متر مربع کې). که مونږه یوه کوټه چې 20 m په 30 m (20 m . 30 m) کې وي، نو دا تقریباً 600 Mp وزن جوړوي، چې زیاتره دغه بار اخلي او د ځمکې تل ته یې انتقالوي. دا دومره یو وزن دی، لکه یو اورګاډی چې 20 Mp د بار وړلو توان ولري، چې د دوه محورو او د 30 واګونونو سره دا ترانسپورت کړی شي.

هغه چتونه چې ډبلوالی یې 14 cm وي، ددې اوږدوالی تقریباً تر 5 m پوری دی، او که ډبلوالی یې 18 cm وي، نو ددې اوږدوالی 6 m دی. دا په نظر کې نیول شوی د چتونو د کلکونکو تر منځ فاصله ده. د دفترونو د کوټو د پاره بیا هم د چتونو د تختو اوږدوالی کم نیول کیږي او بیا چتونه د یو تیر په سر ایښودل کیږي، په کوم ځای کې چې د تکیا ګانو تر منځ فاصله زیاته وي. په هغه ځایونو کې چې د اهکو څخه اخېر (پلستر) راځي، په دې ځایونو کې نظر په قاعدې څوړند چتونه ضرور دي چې جوړ شي. دغه تختې نظر کم اوږدوالي ته باید نري او سي، خو بیا هم باید ډبلوالی یې د 10 cm څخه کم نه شي.

د دفترونو ودانیو د پاره د چتونو جوړولو دریم مثال په لاندې ډول دی:



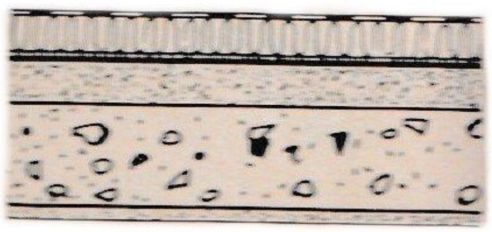
په پورته اځور کې د استعمال شوي موادو وزن په لاندې ډول محاسبه کیږي:

د مصنوعي موادو (PVC) څخه فرش	1,0 . 15,0 = 15,0 kp/m^2
د سمټود شوتې څخه استر	4,0 . 23,0 = 92,0 kp/m^2

د ډبرو څخه جوړ شوي وړیو نه فرش	$2,5 \,.\, 1,0 = 2,5\ kp/m^2$
اهن کانکرېټ	$10,0 \,.\, 25,0 = 250,0\ kp/m^2$
ځوړنده برخه	$3,0 \,.\, 18,0 = 54,0\ kp/m^2$
	$g = 413,5\ kp/m$
د عدد لویونه	$g = 420,0\ kp/m^2$
د سپک دېوال اضافي وزن	$p_1 = 125,0\ kp/m^2$
استفاده کوونکی بار (وزن)	$p_2 = 200,0\ kp/m^2$
	$q = 745,0\ kp/m^2$

د مقایسې له مخې څنګه چې ګورو، د دغې کانکرېټي تختې د نرۍ والي په وجه دا تخته ډېره سپکه ده. ددغو تختو د وزنونو تر منځ فرق د 150 kp/m² څخه زیات دی.
څه رنګه چې بامونه د چتونو سره نږدې اړیکې لري، نو لاندې د دوو مثالونو له مخې د دا ډول بامونو د پاره د بام د جوړولو خواص او وزنونه یې واضح شوي دي:

اول مثال: یو پوټکی هوار بام (تود بام):



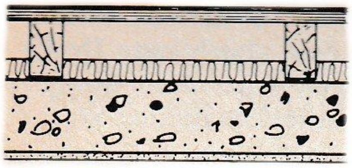
په پورته انځور کې د استعمال شوي موادو وزن په لاندې ډول محاسبه کیږي:

دوه طبقه یې په قیر لړل شوی ډبل کاغذ	$= 15,0\ kp/m^2$
Styropor[5] ډبل 4,5 cm	$4,5 \,.\, 1,0 = \ \ 4,5\ kp/m^2$

[5] ، Styropo - دا یو ډول دانې دانې ځبېښل شوي مصنوعي مواد دي، چې د تخنکي آلو ساتلو د پاره په پارسلونو کې او هم په ودانیو کې د تودوخي یا غږ بندونکي موادو په حېث استعمالیږي.

د بخار بندونکي طبقه	$= 9{,}0\ kp/m^2$
سپک کانکرېټ	$6{,}0\ .\ 14{,}0 = 84{,}0\ kp/m^2$
اهن کانکرېټ	$14{,}0\ .\ 25{,}0 = 350{,}0\ kp/m^2$
د اهکو ښخه اخېړ	$1{,}5\ .\ 18{,}0 = 27{,}0\ kp/m^2$
	$g = 489{,}5\ kp/m^2$
د عدد لویونه	$g = 500{,}0\ kp/m^2$
واوره	$S = 75{,}0\ kp/m^2$
	$q = 575{,}0\ kp/m^2$

دوهم مثال: دوه پوړتکی هوار بام (سوړ بام)



په پورته انځور کې د استعمال شوي موادو وزن په لاندې ډول محاسبه کیږي:

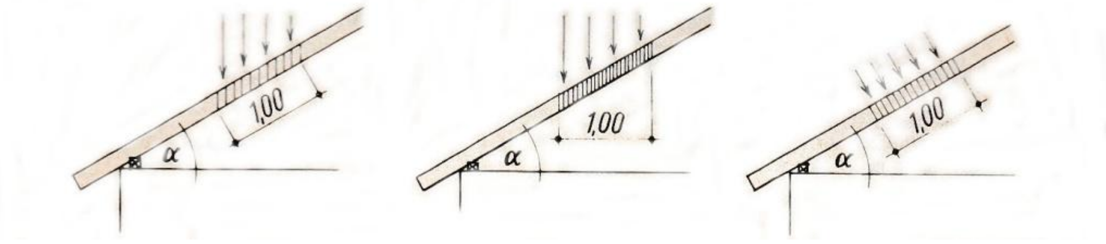
درې طبقه یې په قیر لړل شوی ډبل کاغذ	$= 22{,}0\ kp/m^2$
د نښتر د لرګي ښخه تخته	$2{,}5\ .\ 6{,}0 = 15{,}0\ kp/m^2$
4,5 cm ډبل Styropor	$4{,}5\ .\ 1{,}0 = 4{,}5\ kp/m^2$
کنج لرونکی تیر (چارتراش)	$5{,}0\ .\ 8{,}0\ .\ 0{,}06 \approx 2{,}5\ kp/m^2$
اهن کانکرېټ	$14{,}0\ .\ 25{,}0 = 350{,}0\ kp/m^2$
د اهکو ښخه اخېړ	$1{,}5\ .\ 18{,}0 = 27{,}0\ kp/m^2$
	$g \approx 421{,}0\ kp/m^2$
د عدد لویونه	$g = 430{,}0\ kp/m^2$
واوره	$S = 75{,}0\ kp/m^2$
	$q = 505{,}0\ kp/m^2$

د کنج لرونکي تیر (چارتراش) پلنوالی 6,0 cm
د کنج لرونکي تیر (چارتراش) لوړوالی 8,0 cm
د کنج لرونکي تیر (چارتراش) فاصله 1,0 cm

په پورته دواړو مثالونو کې یو نوی وزن په محاسبه کې راغلی، چې ددې په برخه کې تر اوسه پورې څه نه وو ویل شوي: دا د واورو وزن دی. که چېرته دا وزن په خاصو حالاتو کې او چته ونه نیول شي، نو د DIN 1055 معیار د پنځمې پاڼې له مخې ددې کمترین وزن د بام د میلان α په نظر کې نیولو سره په لاندې ډول دی:

α =	20°	30°	45°	60°	$<$
S =	75	65	50	35	0 kp/m^2

دغه ورکړل شوي د واورې وزنونه د بام په یو متر مربع ($1\ m^2$) کې ښودل شوی.
په یو بام کې مختلف وزنونه په لاندې انځورونو کې ښودل شوي:



مونږه دې سره په ودانیو کې د عمودي وزنونو یادونه وکړه. د مختلفو دېوالونو او د لاندې ځمکې د فرش رقمونه هلته وښودل شول، چېرته چې د هغې د محاسبې په برخه کې وو. دلته ددې د افقي وزنونو په برخه کې لا څه نه وو ویل شوي. مونږ په اوله کې د عمودي وزنونو پورې مربوطه افقي فشار د کټارو او چوترو (بالکونونو) په مقابل کې لرو.
ډېر مهم وزن چې د عمودي وزن په وجه منځ ته نه راځي، خو بیا هم دا د باد په واسطه منځ ته راځي. سره ددې چې د باد جهت په عمومي ډول افقي په نظر کې نیول کېدی شي، خو حتمي نه ده چې دغه منځ ته راتلونکی وزن افقي په نظر کې ونیول شي. د ودانۍ په سطح باندې د باد وزن زښت ډېر عمودي لګېږي. د باد افقي وزن یوازې په عمودي ولاړو دېوالونو باندې

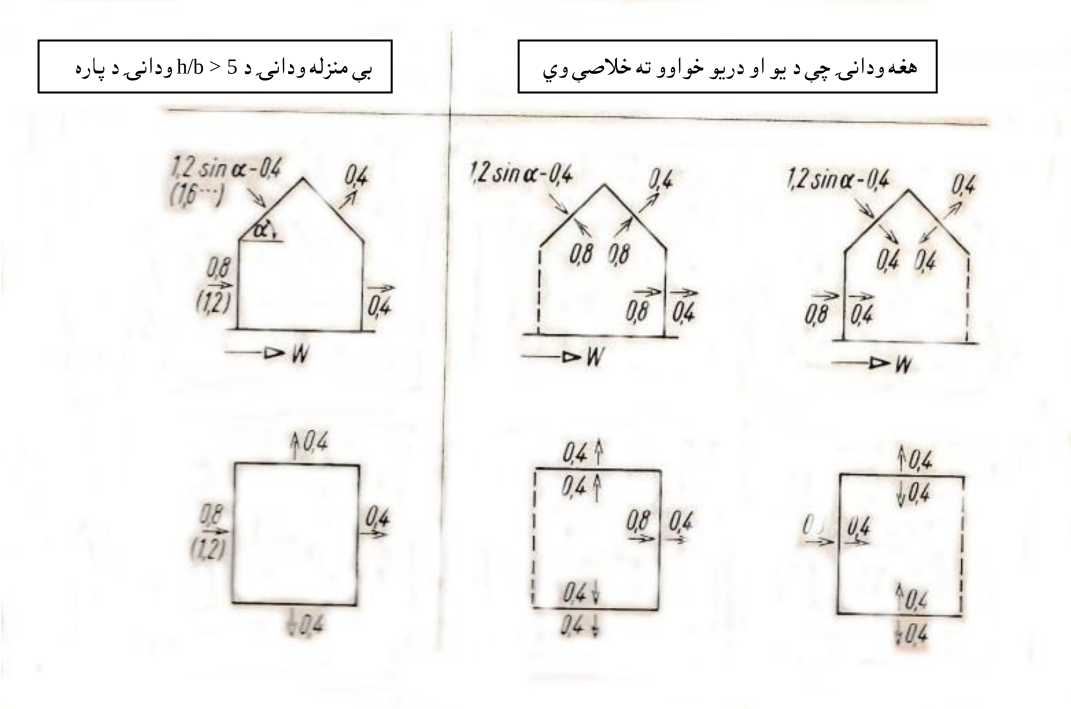
لګیږي، د مثال په ډول د ودانۍ په بیروني دېوالونو. څومره چې د یوې سطح عمودیوالی کمیږي، هومره د بار افقي وزن ورسره هم کمیږي.
د المان په DIN 1055 معیار په څلورمه پاڼه کې د باد د وزن او د هغې د اساساتو د پاره ځای ورکړل شوی، چې ددې په واسطه د باد وزن محاسبه کیږي. که مونږ په یوې سطح لګېدونکي باد وزن په w سره وښایو، نو دا په دې ډول لاس ته راځي:

$$w = c \cdot q$$

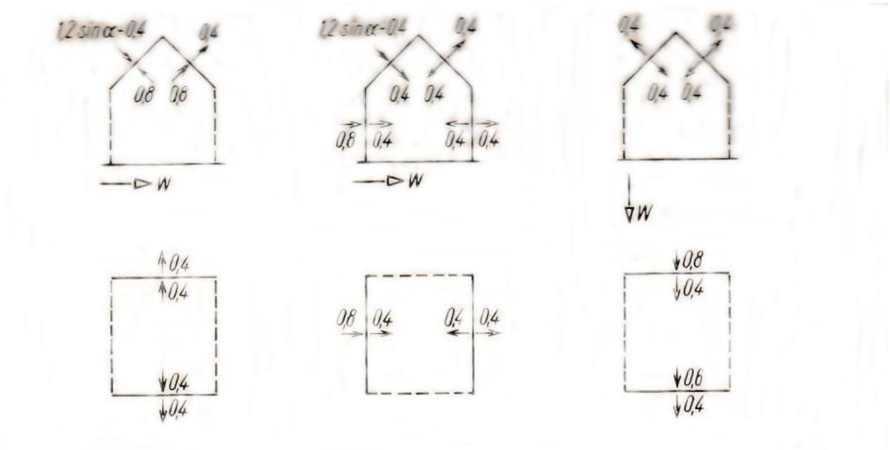
په پورته فرمول کې q د باد د بهیر د بندیځ فشار او c د ودانۍ د جسم پورې مربوطه اندازه ده.
د باد د بهیر د بندیځ فشار د باد د سرعت پورې اړه لري. د باد سرعت ځمکې ته نږدې برخو کې کمه وي نظر لوړو او پورته ځایونو ته. دغه د بندیځ فشار د DIN 1055 معیار له مخې نظر د ودانۍ لوړوالي ته په لاندې ډول تنظیم شوی:

د ځمکې څخه پورته	0-8 m	8-20 m	20-100 m	100 m <
q (kp/m^2)	50	80	110	130

په لاندې انځورونو کې د باد د فشار د پاره یو نیم مهم حالتونه د هغې د شکل اندازو سره ښودل شوي دي:



هغه ودانۍ چې دوو خواوو ته خلاصې وي:



په دغو انځورونو کې د باد مجموعي اغیزې په فشار او راښکنې تقسیم شویدي. دغه فرضیه د DIN 1055 معیار د څلورمې پاڼې څخه په څرګند ډول لاس ته راغلې. که چېرته د دا ډول باد فشار په ځانګړو باروړونکو برخو اساس وګرځي، نو په دې حالت کې دا تقریباً % 25 لوړیږي.

په برج ډوله ودانیو کې، کوم چې لوړوالی یې پنځه واره لوړ وي نظر لاندې برخې ته، نو د پورته انځورونو له مخې د 1,2 اندازې په ځای 1,6 ، او د 0,8 اندازې په ځای 1,2 نیول کیږي. دا فقط یوائې د تړلي ساختماني جسم د پاره اعتبار لري. دلته د یوې خوا ته خلاص ساختمان د پاره هم، کوم چې پنځه واره لوړ او سي نظر د هغې لاندې اول پوړ کمترینې اندازې ته چې په سختئ سره تغیر وخوري. د هغه ودانیو د پاره چې ټولو خواوو څخه خلاصې وي، ګردو ودانیو، د لرګو څخه برجونو، پایو او داسې نورو د پاره لارښوونې په الماني معیار DIN 1055 څلورمې پاڼې کې ورکړل شوي دي.

په DIN 1055 معیار کې همه جانبه تنظیمونې سره بیا هم په عمل کې دا ډول حالات منځ ته راځي، چې حقیقي د باد فشار د باد د کانال له لارې ټاکل کېدی شي. د مثال په ډول په ټولو هغو کلکو نما لرونکو ودانیو کې، چېرته چې د هغې مخ (نما) څخه وړاندې پایه ورکړل شوی وي او د لمر څخه مخ نیونکي بالکون سره د باد د جریان په مقابل کې ډېر وارې مقاومت کوي نظر هوار نښتي ودانۍ مخ (نما) ته. هغه ودانۍ هم، کوم چې په لاندې پوړ کې راوتلي څنډې ولري، هلته هم د باد فشار زیات وي.

هغه میلاني بامونه چې میلان یې تر °45 پورې وي، هلته د واورې او باد دواړو وزن راځي، د °45 څخه پورته بامونو کې هغه وخت د واورې وزن نیول کیږي، چې هلته د واورې د راټولیدو امکان وي. دلته باید پام ونیول شي، چې د بام په هوارې سطح باندې د واورې وزن، د باد د فشار په وخت کې، کوم چې د بام په میلاني سطح راځي، اړیکه لري.

مونږ کولای شو چې د باد وزن د لاندې یو مثال په واسطه ښه واضح کړو. دغه مثال یو لوړ پوړه ودانۍ ده، چې پلان شوی مساحت یې 15 m X 37 m کې دی، او لوړوالی د ځمکې د سطح څخه 90 m پورته دی.

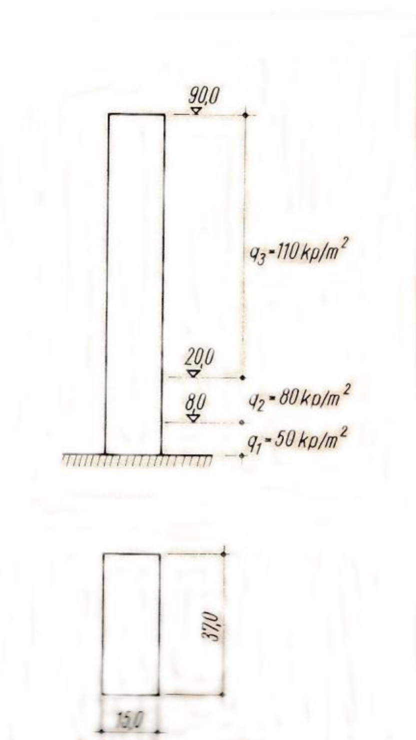
مثال: په لوړپوړې ودانۍ کې د باد فشار:

$b = 15{,}0$ m $l = 37{,}0$ m $h = 90{,}0$ m
$c = 1{,}6$ $h > 5.b$ $90 > 5 . 15 = 75$
$w_1 = 1{,}6 . 110 = 176$ kp/m^2
$W_1 = 176 . 37 . 70 =$ 445840 kp

$w_2 = 1{,}6 . 80 = 128$ kp/m^2
$W_2 = 128 . 37 . 12 =$ 56832 kp

$w_3 = 1{,}6 . 50 = 80$ kp/m^2
$W_3 = 80 . 37 . 8 =$ 23680 kp

W = 526352 kp



دغه لاس ته راغلې اندازه 526 Mp مطابقت کوي د یو اورګاډي سره چې 26 واګونه ولري او هر واګون یې د 20 Mp د بار توان ولري.
خو د ډېر وړوکي ودانۍ د پاره هم د مثال په ډول یو فاملي کور د پاره د باد قوت ډېر د پام وړ دی. دا ډول کور چې پلنوالی یې 10 m وي په نظر کې نیسو. دغه کور یو پوړه او د بام میلان یې 40° ټاکل شوی. مونږ په نظر کې نیسو چې دغه کور د اهن کانکرېټ او خښتو سره سرته رسېدلی او یواځې بام یې لا پاتې دی. د بام د ډډو دېوالونه یې لا سل په سلو کې ټینګ نه دي.
د یو بام د پاره چې میلان یې 40° وي، د بام د څوکې لوړوالی 4,20 m نیول کیږي. د بام د برخې د ډډو درېکنجه سطحې مساحت یې په لاندې ډول نیول کیږي:

$$F = 0{,}5\ (10{,}0\ .\ 4{,}2) = 21{,}0\ \text{m}^2$$

هغه ودانیو د پاره چې لوړوالی یې د 8 m څخه کم وي، د باد بندونکی فشار $q = 50$ kp/m^2، دې سره ترکیبي ضریب $c = 1{,}2$ نیول کیږي، چې دې سره د باد فشار په لاندې ډول دی:

$$w = 1{,}2 \;.\; 50 = 60 \text{ kp/m}^2$$
$$W = 21{,}0 \;.\; 60 = 1260 \text{ kp}$$

دا د یو مېګا پونډ (Megapond) څخه زیات دی. کوم د تعجب وړ نه دی، چې دغه دېوالونه د دا ډول قوي باد سره چپه شي. مونږ کولای شو چې ددې په برخه کې وروسته روښنايي واچوو. دلته فقط دومره روښانه کوو، چې د باد فشار کېدی شي چې زښت ډېر شي.
دا د ودانيو د پاره یو ډېر مهم وزن حسابېدی شي. دې د پاره ښه دقیق معیارونه دي چې ورکړل شوي دي، دا دلته په المان کې د المان د معیار جوړونکي مسؤلینو له خوا نه ټاکل شوي دي.

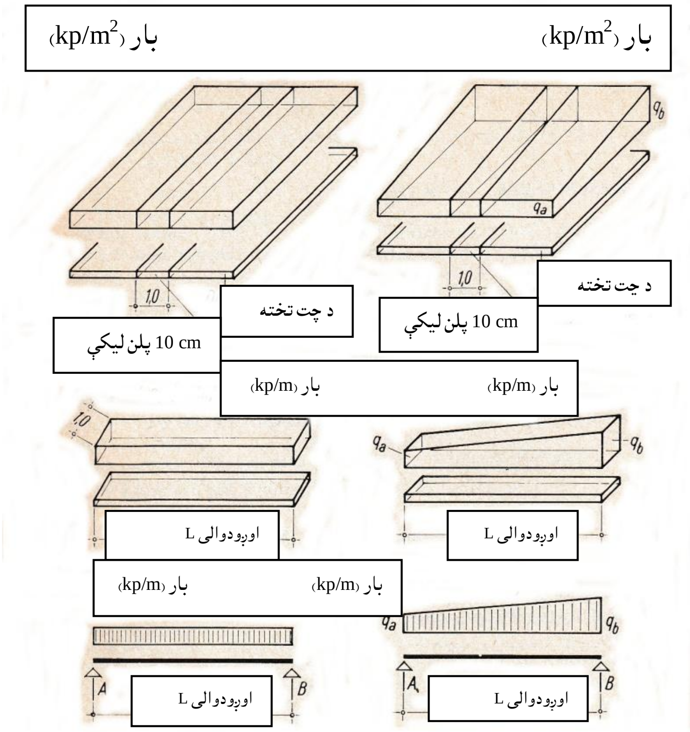
دریم فصل
په اوږدوالي (طولاني) بار (وزن) Streckenlast (Strip load)

د استوګنو په ودانیو کې بار (وزن) د سطحې واحد پورې مربوطه، د سطحې بار په حېث ورکول کیږي. چتونه، بامونه او دېوالونه سطحي شکلونه لري.
د یو ستاتکي ساده حالت د پاره، د مثال په ډول فقط یوې خوا (جهت) ته ټینګ شوې د اهن کانکرېټ چت په هغه وخت کې ساده محاسبه کیږي، کله چې سړی د دا ډول چت سطح د یوې اوږدې مقطع په حېث په نظر کې ونیسي. سړی دغه سطحي اوږوده شوي تختې ځان ځان ته یود بل څخه بېل شوو لیکو باندې تقسیموي. دې سره سړی ځان ته یو بل ته نږدې ډېر تیرونه تر لاسه کوي. د دغو لیکو پلنوالی په b سره ښودل کیږي، چې د دغو لیکو وزن په لاندې ډول دی:

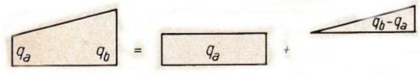
$$q_b = b \cdot q \text{ (kp/m)}$$

په دغې فرمول کې: q_b په اوږودوالي یا لیکه یې وزن د یو تیر چې پلنوالی یې b وي په (kp/m).

q د سطح واحد پورې مربوطه وزن دی.
که چېر ته د دا ډول سطح واحد د ټول په نظر کې نیول شوي سطح د پاره یو ډول وي، نو دا بیا په نظر کې نیول شوي چتونو لیکو د پاره هم دی، کوم چې مونږه لکه د تېرونو په شان نور هم څېړلی شو.
په ساختماني ستاتیک کې لا زیات ساده کوونې د پاره ځانګړي باروړونکي عناصر د محورونو سره ښودل کیږي، خو کوم چې مونږ ددې مخه نه شو نیولی، تل په اخره کې د ساختمان د پراخېدنې (انبساط) په برخه کې فکر وشي او ددې څخه منځ ته راغلي ساختماني وظیفې ښه پوره وسیع په نظر کې ونیول شي.
اوس نو باید وزن په ټولې سطح ثابت لوی نه اوسي، ولو که دا په اکثرو حالاتو کې په ودانیو کې وي. کېدی شي چې هر یو په خپلې خوښې تقسیم شي. مونږه کولای شو چې لاندې انځورونو کې فقط دوهم انځور د مقایسې په حېث په یو ساده حالت کې غوره کړو.
د ذوذنقې په شکل په اوږدو (طولاني) وزن کېدی شي چې په ټول اوږودوالي (طول) چې ثابت لوېوالی ولري، طولاني وزن (q_a) تقسیم شي او یو درې کنجه ډوله تقسیم شوی وزن، کوم چې په کیڼې (چپ) تیر اخر کې صفر دی او د ښي په اخره کې $q_b - q_a$ جوړوي.



دوهم انځور: د ذوذنقه یې وزن لاندې د چت لیکه — اول انځو: د یو ډول لیکه یې وزن لاندې د چت لیکه



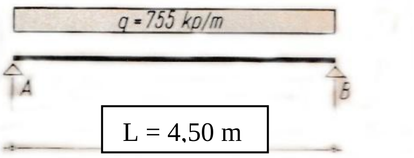
دریم انځور: د یو ذوذنقه یې وزن تقسیمات په مستطیلي وزن او په مثلثي وزن

دلته مونږ کولای شو چې په یو عملي مثال باندې کار وکړو. د همدغې هدف د پاره مونږه یوه د استوګنې ودانۍ د چت سره د دوهم انځور له مخې انتخابوو. دې نه وروسته په لاس راځي:

دوامداره بار (وزن) (زیات شوی)	$g = 480\ kp/m^2$
مؤقتي بار (وزن) د سپک دېوال سره	$p = 275\ kp/m^2$
مجموعي بار (وزن)	$q = 755\ kp/m^2$

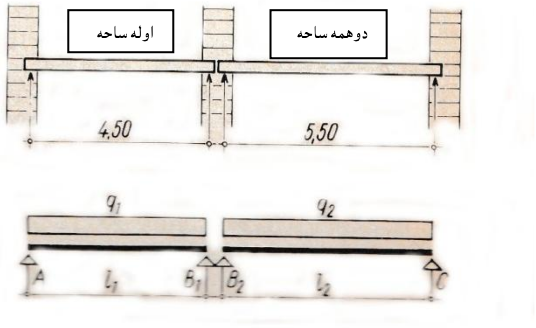
د یو متر (1,0 m) پلنوالي سره دغه $q = 1,0\ m\ .\ 755\ kp/m^2 = 755\ kp/m$ لاس ته راځي.
مونږ مخکې د مخکې د دغې لیکه یې وزن اوږودوالی $L = 4,5\ m$ خیالي په نظر کې نیسو، کوم چې دا مونږ ته مکمل پردی نه ښکاري، په لاندې څلورم انځور کې ښودل شوی:

څلورم انځور: د L = 4,5 m اوږودوالي او د يو ډول ليکه يي وزن q = 755 kp/m سره د چت پټلۍ



په لاندې پنځم انځور کې د يو کور عرضاني مقطع ښودل شوې، دا د يو پوړ (منزل) د پاره دی، چې ددې د چت تختې تياره جوړې شوي، او دغه تختې د منځني دېوال په منځ کې راځي چې يو د بل سره نه دي نښتي.

پنځم انځور: په يو استوګنځي کې جتونه



که مونږ سم ورته ځير شو نو دا تر لاسه کوو ، چې د هر چت وزنونه نيمايي کيڼ (چپ) او ښي خوا ته تقسيمېږي، که چېرته دغه د وزنونو شکل يو تناظر جوړ کړی وي. ددې مانا (معنی) داده، چې د يو چت د پټلۍ مجموعي وزن د هر دواړو نيمايي بار وړونکي ځای باندې راشي.

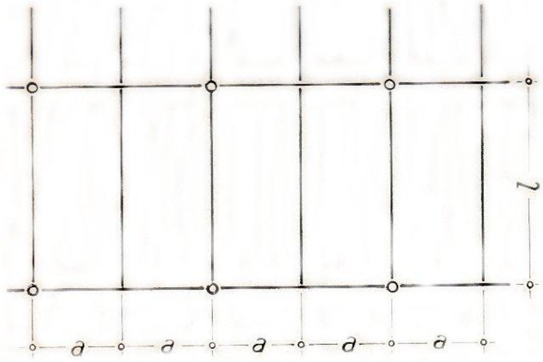
$$Q_1 = q_1 \,.\, L_1 = 755 \,.\, 4{,}50 \approx 3400\ kp$$
$$Q_2 = q_2 \,.\, L_2 = 755 \,.\, 5{,}50 \approx 4160\ kp$$
$$A = 0{,}5 \,.\, Q_1 = 0{,}5 \,.\, 3400 = 1700\ kp$$
$$C = 0{,}5 \,.\, Q_2 = 0{,}5 \,.\, 4160 = 2080\ kp$$

$$B_1 = A \qquad = 1700\ kp$$
$$B_2 = C \qquad = 2080\ kp$$

$$B = B_1 + B_2 \qquad = 3780\ kp$$

مونږ د دغې ودانۍ په عرضاني مقطع کې دېوالونه داسې په نظر کې نيسو ، چې د کيڼې خوا بيروني دېوال په هر متر کې 1700 kp ، د ښي خوا بيروني دېوال په هر متر کې 2080 kp او منځنی دېوال په هر متر کې 3780kp د چت د وزن تر اغيزې لاندې وي. که چېرته بار (وزن) نيونکي قوې A, B او C د ځانګړو وزنونو (kp) په حېث د محاسبې څخه منځ ته راغلی وي، نو دغه د بارېدونکي ځای د پاره دېوالونه ليکه يي (طولاني) وزنونه دي، کوم چې دا د يو متر (1,0 m) پلنوالي سره نيول کيږي.

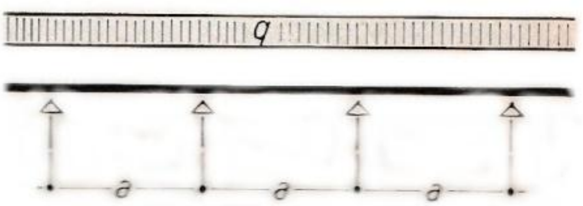
یو بل مثال په لاندې ډول ښودل کیږي، چې دا د یوې مغازې چت پورې اړه لري. دغه کلک د اهن کانکریټ څخه تخته په دوه سره T (Doppel T) بار وړونکي تیر باندې پرته ده، کوم چې ددې فاصله a = 3,5 m ده. د دغې تیر اوږدوالی L = 7,00 m دی. د دغې چت یوه مقطع په لاندې انځور کې ښودل شوی:



د دفترونو په ودانیو کې د چتونو د پاره دریم مثال ورکړل شوی دی. هلته د دغې اوږدوالي د پاره 10 cm د چت ډبلوالی کفایت کوي، په هغه صورت کې چې همدغه په نظر کې نیول شوی بار (وزن) ولري. خو بیا هم په دې شرط، چې دغه د اهن کانکریټ څخه تخته د باروړونکي تیر په سر داسې پروت اوسي چې د کږېدو په مقابل کې ښه ټینګ اوسي. که نه نو باید دغه تخته ډبله اوسي. مونږ کولای شو چې دغه وزن په لاندې مثال کې وڅېړو:

دوامداره بار (وزن) (زیات شوی)	$g = 420\ kp/m^2$
مؤقتي بار (وزن) د سپک دېوال سره	$p = 325\ kp/m^2$
مجموعي بار (وزن)	$q = 745\ kp/m^2$

د یو متر (1,0 m) پلنوالي سره دغه $q = 1,0\ m\ .\ 745\ kp/m^2 = 745\ kp/m$ لاس ته راځي.
که چېرته د باروړونکي تیر په سر د تختې اغیزه په دغې تیر په سر متناظر نه اوسي، مونږ کولای شو چې د اضافي پاملرنو د پاره دغه وړوکی غبر دقیقوالی په نظر کې ونه نیول شي. په ټولو ساحو کې د تختو مساوي اوږدوالي سره د DIN 1045 معیار د اهن کانکریټ ټاکنې له مخې په څرګند ډول منځ ته راځي، که چېرته دا د دوو څخه زیاتې ساحې ولري، لکه لاندې انځور چې د چتونو د تختو وزن د پاره ورکړل شوی:



مونږ کولای شو دې څخه دا نتیجه واخلو ، چې د یوې تختې په لیکې باندې پروت وزن نیمایي کینې خوا ته او نیمایي ښي خوا ته لاندې په بار وړونکي تیر باندې تقسیمیږي. په یو بار وړونکي فاصلې a کې

0,5 . a . q (kp/m)

د باروړونکي تیر په سر یوې ډډې ته د یوې ساحې د یوې برخې په حېث دی. ددې د پاره چې بلې ډډې ته د همدې په شان حالت غوره کړي، نو لاندې باروړونکی تیر د همدغې برخې په اندازه بار شي، نو دلته مونږ د لاندې باروړونکي تیر په سر چتونه د وزن په حېث لرو:

a . q (kp/m)

د اهن کانکریټ څخه تخته باید د دوه سره T (Doppel T) بار وړونکي تیر په منځ کې ورکړل شي. که څه هم دا یوه پخوانۍ ساختماني طریقه ده، خو لا هم ګټې لري. هغه دا چې دا د چت ساختماني لوړوالی کموي او ارزانه تمامیږي. ددې د ورن څېړنه په دې ډول ده:

a) د چت څخه $a . g = 3{,}50 . 745 \approx 2608$ kp/m

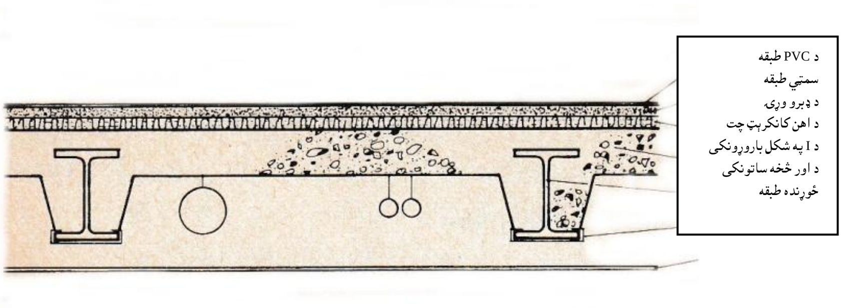
b) خپل وزن او بندوونه $= 252$ kp/m

مجموعي $g \approx 2860$ kp/m

که غېر ددې نه یا مکمل بل ډول د چت ساختمانونه قبول کړو ، نو دلته باید فقط په دوه مثالونو کې د بار (وزن) زیاتوالی په مفصل ډول تشریح شي. په دغه دوهم مثال کې د چت په باروړونکي کې تقریباً 3 Mp په هر متر کې له منځه ځي. د چت باروړونکي مکمل وزن په لاندی ډول دی:

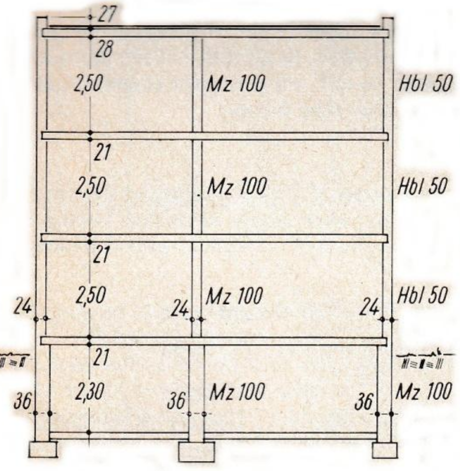
$$Q = q . L = 2860 . 7{,}0 \approx 20020 \text{ kp}$$

لاندې انځور په فولادي باروړونکي باندې د اهن کانکریټ څخه د چت عرضاني مقطع ښايي



دلته زښت ډېر وزنونه دي، کوم چې مقايستاً د متوسطو ساختمانونو څخه نيول کيږي. ددې برخې په اخره کې يو بل ليکه يې وزن په نظر کې نيسو، ځکه چې دا د ليکه يې بنسټونو (تهدابونو) وزن دی، کوم چې د باروړونکو دېوالونو لاندې دي. د همدې هدف د پاره مونږه يوه د استوګنې ودانۍ د تاکاو، د ځمکې د سطح پوړ (منزل)، او دوه نور سرني پوړه (منزلونه) په نظر کې نيسو. بام يې هوار دی.

د يو استوګنځي د منځ څخه عرضاني مقطع په دې انځور کې ښودل شوې



ټول دېوالونه يې د تاکاو په سر 24 cm ډبل او دواړو خواوو ته اخېړ (پلستر) شوی دی. بيروني دېوالونه سوري لرونکي بلاکي خښتو څخه جوړې شوي او دلته په نظر کې نيول شوي داخلي دېوالونه د پخو خښتو څخه جوړې شوي دي. د تاکاو ټول دېوالونه 36 cm ډبل دي او د پخو خښتو څخه جوړې شوي. يوائې د بيروني دېوالونو بيروني برخې اخېړ شوي دي.

دا چې دا په ځانګړي ډول د يو ساده محاسبې پورې اړه ولري، نو د کړکۍ ګانو او دروازو ځايونه ورڅخه نه ويستل کيږي.

هوار بام يو مثال د تود بام او چتونه يې د دوهم فصل د استوګنو کورونو د دوهم مثال سره مطابقت کوي.

په اوله کې غواړو چې د دېوالونو وزنونه وڅېړو:

د سوري لرونکي بلاکي خښتو 50 څخه دېوال d = 24 cm،

دواړو خواوو ته 1,5 cm ډبل اخېړ:

0,24 . 1200 + 2 . 0,015 . 1800 = 288 + 54 = 342 kp/m^2

د پخو خښتو 100 څخه دېوال d = 24 cm،

دواړو خواوو ته 1,5 cm ډبل اخېړ:

0,24 . 1800 + 2 . 0,015 . 1800 = 432 + 54 = 486 kp/m^2

د پخو خښتو 100 څخه دېوال d = 36 cm،

بې اخېړه

0,36 . 1800 =648 kp/m^2

د پخو خښتو 100 څخه دېوال d = 36 cm،

يوې خوا ته د 1,5 cm ډبل اخېړ:

0,36 . 1800 + 0,015 . 1800 = 648 + 27 = 675 kp/m^2

د ليکه يي بنسټ (تهداب) د پاره د وزن څېړنه:

کيڼې خوا ته بيروني دېوال

بام 0,5 . 4,50 . 0,575	= 1,30 Mp/m
چت 3 . 0,5 . 4,50 . 0,755	= 5,10 Mp/m
دېوال d = 24 cm	
(0,27 + 0,28 + 2,50 + 0,21 + 2,50 + + 0,21 + 2,50 + 0,21) . 0,342	= 2,97 Mp/m
دېوال d = 36 cm	
2,30 . 0,675	= 1,55 Mp/m
مجموعه	= 10,92 Mp/m

ښي خوا ته بيروني دېوال

بام 0,5 . 5,50 . 0,575	= 1,58 Mp/m
چت 3 . 0,5 . 5,50 . 0,755	= 6,23 Mp/m
دېوال d = 24 cm	= 2,97 Mp/m
دېوال d = 36 cm	= 1,55 Mp/m
مجموعه	= 12,33 Mp/m

منځنی دېوال

بام 0,5 . (4,50 + 5,5) . 0,575	=	2,87 Mp/m
چت 3 . 0,5 . (4,50 + 5,5) . 0,755	=	11,32 Mp/m
دېوال d = 24 cm		
3 . 2,50 . 0,486	=	3,65 Mp/m
دېوال d = 36 cm		
2,30 . 0,648	=	1,49 Mp/m
مجموعه	=	19,33 Mp/m

پام نیونکي او لوستونکي دا په نظر کې نیسي، چې په هغه ځای کې، چېرته چې چتونه په بیروني دېوال کې ننوځي، نه د دېوال د پاره او نه د اخېر د پاره ددې وتنه کېدونکې ده. دغه نا دقیقوالی بیا هم کمه اغیزه لري او کېدی شي چې ورځخه کار واخستل شي، کوم چې په محاسبه کې ساده پاتې کیږي.

دا په دې ډول خلاصه کوو: په لیکه یي بنسټ (تهداب) باندې لاندې ورکړل شوي لیکه یي وزنونه له منځه وړل کیږي:

کیڼې خوا ته بیروني دېوال	q = 10,92 Mp/m
ښي خوا ته بیروني دېوال	q = 12,33 Mp/m
منځنی دېوال	q = 19,33 Mp/m
مجموعه	= 42,58 Mp/m

ددې ځخه مطلب دادی، چې د ودانۍ هر متر د ودانۍ لاندې ساختماني بنسټ باندې د 40 Mp ځخه زیات بار (وزن) واردوي. د مثال په ډول د 15 m اوږدوالي سره تقریباً 600 Mp وزن راځي، یا دا وزن د 10 برقي اورګاډو منځني لوېوالي سره برابر دی.

څلورم فصل

د بار (وزن) څېړنه، د ځمکې کېمنډنه او ساده بنسټ (تهداب)

Lastermittlung, Bodenpressung und einfache Fundament
(Load inquiry, ground pressure and an easy foundation)

د پوتنسيال د تفاوت لغت څخه سړی دا مطلب اخلي، چې دا د سطح د واحد پورې مربوطه قؤه ده. ددې د پاره د يوناني تورو څخه د Ơ توری انتخاب شوی. د رياضي له مخې دا په لاندې ډول تعريفيږي:

$$Ơ = P / F \ (kp/m^2)$$

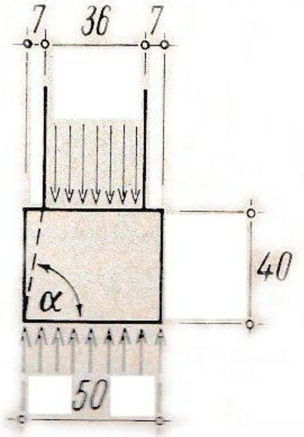
د راښکنې د پوتنسيال تفاوت څخه سړی داسې پوهېدی شي، چې دا د عرضاني مقطع تر اغيزې لاندې د پوټنسيال توپير دی، چې د فشار د پوتنسيال تفاوت په خلاف د لګېدنو سره، د چخپيتوونو سره يا په لنډونې سره يو عاقبت لري. په خاص ډول سړی دا د ځبېښلو سره د بنسټ (تهداب) لاندې د پوتنسيال تفاوت ښايي چې په عمومي ډول دې ته د ځمکې ځبېښنه وايي. ددې د پاره د p توري څخه کار اخستل کيږي. مونږ غواړو چې دلته د ځمکې د ځبېښنې سره ځان مصروف کړو.

د دريم فصل په اخره کې د يوې ودانۍ د ليکه يي بنسټ د وزن څېړنه وشوه. د دواړو بيروني دېوالونو ته بايد ځان ځان ته پاملرنه وشي، دا چې هلته ډېر وزنونه لري نظر کېڼ دېوال ته. د ليکه يي بنسټ پورتني څنډې ته لاندې ورکړل شوی وزن څېړل کيږي:

ښي خوا بيروني دېوال — $q = 12330$ kp/m

منځنی دېوال — $q = 19330$ kp/m

د 50 cm پلنوالي سره ليکه يي بنسټ



د ښي خوا بيروني دېوال د پاره ليکه يي بنسټ:

بار (وزن)

د دېوال څخه $q = 12330$ kp/m

خپل بار (وزن) 0,5 . 0,4 . 2300 = 460 kp/m

مجموعه $q = 12790$ kp/m

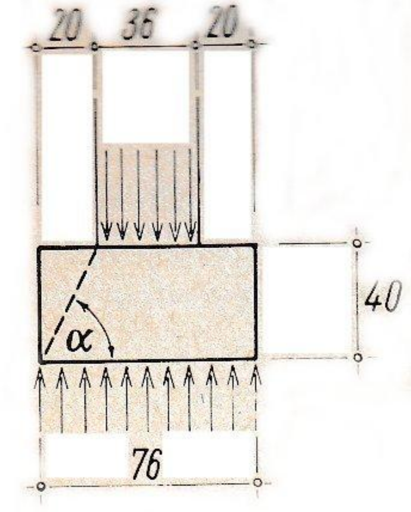
هغه سطح، کوم چې د هغې په سر په ېو متر اوږدوالي سره د ځمکې ځېښنه منځ ته راځي:

$$F = 50 \cdot 100 = 5000 \text{ cm}^2$$

په دې اساس د ځمکې ځېښنه په لاندې ډول ده:

$$\sigma = 12790 : 5000 = 2{,}6 \text{ kp/cm}^2 = 26{,}0 \text{ Mp/m}^2$$

د منځني دېوال د پاره ليکه يي بنسټ



د 76 cm پلنوالي سره ليکه يي بنسټ

بار (وزن)

د دېوال څخه $q = 19330$ kp/m

خپل بار (وزن) 0,76 . 0,4 . 2300 = 700 kp/m

مجموعه $q = 20030$ kp/m

هغه سطح، کوم چې د هغې په سر په ېو متر اوږدوالي سره د ځمکې ځېښنه منځ ته راځي:

$$F = 76 \cdot 100 = 7600 \text{ cm}^2$$

په دې اساس د ځمکې ځېښېنه په لاندې ډول ده:

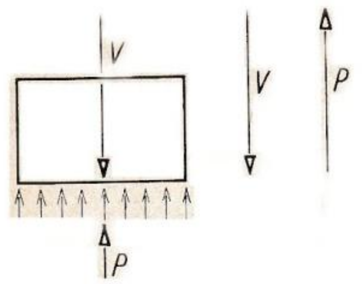
$\sigma = 20030 : 7600 = 2,6\ kp/cm^2 = 26,0\ Mp/m^2$

دغه موجوده د ځمکې ځېښېنه د اجازه ورکړل شوي ځمکې ځېښېنې په مقایسه ده او دې ته اجازه نه شته چې ددې څخه زیات شي. په DIN 1054 معیار کې اجازه ورکړل شوې د ځمکې ځېښېنه ورکړل شوې ده. ددې نه فقط یوه لنډه برخه چې په راتلونکي جدول کې ښودل شوې.
تر یو متر (1 m) ژور بنسټ د پاره اجازه ورکړل شوی د ځمکې ځېښېنه د لیکه یې بنسټ (تهداب) د پاره هم اعتبار لري، کوم چې د هغې لاندینۍ څنډه د یو متر (1 m) څخه کم د تاکاو د ځمکې د فرش څخه لاندې پرته وي، که چېرته د تاکاو د ځمکې فرش په واسطه او د تاکاو په عرض ورکړل شوي دېوالونو په واسطه د لیکه یې بنسټ کې د ډډه کېدنې څخه مخنیوی شوی وي.
مونږه ګورو، چې زمونږ لیکه یې بنسټ په کافي ډول اندازه شوی دی، کله چې دا د یو ساختماني بنسټ په حېث د ډبلې شګې نه تر کرېږ پورې پکې موجود وي. د دا ډول بنسټ (تهداب) د پاره خاص مجهزولو ته ضرورت نه شته، دلته د لیکه یې بنسټ راوتلې برخې د دېوال د پلنوالي څخه پورته کم دی. دا د بیروني دېوال لاندې فقط 7 cm دی او د منځني دېوال لاندې، کوم چې ډېر تر فشار لاندې دی، فقط 20 cm نیول کېږي. تر 40 cm پورې لوړ د پاره قوه باید داسې تقسیم شي، چې د راښکنې د پوتنسیا تفاوت نومول شوي اندازه د بنسټ (تهداب) په لاندینۍ څنډه کې رانه شي.
که چېرته کنج (زاویه) α د $60°$ څخه کم وي، باید سړی د بنسټ د ډډو راوتلې برخې لکه د کمیس د غاړې (یخن) په شان مجهز شي. د $60°$ زاویې سره د راوتلې برخې لوړوالي د tan α = 1,73 نسبت سره مطابقت کوي. ددې معنی داده چې لوړولی باید کمترکمه 1,73 واره د راوتلې برخې اوسي، که چېرته سړی د بنسټ د عرض مجهزونې څخه صرف نظر کېدل غواړي. د زښت ډېر عملي سوچ څخه سړی دا ډول لیکه یې بنسټ هم د یو ساده ځنځیر په حېث نومولی شي، دې سره سره بیا هم یوه مجهزېدنه، یو او دوه د اوږود جهت ته ورکول کېږي. کېدی شي چې ساختماني بنسټ یا کنده د ساختماني کندې په جوړولو کې خراب شوی وي، نو بیا هم فقط یو سپکه مجهزیدنه د مختلفو ناستو لږ څه مخه ونیسي. غېر ددې نه کانکرېټ هم ددې پالنه کوي، کوم چې په هغه کې سیخان ورکړل شوي دي، او نور هم ښه دادی چې ددې کېفیت ښه وي.

اجازه ورکړل شوې د ځمکې ځېښنه				
د ځمکې د کندنې ژوروالي کې تر (m)		د بنسټ یا کندې په پلنوالي کې اجازه ورکړل شوی σ په (m) تر		
د ځمکې ډول (رقم)		5,00 10,00	1,00	0,40
شګلنه ځمکه				
د نرۍ شګې څخه تر متوسطې شګې پورې	0,50	2,5 3,0	2,0	1,5
	1,00	4,0 5,0	3,0	2,0
	2,00	5,0 6,0	3,5	2,5
ځګه شګه تر کربړ پورې	0,50	4,0 5,0	3,0	2,0
	1,00	5,0 6,0	3,5	2,5
	2,00	6,0 8,0	4,5	3,0
لوېې ډبرینې تختې				
طبقه یي ډبرې		15 (درز درز شوي 7,5)		
ډکون شوي ډبرې		30 (درز درز شوي 15)		
نښلېدونکې ځمکه				
اسانه اغږل کېدونکی، پوست (نرم)		2,4		
سخت اغږل کېدونکی، شخ		1,0		
نیم کلک		2,0		
کلک		4,0		

بل دا چې مونږه د ځمکې د ځېښنې په څېړنه کې د موازنې یا توازن سوالونه حل کړل: ددې د پاره چې د دغې موازنې شرط $\sum V = 0$ تر لاسه کړای شو، او مونږه د ځمکې د ځېښنې د پاس څخه راغلي پېژندل شوي عمودي قوو څېړنه کړې وه، چې د هغې لنډیز (خلاصه) داسې لوی دی لکه د همدغې عمودي قوې په شان. ددې معنی داده چې د ځمکې د ځېښنې نتیجه دومره لویه ده لکه د عمودي قوې په شان په مساوي اغیزې لرونکې لیکو متقابل ورکړل شوي دي.

مونږه کولای شو چې په همدې ډول نظر د دېوال او د کانکرېټ تر منځ درز د پاره هم ورکړو او بیا پوهیږو چې په دېوال کې ځبېښنه منځ ته راځي. ددې د پاره مونږ منځنی دېوال انتخابوو، کوم چې زمونږ په مثال کې ټول د تاکاو دېوالونه دي او د جنسیت ښه والی ټول یو ډول دي، خو بیا هم په منځني دېوال باندې وزن یا فشار زښت ډېر دی. طبعي ده چې باید مونږ د لیکه یې بنسټ د وزن څخه صرف نظر شو.
په یو بنسټ (تهداب) کې د وزن او فشار موازنه په لاندې انځور کې ښودل شوی:



په پورته انځور کې بار (وزن) $q = 19330$ kp/m سره او مساحت یې، کوم چې د دغه بار (وزن) ورباندې راځي $F = 36$ m . 100 m = 3600 m^2 دی.
د دېوال او کانکرېټ تر منځ په درز کې ځبېښنه یا فشار په لاندې ډول دی:

$$O = q : F = 19330 : 3600 = 5,4 \text{ kp/cm}^2 = 54 \text{ Mp/m}^2$$

دلته د انتخاب شوي دېوال د پاره فاصلې د اجازه ورکړل شوي غوښتنو پورې اړه لري، چې څنګه زمونږ له خوا نه لیدل کیږي. مونږه بیا د دېوال په برخه کې خپل نظر پرېږدو، دلته مونږ د ځمکې د ځبېښنو پورې مربوطه په عادي حالاتو کې د بنسټ (تهداب) سره ځان مشغولول غواړو.
په دغه موقع کې غواړو چې مونږ مرستندویه مواد تیار (تهیه) کړو، ددې د پاره چې د ساختمانونو وزن، کوم چې ددې په سر چتونه راځي، دا د ټولو منزلونو په منځونو کې دېوالونه او پایې، مخه نیونکي ساختمانونه او بنسټونه (تهدابونه)، کوم چې د اټکل په ډول څېړل کیږي، مونږ نه غېر د ساختماني ستاتیک د مفکورې په دغې زده کړه کې د ساختماني عناصرو د پاره خپله ستاتکي ثبوت په نظر کې ونیول شي. دلته مهم فقط د

سیستم ټاکل دي، چې دا د کلکو ساختمانونو د پاره د چتونو اوږودوالی او د سکلټ ساختمانونو (چې ځانته پایې، تیرونه او چتونه وي) د پاره د پایو تر منځ فاصله ده.
دلته مونږه د تېر 3 فصل استوګنې ودانۍ په نظر کې نیولو یو ساده مثال سره شروع کوو. دغه کور تقریباً 10 m پلن دی. دا کور په یو متر مربع کې تقریباً 4 Mp وزن لري، نو په ټولو درېواړو تهدابونو باندې وزن د ودانۍ په هر متر اوږودوالي کې 40 Mp وو. دغه په پلنوالي (10 m) تقسیمېږي چې 4 Mp لاس ته راځي. د ټولو څلورو منزلونو د پاره سړی کوی شي چې ووایي: هر منزل او هر متر مربع مساحت د دغې کور وزن په متوسط ډول تقریباً 1 Mp جوړوي. دا ډول د ګټو په شمار په هر وخت کې جوړېږي. یو اټکل کوو، د مثال په ډول کله چې دا د تیرونو په سر وزنونو، د پایو په سر وزنونو او د تهدابونو وزنونو پورې اړه لري، څېړل کېږي. لاندې ورکړل شوی مثال مونږ په نظر کې نیسو:
د کینې خوا دېوال په سر د چت یوه برخه چې 2,25 = 4,50 . 0,5 دی، صورت نه مومي.
په څلورو چتونو کې

$q \approx 4 \,.\, 2{,}25 \,.\, 1{,}0 = 9{,}00$ Mp (چې دا 10,92 Mp حسابیږي)

د ښي خوا دېوال په سر د چت برخه

$$0{,}5 \,.\, 5{,}50 = 2{,}75$$

په څلورو چتونو کې

$q \approx 4 \,.\, 2{,}75 \,.\, 1{,}0 = 11{,}00$ Mp (چې دا 12,33 Mp حسابیږي)

د منځني دېوال د پاره د چت د وزن یوه برخه په لاندې ډول ده:

$$0{,}5\ (4{,}50 + 5{,}50) = 5{,}0 \text{ m}$$

$q \approx 4 \,.\, 5{,}00 \,.\, 1{,}0 = 20{,}00$ Mp (چې دا 19,33 Mp حسابیږي)

د نورو ودانیو د پاره، لکه دولتي ودانیو او مغازو سره همدا ډول چلند وشي. نظر د ساختمان ډول (رقم) ته په متوسط ډول $1{,}0$ Mp/m^2 زیات یا کم فرق منځ ته راتلی شي. په دا ډول ودانیو کې یوې خوا نه د استفاده کېدونکی وزن زیات دې، او بلې خوا نه په دې کې لوی دېوالونه کم جوړېږي، کوم چې دا لکه د ودانۍ سکلېټ په شان وي. هلته یوائې د ودانۍ مخ (Fassaden) د دېوال دي. نور پاتې ټول د کوټو بیلونکي سپک دېوالونه دي او یا په وړوکې پلان کې یوه مرکزي ټکی دې چې هغه د ساختمان د سکلېټ کلکولو وظیفه لري. دغه بار وړونکي دېوالونه په خاصه توګه په عمومي ډول د یو داسې اضافي اندازې څخه بهر پربښودل کېږي او ددې په ځای د ساختماني سکلېټ ځانګړي وزنونه

(پښتۍ او تیرونه) د چتونو سره یوځای محدودوي. په هغه ځایونو کې چې ساختمان د دېوالونو په واسطه تر فشار لاندې دي، سړی دا ډول ځایونه په خاص ډول په نظر کې نیسي.

همدا ډول مونږ په دریم فصل کې د یوې دولتي ودانۍ چت په یو تیر باندې په اوږدو (طولاني) وزن سره محاسبه کړ. اوس مونږ غواړو چې یوې ودانۍ ته د دا ډول چت سره یو نورمال بنسټ (تهداب) وروسته وټاکو. دې هدف د پاره مونږه یوه ودانۍ په نظر کې نیسو چې د اول پوړ (منزل) سره یوځای ټول لس (10) پوړه (منزله) دی. د ټولو نه پورته پوړ د چت په برخه کې مونږ څه وېینه نه لرو، بلکه دلته مونږه یو هوار چت فرظوو، کوم چې ددې وزن نظر نورمال پوړ (منزل) ته زیات نه دی. دا یو تصور دی، کوم چې دا په درندو هوار بامونو ساختمان کې منځ ته راځي. که چېرته سړی یو مؤقطي وزن د $200\ kp/m^2$ په اندازه د DIN 1055 معیار له مخې دا ډول حالت ته په نظر کې ونیسي، چې دغه بام د سپورت، تفریحي او نظارت هدف د پاره اوسي، نو دلته د سپکو دېوالونو اضافي لګښت د نظره غورځول کیږي.

اول مونږ دا معلوموو چې د هر پوړ پورې مربوطه د مؤقطي وزن سره یوځای د ساختمان وزن، یعنې عمومي وزن، کوم چې د ساختمان مخ ته راوتلي پښتۍ، د هر پوړ په متر مربع کې په نظر کې نه نیول کیږي.

په تېر دریم فصل کې د دولتي ودانیو چتونو د پاره یو مجموعي وزن $q_D = 745\ kp/m^2$ ټاکل شوی. علاوه ددې نه هلته د ژبګۍ (Aufstelzung[6]) سره یو تېر (کوم چې پر هغه چت راځي) خپل وزن یې $252\ kp/m$ دی، ورکړل شوی دی. اوس مونږ دا ډول په نظر کې نیسو، چې د ژبګۍ سره ددې خپل وزن په دې رقم نه ورکوو. دې د پاره ددې په مطابق د چت وزن لوړوو. د همدې هدف د پاره مونږ $252\ kp/m$ د چت نیونکو (تیرونو) تر منځ د چت په سطح په لاندې ډول تقسیموو:

$$\Delta q_1 = 252 : a$$
$$a = 3{,}50$$
$$\Delta q_1 = 252 : 3{,}50 = 72\ kp/m^2$$

لاندیني تیرونه، کوم چې د هغې په سر لکه د پورته مثال په شان دوه دانې چت نیونکې راځي، درانه دي. دلته مونږ د هغې خپل وزن د ژبګۍ سره $500\ kp/m$ نیسو، نو ددې یوه برخه په دې ډول ده:

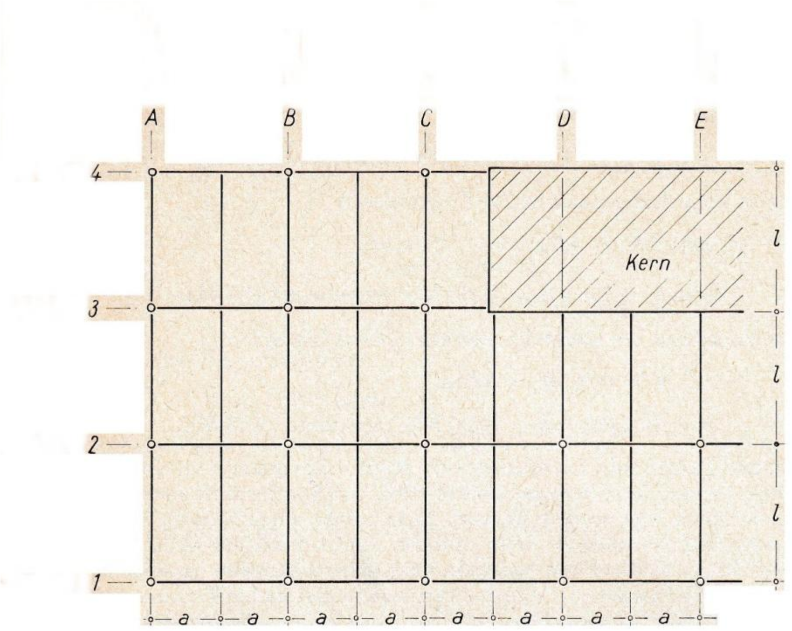
$$\Delta q_2 = 500 : l$$

[6]) Aufstelzung – دا یو ډول هواره اوسپنه ده چې د تیر په سر ورکول کیږي چې جګوالی یو برابر شي.

$$\Delta q_2 = 500 : 7,00 = 72 \text{ kp/m}^2$$

چې دلته $l = 7,00$ سره.

د یو سکلیټ کور بار وړونکي. دلته فقط د ودانۍ یو کنج ښودل شوی دی



دلته اوس د پایې یا تکیا وزن پاتې دی. طبعاً دا د ودانۍ د منزلونو تعداد او د منزلونو لوړوالي پورې اړه لري. د یو لس پوړه (منزله) ودانۍ د پاره چې د پوړ (منزل) لوړوالی یې 3,50 m وي، کېدی شي چې د لاندې ورکړل شوي مثال د پاره 1,9 Mp په هر پوړ کې د هرې پایې د پاره د استرونو سره ونیول شي. اوس مونږ دغه د پایو یا تکیا ګانو وزنونه په سطحو باندې تقسیموو، کوم چې د پایو دریځ دواړو خواوو ته ښودل شوی دی.

$$\Delta q_3 = 2000 : (2 \,.\, a \,.\, l)$$
$$\Delta q_3 = 2000 : (2 \,.\, 3,50 \,.\, 7,00) = 41 \text{ kp/ m}^2$$

زمونږ منځنۍ (متوسطه) نتیجه په لاندې ډول ده:

$q_D = 745 \text{ kp/m}^2$	چت
$\Delta q_1 = 72 \text{ kp/m}^2$	چت نیونکي (تیرونه)
$\Delta q_2 = 72 \text{ kp/m}^2$	لاندیني تیرونه
$\Delta q_3 = 41 \text{ kp/m}^2$	پایې یا تکیا ګانې
$q = 930 \text{ kp/m}^2$	مجموعه

مونږ دلته ګورو، چې د يوې ودانۍ په سکليټ کې هم، کوم چې د چت د سطحې متر مربع پورې مربوطه د يو پوړ (منزل) وزن 1,0 Mp دی. سره ددې چې دلته هيڅ کومه اندازه د دېوال وجود نه لري. د استفاده کولو په وخت کې وزن نه يوازې د چت مجموعي وزن زياتوي، بلکه زښت ډېر خپله د ساختمان وزن هم ډېريږي.
په پورته انځور کې ورکړل شوي د هر B_2, B_3, B_4, C_2, D_2 او د E_2 پايې يا تکيا باندې راغلي باروړونکو په سر راتلونکي نيمايې وزن دا ډول راځي، چې سرې ددې نه يوه اغيزناکه سطحه لاس ته راوړي، چې دا يو مستطيل شکل پرده جوړوي، چې ددې د ډډو اوږودوالی د پايو يا تکيا ګانو د فاصلې په واسطه منځ ته راځي. دلته مونږ ته يو مربع ډوله پرده په لاس راځي، چې دا يو مربع ډوله اغيزه لرونکې سطح ده چې د ډډو اوږودوالی يې l = 7,0 m سره دی، او مساحت يې په لاندې ډول دی:

$$F = l\ .\ l = 7{,}0\ \text{m}\ .\ 7{,}0\ \text{m} = 49{,}0\ \text{m}^2$$

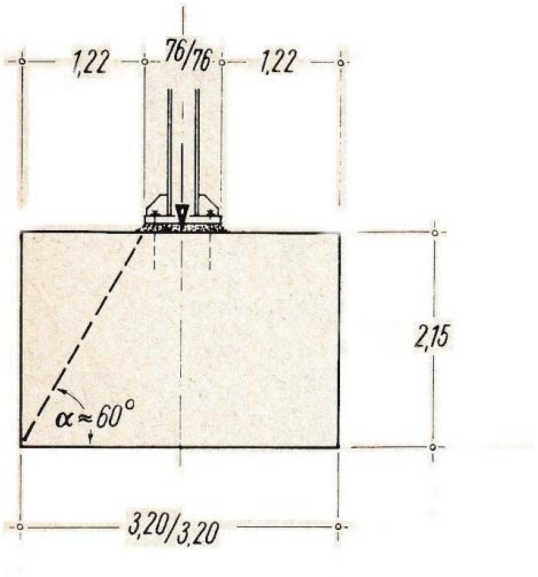
د دغې سطحې هر متر مربع پر پايو باندې $930\ \text{kp/m}^2$ وزن راوړي، چې دا په دې ډول دی:

$$P_1 = F\ .\ q = 49{,}0\ \text{m}^2\ .\ 0{,}93 \approx 46{,}0\ \text{Mp}$$

د لاندې پوړ (منزل) سره مونږ ټول لس (10) پوړه لرو، چې زمونږ د پايې لوړترين وزن، کوم چې دغه وزن بنسټ (تهداب) ته انتقالېدونکی دی، په دې ډول دی:

$$P = 10\ .\ p_1 = 10\ .\ 46{,}0 \approx 460{,}0\ \text{Mp}$$

لاندې ورکړل شوی انځور د منځنې پايې ځانته بنسټ (تهداب) دی، چې ددې وزن، د ځمکې ځېښنل والی او کنج په لاندې ډول پېدا کيږي:



بار (وزن):

پایه یا تکیا $p \approx 460{,}0$ Mp

بنسټ (تهداب) $3{,}2 \,.\, 3{,}2 \,.\, 2{,}15 \,.\, 2{,}3 \approx 50{,}0$ Mp

---

$P \approx 510{,}0$ Mp

د بنسټ (تهداب) مساحت:

$$F = 3{,}20 \text{ m} \,.\, 3{,}20 \text{ m} = 10{,}2 \text{ m}^2$$

د ځمکې ځبېښنه:

$$\sigma = P : F = 510 : 10{,}2 = 50{,}0 \text{ Mp/m}^2 = 5{,}0 \text{ kp/cm}^2$$

$$\tan_\alpha = 2{,}15 : 1{,}22 = 1{,}76$$

$$\alpha \approx 60^\circ$$

دلته هم کېدی شي چې لکه د استوګنې کور مثال په ډول، د ساختماني بنسټ په حېث، چې د شګي څخه تر کرېږ پورې جوړ شوی وي، نو دلته د ځمکې ځبېښنه د اجازه ورکړل شوي ساختماني بنسټ ژوروالی د 2,0 m څخه زیات او د بنسټ د جسم پلنوالی تر 3,2 m پوری وي، اجازه ورکړل شوی $\sigma = 5{,}3$ kp/cm^2 د جدول څخه اخستل کیږي.

لکه د استوګنې ودانۍ د مثال لیکه یې بنسټ غوندې مونږ کولای شو چې معلوم کړو، چې تر کومه حده پورې د ستنې د پښې او بنسټ (تهداب) تر منځ ځبېښنه څومره زیات دی. دغه د

ستنې پښنه یوه مربع ډوله ده چې د ډډو اوږودوالی 76 cm نیول کیږي. د دغې پایې مساحت، کوم چې پر بنسټ (تهداب) باندې ولاړ دی، په لاندې ډول دی:

$$F = 76\ \text{cm} \cdot 76\ \text{cm} = 5780\ \text{cm}^2$$

هغه وزن، کوم چې د پایو څخه په بنسټ (تهداب) باندې راځي 460 Mp ټاکل کیږي، چې دلته د ستنې د پښې سره په درز کې ځبېښنه په لاندې ډول لاس ته راځي:

$$\sigma = P : F = 460000 : 5780 \approx 80\ \text{kp/cm}^2 \approx 800\ \text{Mp/m}^2$$

دا یوه اندازه ده، کوم چې د بې سیخانو کانکریټ د پاره اوچته ده. د ستنو پښې باید لوی شي. دې سره د پایې دواړو ډډو ته راوتلې برخې کمیږي او دې سره کېدی شي چې د بنسټ (تهداب) لوړوالی کم وساتل شي. دلته کوم لوړوالی چې تر لاسه کیږي، هغه د ستنو په پښو کې بېرته ورکیږي (پټیږي). که چېرته سرې دا په ښه لګښت سره په کافي اندازه ټینګ جوړول غواړي، نو د مساحت په لویېدو سره ددې لوړوالی هم زیاتیږي. مګر دا یو لازمي شرط دی، چې په مساوي ډول د راښکنې تقسیمات په برخه کې مونږ چپ پاتې کیږو. که چېرته دا خپله د تیوري له لحاظه لانجه ور پریوزي، خو عملي فرق درلودنه یې کمه ده، په دې شرط چې بار (وزن) انتقالونکې سطح په کافي اندازه ټینګ یا کلک اوسي.
مونږ دا په نظر کې نیسو، چې د بنسټ (تهداب) د پاره، کوم چې غېر مجهز پاتې کیږي، هیڅ کوم اهن کانکریټ نه استعمالوو، بلکه یواځې کانکریټ چې جنسیت یې B 225 وي، نو د DIN 1047 معیار له مخې د ساختمان پر مخ وړلو د پاره کانکریټ، چې د ځبېښلو قابلیت یې $\sigma = 55\ \text{kp/cm}^2$ وي، ټاکل کیږي. دلته مونږ د پایو د وزن څخه نتیجه اخلو او د ستنو د پښو لازمي مساحت ټاکو.
که چېرته

موجوده σ $\sigma = P : F$ وي، نو بیا

لازمي F $F = P : \sigma$ سره دی.

که چېرته زمونږ د مثال عددونه پکې راولو:

نو $\sigma = 55\ \text{kp/cm}^2$ او $P = 460000\ \text{kp}$ دی

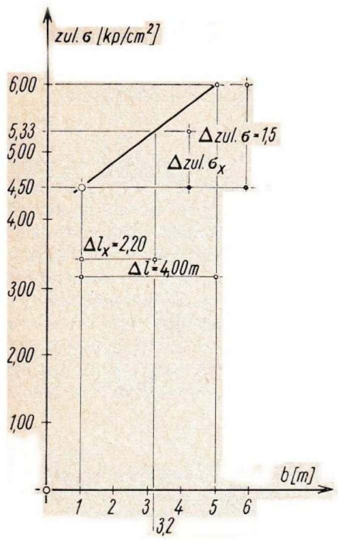
دلته لازمي F $F = 460000\ \text{kp} : 55\ \text{kp/cm}^2 = 8360\ \text{cm}^2$

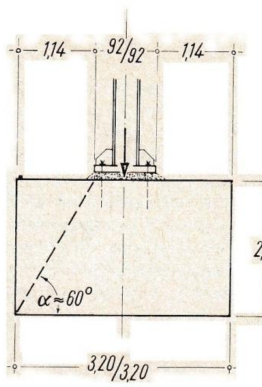
د یوې پایې مربع ډوله پښو د څنډو اوږودوالی a د لازمي مساحت F له مخې په لاندې ډول تر لاسه کوو:

$$a = \sqrt{F} = \sqrt{8360} = 91{,}4 \text{ cm}$$

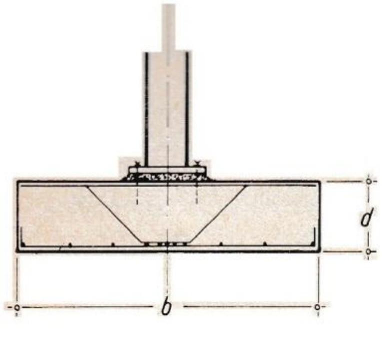
دغه اندازه مونږه a = 92,0 cm ته لوړو.

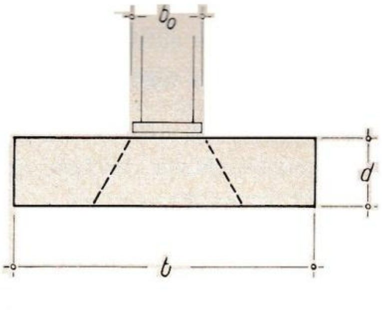
$$\tan_{\alpha} = 2{,}00 : 1{,}14 = 1{,}75$$
$$\alpha \approx 60^{o}$$



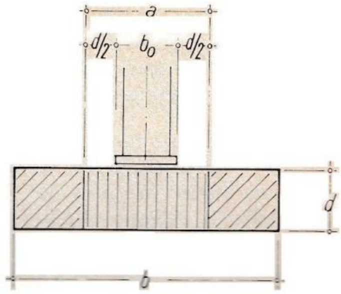


د مجهز شوي کانکرېټ څخه بنسټ (تهداب)، یعنې د اهن کانکرېټ څخه بنسټ کېدی شي چې ډېر پلن اوسي. ساختماني بنسټ ته د وزن انتقالونې د پاره ددې لوړوالي یا ډبلوالي ته کم ضرورت نه دی (ضرور نه دی چې بنسټ یا تهداب ډېر ډبل اوسي). د دغې بنسټ (تهداب لاندې زښت ډېر د راښکنې تشنج منځ ته راځي چې دا بیا په مناسب ډول مجهزونې سره (سیخبدني سره) له منځه وړل کیږي.





د منشور په واسطه د پښ هرم بدلونه	ښکته خوا ته د پښ هرم زور



د اهن کانکرېټ څخه هوار بنسټ (تهداب)

ددې د پاره چې خاص هوار بنسټ تر لاسه کړو، بيا هم د اهن کانکرېټ نظري امکانات کومه ګټه نه لري. د يوې خوا نه د مجهزېدنې برخه غېر مناسب لوړيږي، کوم چې عملاً د بنسټ (تهداب) په جوړولو کې ډېر خراب دی. بل خوا نه د نري بنسټ په وجه د پايې لاندې ورکړل شوي تختې ته خطر هم دی. دې سره د پايې د وزن لاندې د پخ هرم په شکل کانکرېټي برخه مخ په ښکته پلن فشار راوړي.

په ساده محاسبوي طريقې سره سړی د پخ هرم په ځای د منشور په شکل جسم ورکوی، دا داسې منځ ته راځي، که چېرته سړی د پايې شاوخوا، که دقيق وويل شي د ستن د پښې شاوخوا ته د بنسټ په نيمايي ډبل يوه فاصله ورکړل شي.

د مربع ډول بنسټ د پاره د منشور ډوله جسم د ډډې اوږدوالی په لاندې ډول پېدا کيږي:

$$a = b_o + 2\ (0,5\ .\ d) = b_o + d$$

او لوړوالی يې د بنسټ د ډبلوالي d سره برابر دی. د دغې منشور د پوښ مکمل مساحت په لاندې ډول دی:

$$F = d\ (b_o + d)$$

دلته سړی د دا ډول بيلونکي تختې تشنج، کوم چې د پوښښ په سطح اغيزه کوي او د پايې قوه د هغې په مقابل کې عمل کوي، د پايې د وزن P تقسيم د پوښښ په مساحت F لاس ته راځي:

$$\tau = P : F$$

دا د مساحت پورې مربوطه د قوې د تشنج نتيجه ده. دغه د بيلونکي تختې تشنج بايد د يو کانکرېټ د پاره چې جنسيت يې B 225 وي، يو نورمال کانکرېټ دی، اجازه ورکړل شوی تشنج بايد د $\tau = 9\ kp/cm^2$ څخه تجاوز ونه کړي. که چېرته سړی دا ډول اندازه په نظر کې نيسي، نو بايد د بنسټ (تهداب) د پاره لويه اندازه ولري.

دا زښت ډېر اټکلي محاسبه شوی. دلته باید د پایې د وزن څخه د وزن یوه برخه ایستل شوی وای، کوم چې د ځمکې فشار په حېث د منشور ډوله ساختماني بنسټ (کندې) باندې اغیزه کوي. دې سره خپله د ښېلونکي تختې قوه وړوکی کېږي. بل خوا نه ټوله مکمله ډبله تخته هم ورسره اغیزه نه کوي، دا چې د دقیقې محاسبې څخه تقریباً فقط کمې یو طرف شوې اغیزې ته تمه ده. خو په هر حالت کې دغه غېر دقیقوالی کم دې نظر اهن کانکرېټي ساختمان بل ډول محاسبې ته.

په هغه حالاتو کې، چېرته چې د B 225 کانکرېټ د پاره د ښېلونکي تختې تشنج لوی دی نظر τ = 9,0 kp/cm^2 ته، نو په دې صورت کې د پایې څخه راغلې ټوله قوه د میلاني او سپنې په واسطه د پایې یا تکیا لاندې ځوړندول کېږي. دا زښت ډېر اضافي لګښت دی. فقط په هغه حالاتو کې چې بله لاره نه وي، نو سړی دا ډول بنسټ (تهداب) نقشه کوي. د مثال په ډول د یو ساختماني کندې، کوم چې تل د یو پمپ په واسطه د ځمکې اوبه وباسي، د اوبو ساتلو دا ډول حل لارې قېمت حتماً په نظر کې نیول کېږي. دا چې د بنسټ ژوروالی نظر نورمال ته کم دی، نو په دې علت د اوبو اندازه کمه ده، کوم چې د پمپولو پورې اړه لري.

د سرحد وروستۍ برخه ، کوم چې د کانکرېټ د پاره چې جنسیت یې B 225 وي، د ښېلونکي تختې تشنج ته اجازه ده چې τ = 18,0 kp/cm^2 تر لاسه کړو. کله چې ټولې قوې خپله د مجهز شوي وسپنې په واسطه نیول کېږي، باید بنسټ (تهداب) ښه ډبل شي. که چېرته د تشنج د پاره د σ علامه ورکړل شوی وي، دلته ورکړل شوی د τ علامې څخه دا څرګندېږي، چې د ښېلونکي تختې تشنج په یو سطح عمود ولاړ دی.

اول مونږه کوښښ کوو چې زمونږ د پایې وزن د پاره یو د اهن کانکرېټ څخه بنسټ (تهداب) فقط 50 cm ډبل انتخاب کړو. د ډډو اوږودوالی کېدی شي چې همدا ډول پاتې شي. د بنسټ خپل وزن د پاره فقط یوه وړه برخه په مجموعي وزن کې تغیر خوري. د اهن کانکرېټ بنسټ خپل وزن کم دی. مجموعي وزن هم یوه اندازه کمېږي، او دې سره د ځمکې فشار هم یوه اندازه کمېږي.

په اهن کانکریټي ساختمانونو کې اجازه ده چې د کانکرېټ په پورتنې څنډې او د ستنې د پښې د څنډې تر منځ تشنج یا فشار زیات منځ ته رانه شي. د 80 kp/cm^2 شاو خوا ، لکه څنګه چې مونږ دا د کانکرېټي بنسټ په اول اقدام کې تر لاسه کړی وو، د اهن کانکرېټ څخه بنسټ د پاره چې د کانکرېټ جنسیت یې B 225 وي، کوم اعتراض نه شته. په منځو منځو کې تر هغه اندازې پورې سړی په نظر کې نیسي، کوم چې دا تقریباً تر 100 kp/cm^2 پورې دی. مونږه کولای شو چې د وړوکي ستن پښې د ډډې اوږودوالی 76 cm اساس ونیسو. نو دلته زمونږ د منشور د ډډې اوږودوالی په دې ډول دی:

$$a = 76 \text{ cm} + 50 \text{ cm} = 126 \text{ cm}$$

او ټوله احاطه يې:

$U = 4 . 126 \text{ cm} = 504 \text{ cm}$ يا 5,0 m نيول کيږي.

د $d = 0{,}5$ m ډبلوالي سره د ټول پوښښ مساحت په دې ډول دی:

$$F = 5{,}0 \text{ m} . 0{,}5 \text{ m} = 2{,}5 \text{ m}^2$$

دې سره مونږ د ببلونکي تختې تشنج په لاندې ډول تر لاسه کوو:

$$\tau = 460 \text{ Mp} : 2{,}5 \text{ m}^2 = 184 \text{ Mp/m}^2 = 18{,}4 \text{ kp/cm}^2$$

مونږه ګورو چې دا بنسټ نرې دی، د ببلونکي تختې د پاره خطر دی. بل دا چې د کړېدو مومنت جوړوي. نو د راښکنې فشار نيونه د مجهزې اوسپنې په واسطه نيونه فقط په زښت ډېر لګښت سره امکان لري. مونږ کوښښ کوو چې يو بنسټ پيدا کړو چې په هغې کې $\tau = 9{,}0$ kp/cm^2 د ببلونکي تختې په حېث تجاوز ونه کړي. اوس مونږ يو بنسټ (تهداب) د 80 cm ډبلوالي سره څېړو. دلته زمونږ د منشور د ډډو اوږدوالی نور هم زياتيږي.

$$A = 76 \text{ cm} + 80 \text{ cm} = 156 \text{ cm}$$

او ټوله احاطه:

$$U = 4 . 156 \text{ cm} = 624 \text{ cm} = 6{,}24 \text{ m}$$

د $d = 0{,}8$ m ډلوالي سره د پوښښ مساحت لا زياتيږي:

سره $F = 6{,}24 \text{ m} . 0{,}8 \text{ m} = 5{,}0 \text{ m}^2$

دې سره مونږ د ببلونکي تختې تشنج په لاندې ډول تر لاسه کوو:

$$\tau = 460 \text{ Mp} : 5{,}0 \text{ m}^2 = 92 \text{ Mp/m}^2 = 9{,}2 \text{ kp/ cm}^2$$

چې دغه اندازه تقريباً اجازه ورکړل شوی τ دی.

په دغې اندازه کوونې سره د تاوېدنې مومنت هم کوم مشکلات نه کوي. مونږه کولای شو چې دلته دا ډول په نظر کې ونيسو، چې يو مجهز شوی بنسټ (تهداب) نظر غېر مجهز شوي ته فقط کم د جګوالي په نيمايي استعمال شي.

مونږه بايد نور هم دا په نظر کې ونيسو، چې يو هوار مجهز شوی بنسټ د غېر مجهز شوي بنسټ په مقايسه ساختماني ژوروالی کم لري. په شګلنه ځمکه کې کېدی شي چې کم اجازه ورکړل شوي د ځمکې ځبېښل والی او دې سره د ډډو په اوږدوالي کې زياتوالی راشي.

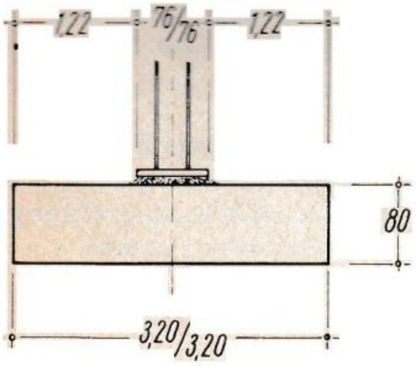
که چېرته دا ډول نه وي، چې هوار بنسټ په همدغې ژوروالي سره لکه کتله يې بنسټ په شان وي، نو زمونږ په مثال کې بايد اجازه ورکړل شوي د ځمکې ځېښنه تقريباً د 1,5 m ساختماني بنسټ ژوروالي د پاره اساس ونيسي، کوم چې د بنسټ (تهداب) پورتنۍ څنډه لږ څه ژور ورکول کيږي نظر د تاکاو د ځمکې فرش ته. دا کېدی شي د کرښو تر منځ د 1,0 m ژور بنسټ د پاره او د 2,0 m ژور بنسټ د پاره په شګلنې څخه تر کرېږ ځمکې کې په نظر کې ونيول شي. په لاندې جدول کې د ځمکې اجازه ورکړل شوي ځېښنې اندازې ورکړل شوي دي:

	اجازه ورکړل شوی ځېښنه يا فشار	
د کندنې (کندن کاري) پلنوالی	1,0 m	5,0 m
د بنسټ ژوروالی 1,0 m	3,5	5,0
د بنسټ ژوروالی 2,0 m	4,5	6,0

دلته د 1,5 m اندازه ښه دقيق د 1,0 m او د 2,0 m په منځ کې واقع دی، نو همدا رنګه اجازه ورکړل شوی ځېښنه هم دقيق د ورکړل شوو اندازو په منځ کې واقع دی، يعنې دا چې د 3,5 kp/cm^2 او د 4,5 kp/cm^2 تر منځ، او همدا رنګه د 5,0 kp/cm^2 او د 6,0 kp/cm^2 تر منځ واقع دی.
اجازه ورکړل شوی ځېښنه د 1,5 m ژور بنسټ د پاره په لاندې جدول کې ښودل شوی:

	اجازه ورکړل شوی ځېښنه يا فشار	
د کندنې (کندن کاري) پلنوالی	1,0 m	5,0 m
د بنسټ ژوروالی 1,5 m	4,0	5,5

لکه څنګه چې په لاندې انځور کې ښودل شوی، د يو ساختماني بنسټ 3,20 m پلنوالي د پاره يوه اجازه ورکړل شوي د ځمکې ځېښنه σ = 4,8 kp/cm^2 ورکړل شوی. مونږه ګورو چې زمونږ بنسټ (تهداب) ته دغه غوښتنه مکمل کفايت نه کوې، نو مونږ کولای شو چې نور وړاندې د ځمکې ځېښنه 5,0 kp/cm^2 حساب کړو.



مونږ مجبور یو چې ددې سطح لویه کړو ، چې یو خوا ته موجوده د ځمکې ځبېښنه کمیږي او اجازه ورکړل شوی د ځمکې ځبېښنه لږ څه لوړیږي.

دلته مونږ د ډډو اوږودوالی زیات انتخابوو: $a = 3{,}30$ m چې دلته مساحت یې په لاندې ډول دی:

$$F = 3{,}30 \text{ m} \;.\; 3{,}30 \text{ m} = 10{,}9 \text{ m}^2$$

که د ډډو اوږودوالی یې زیات وي، نو ددې راوتلی برخه هم لوئیږي، چې دا په دې ډول:

$$l_{ü} = 0{,}5\,(3{,}30 - 0{,}76) = 1{,}27$$

دلته $l_{ü}$ د راوتلي برخې اوږودوالی دی.

دې سره د بنسټ (تهداب) ډبلوالی هم لږ څه زیاتیږي، که چېرته مونږ دغه اضافي برخه $d \approx 2/3 \;.\; l_{ü}$ وټاکو. دا په دې ډول دی:

$$d = 2/3 \;.\; 1{,}27 = 0{,}85 \text{ m}$$

وزن یې:

پایه	$P = 460$ Mp
تهداب (اهن کانکریټ)	$3{,}3 \;.\; 3{,}3 \;.\; 0{,}85 \;.\; 2{,}5 = 23$ Mp
	$\sum P = 483$ Mp

د ځمکې ځبېښنه:

$$\sigma = P : F = 483 : 10{,}9 \approx 44{,}0 \text{ Mp/m}^2$$
$$\approx 4{,}4 \text{ kp/cm}^2$$

اجازه ورکړل شوې: $\sigma = 4{,}9$ kp/cm^2

د اجازه ورکړل شوي ځمکې ځبېښنې اندازه د ډډو د اوږودوالي په زياتېدو سره تغير خوري، يعنې دا چې د 3,20 m څخه په 3,30 m په زياتېدو سره د ځمکې ځبېښنه د 4,8 kp/cm^2 څخه 4,9 kp/cm^2 ته تغير کوي.

په عمومي ډول کېدی شي چې سړی وو ايي، چې دغه حساب کومه ګټه نه لري. دا فقط ددې د پاره دلته پکار وړل شوی، چې وښايي، چې د اندازو په اولي پلانونې کې سوچه والی تر ډېره حده کوم لوی ارزښت (رول) نه لري.

مونږ غواړو چې د مثال په ډول د دولتي ادارو د ودانۍ نورې ټيپيک (typischen) بنسټونه (تهدابونه) په نظر کې ونيسو. دلته د بيروني ديوال پايې دي، کوم چې دا پايې د A2, A3, A4, B1, C1, D1 او د E1 غېر د A1 کنج پايې څخه دي، چې دغه مونږ په خاص ډول په پام کې نيسو. همدغسې لکه څنګه چې په داخلي پايو کې يوه اغيزناکه ساحه، چې د ډډو اوږودوالي سره برابر د پايو فاصلې له منځه ځي، نو د څنډو په پايو کې فقط نيمايې د دا ډول سطح لاس ته راغلي وزن راځي. دا د هر پوړ (منزل) د پاره په دې ډول دي:

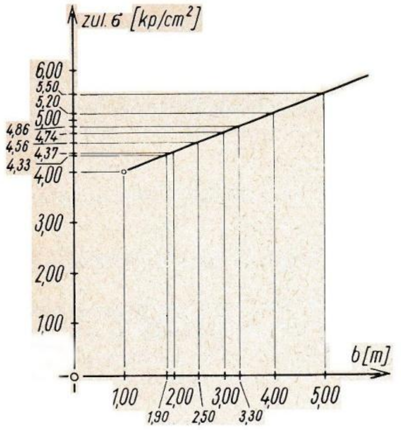
$$0{,}5\ .\ 46{,}0 = 23{,}0\ \text{Mp}$$

او د 10 منزلو د پاره

$$P_D = 10\ .\ 23{,}0 = 230\ \text{Mp}$$

علاوه ددې نه پر بيروني پايو نور د دودانۍ مخ (Fassade) يا د بېروني ديوالونو بار (وزنونه) هم راځي. مونږ غواړو چې د بيروني ديوالونو د پاره د خښتو څخه ديوالونه نه، بلکه د مخکې نه تيار شوي ځانګړي برخې د ديوال، کوم چې منتاژ کېدونکي دي، فکر وکړو. دغه وزن بايد د هر پوړ (منزل) او د هر متر د پاره 300 kp اوسي. دلته کېدی شي چې بيا په هر منزل کې د مخ (Fassade) د وزن يوه برخه اضافه شي. په دغه مثال کې په منظم ډول د پايو تقسيمونه ده، چې دا پر يوې پايې له منځه تللی د ودانۍ مخ اوږودوالي دی، کوم چې د پايې د فاصلې سره مطابقت کوي.

د ودانۍ د مخ پايو لاندې د اهن کانکرېټ څخه هوار بنسټ (تهداب)



دلته دا په لاندې ډول دي:

$7{,}0 \cdot 0{,}3 = 2{,}1$ Mp د هر پوړ د پاره

د 10 منزلو د پاره:

$$P_F = 10 \cdot 2{,}1 = 21{,}0 \text{ Mp}$$

ددې مجموعه داد:

$$P = 230 + 21 = 251 \text{ Mp}$$

دغه وزنونه د بيروني پايو د كتار (قطار) بنسټ (تهداب) ته انتقاليږي.

مونږ د پايو د لاندې (پښې) اندازه كونې د پاره يوه اجازه وركړل شوی تشنج $\sigma = 80$ kp/cm^2 اساس نيسو، نو دغه اندازې مونږ په دې ډول تر لاسه كوو:

$F = P : \sigma$ په دې فرمول كې σ اجازه وركړل شوی، او F لازمي دی

$$F = 251000 : 80 = 3140 \text{ cm}^2$$

د ډډو اوږودوالی په دې ډول دی:

$$\boldsymbol{a = \sqrt{F}}$$

$$a = \sqrt{\mathbf{3140}} = 56 \text{ cm}$$

بار (وزن):

پايې	$P = 251{,}0$ Mp
بنسټ (تهداب)	$2{,}5 \cdot 2{,}5 \cdot 0{,}80 \cdot 2{,}5 \approx 13{,}0$ Mp
مجموعه	$\sum P \approx 264{,}0$ Mp

د بنسټ (تهداب) مساحت:

$$F = 2{,}5 \text{ m} \cdot 2{,}5 \text{ m} = 6{,}25 \text{ m}^2$$

د ځمكې ځبېښنه:

$$\sigma = 264{,}0 : 6{,}25 = 42{,}0 \text{ Mp/m}^2 = 4{,}2 \text{ kp/cm}^2$$

د اجازه وركړل شوي ځمكې ځبېښنه د تجربو له مخې په دې ډول نيول كيږي:

$$\sigma \approx 4{,}6 \text{ kp/cm}^2$$

په بيروني پايو په پراخوالي كې د بنسټ (تهداب) لوړوالی په دې ډول لوی انتخابيږي، لكه د داخلي پايو لاندې تهدابونو په شان، چې ټول بنسټونه (تهدابونه) همدارنګه د هغې لانديني څنډې او همدا شان پورتني څنډې په يو برابر لوړوالي سره وي. دا حتمي نه ده چې بايد اوسي، خو عملاً په دا ډول دی.

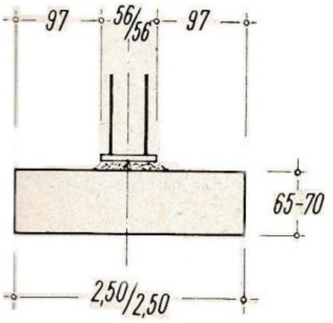
ددې د پاره چې مونږ نور خپل د اندازه کوونې مرسته پکار واچوو، نو غواړو چې يو کرته څېړنه وکړو، چې کوم ډول اندازې مونږ نيولى شو، که چېرته مونږ ته د بنسټ (تهداب) ډبلوالي څخه کوم بنديځ نه وي.
په يو مجموعي تهداب، همدا رنګه په يو غېر مجهز تهداب کې بايد لوړوالى يې 1,73 واره د راوتلي څخه اوسي.
راوتلى برخه دلته په دې ډول ده:

$$l_u = 0,5\ (2,50 - 0,56) = 0,97\ \text{m}$$

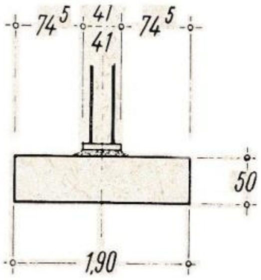
د بنسټ (تهداب) ډبلوالى په دې ډول دى:

$$d = 1,73\ .\ 0,97 = 1,68\ \text{m}$$

مونږ د منځني پايو لاندې تهدابونو کې د اهن کانکرېټ څخه تهدابونه لرو، کوم چې د لوړوالي نيمايې څخه کم پکار وړل شوي دي.
دا دلته د $d = 70$ cm دى.



د کنج پايو لاندې د اهن کانکرېټ څخه هوار تهداب



د ځمکې د فرش په سر ورکړل شوی تهداب

د اهن کانکرېټي تهداب د پاره مونږه د يوې تختې د عرضاني قوې د خرابېدنې په مقابل کې اوچته امنيتې تتدابير په نظر کې نيسو، کوم چې تقريباً 2/3 برخې د راوتلي برخې وي.

$$d = 2/3\ .\ l_u = 2/3\ .\ 97 = 65\ \text{cm}$$

په اخره کې د کنج د پايې لاندې تهداب، چې دا د A1 پايه ده. زمونږ له خوانه انتخاب شوي د پايو د تنظيم په مثال کې د يوې دولتي اداري ودانۍ د پاره د کنج په پايې کې په ځانګړې ډول يو پر څلورمه وزن د لاسه ورکوي، کوم چې دا بيا د داخلي پايې په سر راځي. دا د هر پوړ (منزل) د پاره:

0,25 . 46 = 11,5 Mp دى،

او د 10 پوړ (منزل) د پاره:

$$P_D = 10\ .\ 11,5 = 115,0\ \text{Mp}$$

د ودانۍ د مخ (Fassade) څخه دوه برخې چې هر یو 3,5 m اوږودوالی لري، د کنج پر پایې راځي. دا دواړه په ګډه 7,0 m کیږي. دا د ودانۍ د مخ نورو پایو غوندې یو ډول برخه ده. ددې د بار (وزن) برخه د هر پوړ (منزل) د پاره $7,0 . 0,3 = 2,1$ Mp دی. د لسو منزلونو د پاره په دې ډول دی:

$$P_F = 10 . 2,1 = 21,0 \text{ Mp}$$

ددې مجموعه په دې ډول ده:

$$P = 115,0 + 21,0 = 136,0 \text{ Mp}$$

دغه پورتنې بار (وزن) د کنج د پایې لاندې بنسټ (تهداب) ته انتقالیږي. د نورو بنسټونو (تهدابونو) په مقایسه دا وړوکی دی. د لاندینۍ تختې اندازه د ودانۍ د ودانولو د موضوع له مخې ټاکل کیږي. نو دغه تهدابونه هم باید لکه د نورو په شان اندازه کیږي. د ستنو د پښو لاندې د یو اجازه ورکړل شوي ځپښنې (فشار) $\sigma = 80,0$ kp/cm² سره مساحت یې په لاندې ډول تر لاسه کیږي:

$$F = P : \sigma = 136000 : 80 = 1700 \text{ cm}^2$$

د ډډو اوږودوالی یې په دې ډول دی:

$$a = \sqrt{F} = \sqrt{1700\ cm^2} = 41 \text{ cm}$$

شاید چې د پایو د اندازه کوونې په نظر کې نیولو سره د پایې لاندې پښه تشه ښکاره شي، خو مونږ غواړو چې دا په خپل حالت کې پریږدو.

بار (وزن):

پایه		$P = 136,0$ Mp
بنسټ (تهداب)	$1,90 . 1,9 . 0,80 . 2,5 \approx$	7,0 Mp
مجموعه		$P \approx 143,0$ Mp

د بنسټ (تهداب) مساحت:

$$F = 1,9 \text{ m} . 1,9 \text{ m} = 3,6 \text{ m}^2$$

د ځمکې ځپښنه:

$$\sigma = 143,0 : 3,6 = 40,0 \text{ Mp/m}^2 = 4,0 \text{ kp/cm}^2$$

د اجازه ورکړل شوي د ځمکې ځپښنه د تجربو له مخې په دې ډول دی:

$$\sigma \approx 4,3 \text{ kp/cm}^2$$

دلته هم د وزن په ترتیبونې کې اول د بنسټ (تهداب) ډبلوالی 80 cm انتخاب شوی، همدارنګه د منځني پایو لاندې د اهن کانکریټ څخه بنسټونو (تهدابونو) هم. دا اندازه کوونه

باید زمونږ د اټکلي مرستې سره پر مخ ولاړ شي. ددې نه وروسته د مجموعي تهدابونو د پاره لوړوالی د راوتلي برخې l_u باید 1,73 اوسي.

$$l_u = 0,5\ (1,90 - 0,41) = 0,745\ \text{m}$$

$$d = 1,73\ .\ 0,745 = 1,28\ \text{m}$$

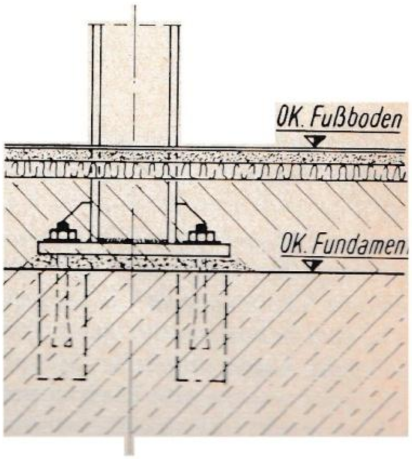
د یو اهن کانکرېټ څخه بنسټ (تهداب) د پاره ډبلوالی د نیمایې څخه کم پکاریږي، یعنې تقریباً

$$d = 50\ \text{cm}$$

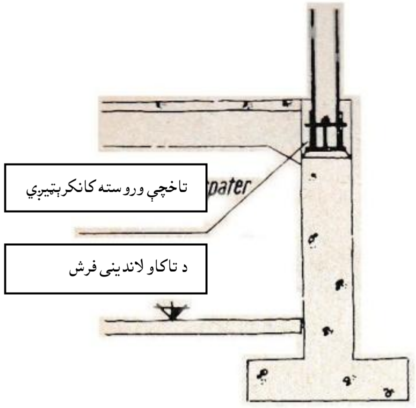
د پورتني تختې د عرضاني قوې خرابېدنې په نظر کې نیونې سره باید بل خوا ته ډبلوالی یې تقریباً 2/3 د راوتلي برخې اوسي:

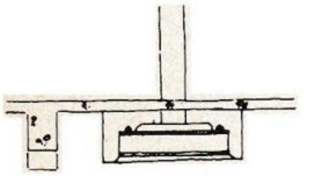
$$d = 2/3\ .\ l_u = 2/3\ .\ 74,5 = 50\ \text{cm}$$

د یو اهن کانکرېټ څخه تختې په سر د یو فولادي پایې درونه



د تهداب پورتنۍ څنډه داسې ورکول کیږي، چې د لاندې پوړ د ځمکې فرش د لاندینۍ څنډې سره د پایې د لاندې د پښې په سر راځي.
البته چې دغه د نظر ټکی د اهن کانکرېټ څخه تهداب د پاره په پام کې نه نیول کیږي، دا د تهداب سر پورې هوار تېریږي.
په یو نیم حالاتو کې د پایو لوړوالی د ودانۍ د مخ په کتار کې د لاندیني پوړ د چت سر پورې وي. دغه پایې خپل وزن د اهن کانکرېټ څخه را چاپېره شوي دېوالونو نه لیرې کوي، کوم چې بیا د بنسټ (تهداب) تر تل پورې انتقالوي او هم د دېوال پر سطح تقسیموي. خو بیا هم دا ستونځې منځ ته راوړي، نو که امکان ولري د ستنې پښې لاندې ورکړل شي.
د ټولو درې ډوله بنسټونو د یو رقم چلند په وجه بیا هم تر تاکاو پورې منځ نه تېر شوی فولادي ساختمان نیسي. دلته یوه د حل لاره ده، کوم چې د تجربو په وجه انتخاب شوي، کله چې په لاندیني پوړ کې د تاکاو شا و خوا کې یو بند دېوال وجود ولري. دا ډول نظم لا ډېر صلاحیت لري، که چېر ته د لاندیني پوړ څخه زښت ډېر استفاده وشي او هم دورځې له خوا نه رڼا ولري.





په هر حالت کې مونږ دا ويلی شو، چې د تهدابونو د ثقل ټکی تر فشار لاندې وي. که دا په همدې حالت کې وي، نو د ځمکې په څېړښنې مسطتيلي تقسيمات راځي. دا هر وخت امکان نه لري چې د يو بنسټ (تهداب) د ثقل مرکز ښه صحيح د پايې د محور لاندې راشي. مکمل ددې نه علاوه، تغير خوړونکي افقي وزنونه او يا د وزن د تجاوز په وجه تغير خوړونکي د فشار مومنت د ثقل مرکز پورې مربوطه، بې ثباته يا نا مستقر پرېښودل شي. بيا نو د بنسټ (تهداب) لاندې غېر منظم څېړښنه (فشار) منځ ته راځي. د دا ډول حالت د پاره اجازه ده چې اجازه ورکړل شوې د څنډو څېړښنه د % 30 شاو خوا پورې لوړه شي.

پنځم فصل

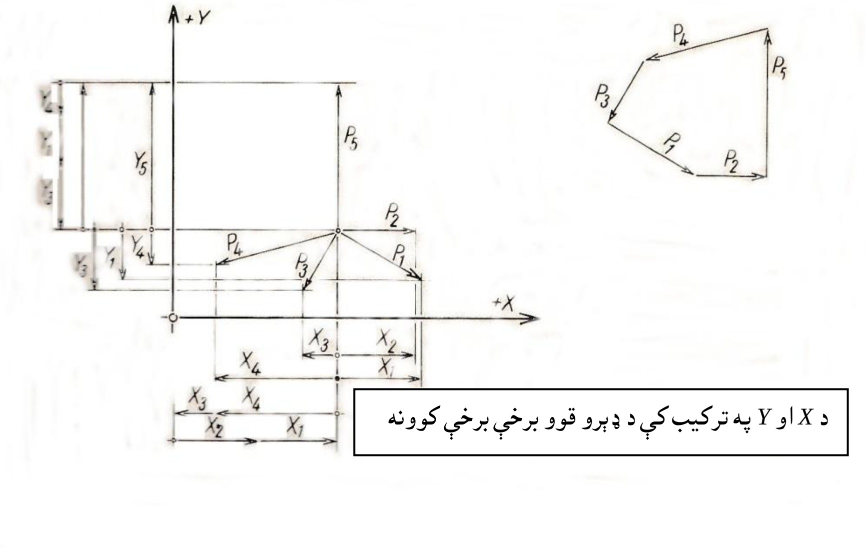
د برابروالي (موازنې) شرطونه Gleichgewichtsbedingungen

(Conditions of equilibrium)

په اوله کې مونږه موازنه په یوې ټکي (نقطې) کې په نظر کې نیسو، دغه موازنه په دې ډول منځ ته راځي، که چېرته د حمله کوونک قوه له منځه ولاړه شي او یا په بل ډول څرګند شي، او که د دغو ټولو قوو مجموعه صفر شي. بیا نو فقط د نیوټن د اولې نظري له مخې دا تظمینیږي، چې په نظر کې نیول شوې نقطه د خپل حرکت حالت، همدارنګه په هر حالت کې د عملي جوړښت سرحدي حالت آرام پاتې کیږي.

په انځور کې دغه سوال داسې حلیږي، چې سړی په دې کې قوې د خپلې خوښې لویوالي او جهت سره تیږي، داسې چې یوه قوه هر وار هلته تاکل کیږي، چرته چې د هغې نه مخکې پای ته رسیږي. دلته سړی د قوې یو کنج تر لاسه کوي. دلته بیا باید وروستۍ قوه د اولې قوې د شروع ځای علت وګرځي: چې دلته لاس ته راغلې نتیجه د صفر سره برابره ده.

د قوې په ویکتوري مطرح کوونې ځای کې د تحلیلي محاسبې هدایت کیږي. نو ددې هدف د پاره یو د کواردینات سیستم اساس جوړوي. اوس نو زیات کېدی شي چې ټولې په نظر کې نیول شوي قوې د هغې په ترکیب کې د کواردینات په دواړو جهتونو کې برخې برخې شي. د یو جهت ټول ترکیبونه الجبري جمع کیږي. د دغو ترکیبي مجموعي څخه د X په جهت او د Y په جهت د ټولو برخه یې قوو د غټوالي نتیجه او جهت وروسته پیدا شو.



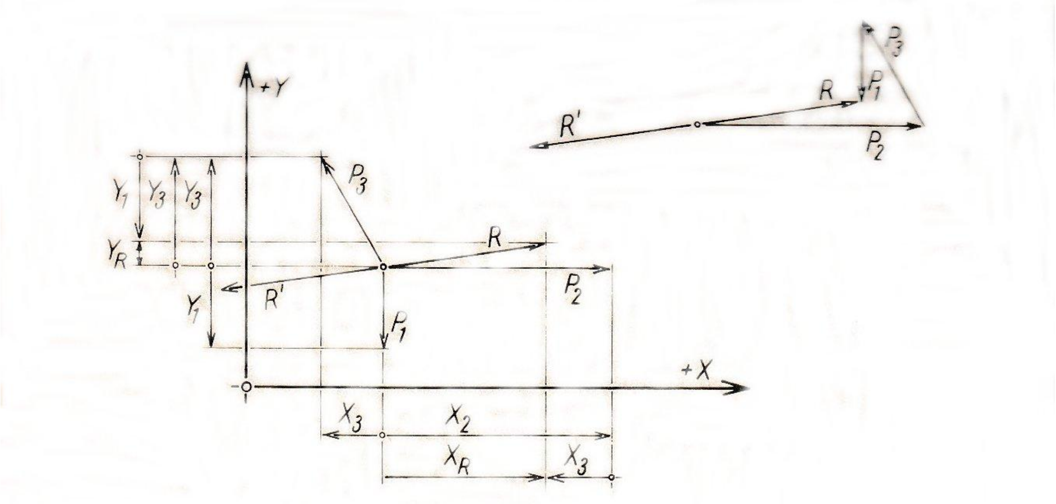
د X او Y په ترکیب کې د ډېرو قوو برخې برخې کوونه

که چېرته دغه لاس ته راغلې نتیجه د صفر سره برابره وي، نو باید د X او Y دواړو ترکیبونو جهت هم د صفر سره برابر اوسي، دا داسې چې د موازنې د شرایطو په حېث لا زیات تجاوز کوونکي په یوې نقطې باندې جوړوي.

$$\sum X = 0$$
$$\sum Y = 0$$

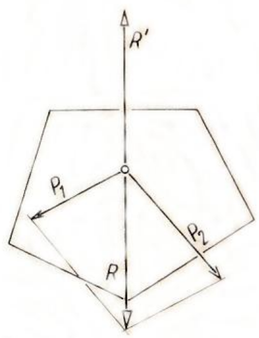
ددې مطلب دادې چې د X د محور ترکیبي مجموعه او د Y د محور ترکیبي مجموعه ټول د صفر سره برابر دي. دغه دواړه شرطونه د یوې نقطې په سر تجاوز کوونکو قوو د پاره ضرور او هم کافي دي!

په ساختماني ستاتیک کې دا ډول سوالونه نه راځي، چې معلوم شي، چې د دغې تجاوز کوونکي قوې په واسطه یوه موازنه موجوده ده، بلکه دا د قاعدې له مخې وروسته پوښتل کیږي، چې څه رنګه یوه اضافي قوه لاس ته راوړی شو، چې دا د موجوده قوې سره په موازنه کې وي. نو بیا د X د محور ټولې ترکیبي مجموعه او د Y د محور ټولې ترکیبي مجموعه د صفر نه فرق لري. ددې څخه لاس ته راغلی د R نتیجه اوس زیاته د ´R یوه قوه ده، کوم چې لکه د لاس ته راغلي نتیجې R په شان په همدا ډول اغیزې او په همدا ډول لویوالي سره ددې په مقابل جهت کې راځي. اول د دغې قوې سره ´R لکه څنګه چې په لاندې انځور کې ښودل شوی، د هغې نقطې سره چې د بیروني قوو سره دی، په یوې موازنې کې راځي.



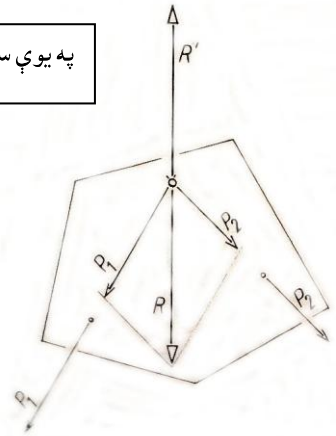
عمومي حالت د پاره، چې قوې په یوې نقطې نه، بلکه په یوې سطح اول د یو ټینګ نیول شوي شکل په حېث تجاوز کوي، کېدی شي چې نور دا ډول مفکورې ورکړل شي. دلته مونږ خپل ځان فقط د دوو تجاوز کوونکو قوو سره محدودوو. تر هغه وخته پورې چې دغه دواړه قوې په سطح باندې د تجاوزي ګډه نقطه ولري، کولای شو چې مونږ دلته هم د هندسه یي جمع

کوونې سره نتیجه پیدا کړو، دا داسې چې د موازي والي (Parallelogramm) د طریقې په واسطه قوې د یوې نقطې د پاره تعریف کړو، لکه څنګه چې په لاندې انځور کې ښودل شوی.



په یوې سطح باندې د ګډ تجاوز کوونکي نقطې سره دوه قوې

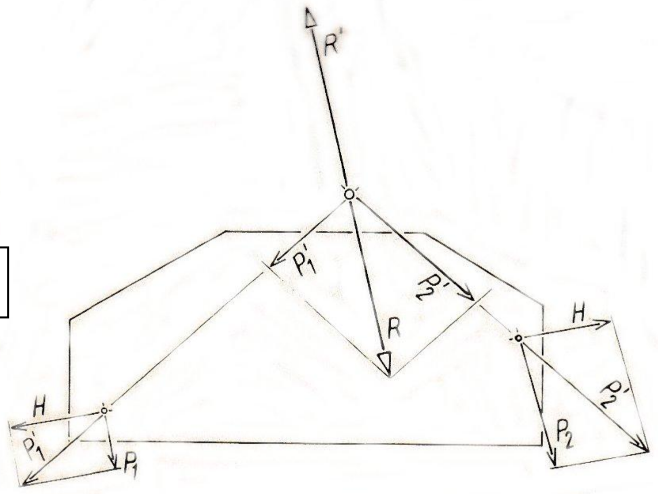
که چېرته دغه دواړه بیروني قوې په ګډه هیڅ کوم تجاوزي نقطه ونه لري، نو کېدی شي چې دا طریقه دا ډول استعمال شي، هغه دا چې قوې د اغیزو په لیکو باندې، لکه څنګه چې په لاندې انځور کې ښودل شوی، پورې وهل کېدی شي. دې سره مونږ بېرته پخواني حالت ته راځو.



په یوې سطح باندې دوه قوې، چې کوم ګډ تجاوزي نقطه نه لري

په دغه مثال کې لاس ته راغلې نتیجه ددې د اغیزې په لیکه کې یوه قوه ده چې په همدغې لویوالي سره متقابل ورکړل شوی دی، چې دې سره په نظر کې نیول شوې سطح په برابر حالت (موازنه) کې ده.
او هم د خاصو حالاتو د پاره، چې دواړه بیروني قوې موازي تیار شوي دي، په اوله کې هیڅ کوم مشترک د تجاوز نقطه پېدا کولای نه شي، خو کېدی شي چې یوه نتیجه تر لاسه شي. د همدې هدف د پاره سرې د تجاوزي نقطې دواړو بیروني وزنونو ته، چې هر یو مساوي لویوالی ولري، متقابل تنظیم شوی مرستندویه قوه H ورکوي. د هغې اغیزه د مجموعي سیستم د پاره له منځه ځي، دلته هغه په مقابل کې واقع کیږي او مساوي لویوالی لري.

د دواړو بیروني قوو سره نوي قوې هندسوي جمع کیږي. دغه نوي قوې اوس یو زیات په پام کې نیول شوی مشترک تجاوزي نقطه لري، کوم چې د امکان په حالت کې د سطح څخه بهر واقع کېدی شي. دلته هم یوه نتیجه وجود لري، چې دا په همدې اندازه لوی، خو متقابله قوه تنظیمیږي، چې دې سره سیستم په برابر حالت (موازنه) کې راځي.



په یوې سطح باندې دوه موازي قوې

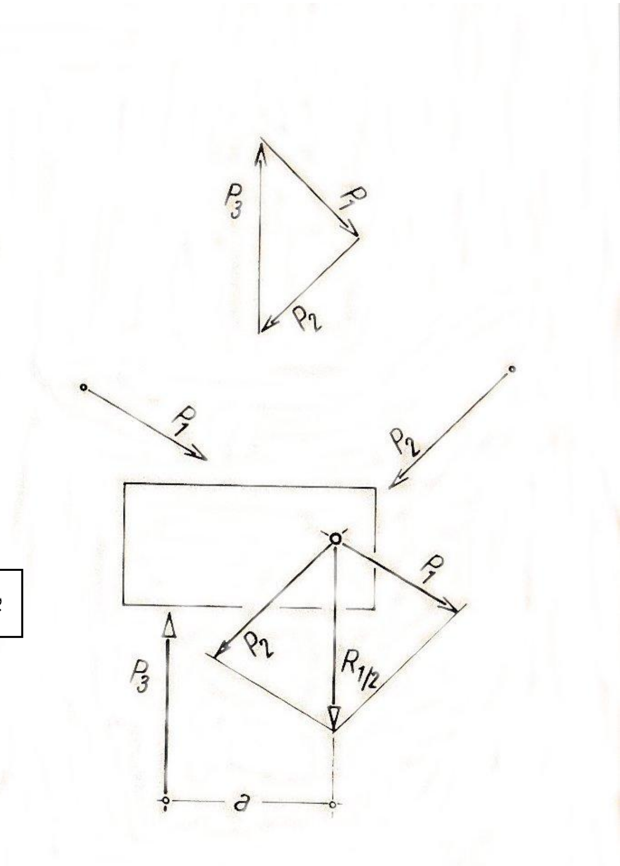
که په یوې سطح باندې د دوو څخه ډېرې قوې تجاوز وکړي، نو په عام حالت کې دا حتمي ده، چې ټولې اغیزه لرونکې لیکې په یوې نقطې کې نه قطع کیږي. سربېره کوي شي چې هم تل دوه اغیزه لرونکي لیکې د مقطع په حېث راولي او هلته د موازي والي (Parallelogramm) د طریقې له مخې قوې یوه نتیجه د دواړو قوو د پاره پېدا کوي. خو په عام حالت کې دوه قوې باقي پاتې کیږي، کوم چې دا یو برابر لویوالی لري، خو په موازي اغیزه لرونکي لیکو باندې متقابل تنظیم شوي دي.
د ټولو قوو هندسوي مجموعه د صفر سره برابره ده، او دې سره هم د X او Y محورونو ترکیبي مجموعه هم.

$$\sum X = 0 \text{ او د } \sum Y = 0$$

دغه سطح نه د X په جهت او نه د Y په جهت پورې وهل (ټېله) کیږي، دا چې دلته کومه قوه وجود نه لري، چې کمه اغیزه منځ ته راشي. هغه جسم، کوم چې مونږ په نظر کې لرو، د a په فاصله کې د دوو مساوي لویوالي سره متقابل اغیزه لرونکي قوو په واسطه څرخي. د دغې څرخېدنې علت، څرخېدونکی مومنت دی، کوم چې دا په دې ډول دی:

$$M = P_3 \,.\, a$$

یا په عمومي ډول $M = P \,.\, a$ سره



پر یوې سطح درې قوې

د پورته فرمول څخه مطلب دادی: څرخېدونکی مومنت مساوي دی د: قوه ضرب د قوې متې سره.

د دغو دواړو قوو په مقابل کې، کوم چې څرخېدونکې مومنت جوړوي، لکه د مخکې مثال غوندې چې ممکن وو، نشي کولای چې ځان ته یوه قوه جوړه شي. سړی دا ډول دوه برابر لویوالي سره، خو موازي متقابل واقع شوي قوې د یو جوړه قوې په نامه یادوي. دا دا ډول یوه قوه چې یوې خواته د یوې قوې د پورې وهلو عامل گرځي او یوه د قوې جوړه په څرخېدو راولي.

مونږه باید په عام حالت کې د یوې اغیزې لرونکي قوې لاندې د سطح موازنې د پاره یوه بله غوښتنه ولرو، او دا گرنتي کړي، چې دغه سطح نه تاویږي. ددې مطلب دادی چې مونږ باید اضافي غوښتنه ولرو، چې د مومنت مجموعه د صفر سره برابره ده. اوس مونږ په عام حالت کې د یوې وزن لاندې سطح د پاره درې برابر وزنه (متنوازن) غوښتنې لرو، چې دا په دې ډول دي:

$$\sum X = 0 \qquad \sum Y = 0 \qquad \sum M = 0$$

دا مونږ په ساختمان کې د هر څه نه مخکې د عمودي او افقي اغیزې لرونکي قوو سره سر او کار لرو او دغه دواړه خواوې یا جهتونه هم لکه د $X - Y$ محورونو په شان عمود یو پر بل واقع دي، چې دې د پاره لاندې ښودنې ورکړل شوي:

$\sum V = 0$ د ټولو عمودي قوو مجموعه د صفر سره برابره ده

$\sum H = 0$ د ټولو افقي قوو مجموعه د صفر سره برابره ده

$\sum H = 0$ د ټولو مومنتونو مجموعه د صفر سره برابره ده

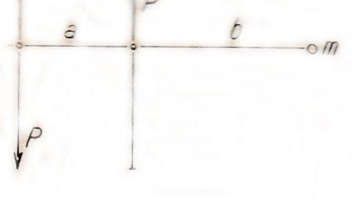
دغه درې غوښتنې د کلکو جسمونو د پاره ډېر مهم دي، خو پوره هم دي. سړی کولای شي چې د $\sum V = 0$ او د $\sum H = 0$ غوښتنې د دوه نورو مومنتونو غوښتنو سره بدل کړي، ددوه نورو تاوېدونکو مومنتونو نقطې د پاره. سړې کولای شي چې نور لاندې درې غوښتنې انتخاب کړي:

$$\sum M_a = 0 \qquad \sum M_b = 0 \qquad \sum M_c = 0$$

دا په دې شرط چې دغه مربوطه ټکي یا نقطې د a, b او c په یو مستقیم واقع نه اوسي. دا هم امکان لري، چې دوه د مومنت غوښتنې او یوه د قوې غوښتنه انتخاب شي. د مثال په ډول داسې:

$$\sum V = 0 \qquad \sum M_a = 0 \qquad \sum M_b = 0$$

دلته هم کېدی شي چې د مومنت پورې مربوطه ټکې خپل په خوښه انتخاب شي، خو اجازه نه شته چې د V اغیزه لرونکې قوې د a او b په لیکې باندې عمود اوسي.
کوم چې سړی انتخابوي، تل درې وي، خو باید فقط د دغه درې واړو د موازنې غوښتنه تر سره کړي.



نقطې پورې مربوطه د یوخپلواکه تاوېدونکی مومنت

مونږ ولیدل چې د یوې قوې جوړه د دوه موازې، برابر لوی، خو د یو بل په مقابل کې واقع قوو څخه جوړه شوې ده. د دا ډول جوړه قوو نتیجه د صفر سره برابره ده. یوه پورې وهنه کېدی شي

چې اغیزه ونه کړي، مګر ددې په ځای یوه تاوېدنه. دلته د دواړو قوو فاصله په a سره ښودل کیږي، چې دلته څرخېدنکی مومنت په دا ډول دی:

$$M = P\ .\ a$$

دلته سړی فقط یو خپل په خوښه څرخېدونکی مومنت m انتخابوي، دلته د m پورې مربوطه د ټولو مومنتونو مجموعه په دې ډول ده:

$$M = P(a + b) - P_b$$
$$M = P_a + P_b - P_b$$
$$M = P_a$$

په پورته مساوات کې نور b وجود نه لري، دا داسې چې دیوې جوړه قوې مومنت د یوې نقطې حالت پورې کومه اړه نه لري.

شپږم فصل

قوه او جوړه يي قوه په يوې سطح کې Kraft und Kräftepaar in einer Ebene
(Force and force couple in a plane)

مونږ په پنځم فصل کې وليدل، چې د قوې جوړه[7] د دوه برابر لويو، خو په موازې اغېزه لرونکي ليکو، چې متقابل واقع قوو P او د موازيو تر منځ a فاصلې په واسطه ټاکل کيږي.
دغې ضريب ته سرې د جوړه قوو مومنت وايي، چې په دې ډول ليکل کيږي:

$$M = P \cdot a$$

علاوه ددې نه مونږ وليدل، چې د جوړه يي قوو د مومنت اندازه د دا ډول نقطې پورې مربوطه مومنت پورې کوم ارتباط نه لري. ددې څخه مطلب دادی، چې يوه جوړه يي قوه ددې د سطح څخه خپل په خوښه پورې وهل کېدی شي، بې ددې نه چې ددې اندازه او اغېزه تغير وکړي.
په حقيقت کې د جوړه يي قوو د مومنت اندازه د $M = P \cdot a$ ضريب څخه ټاکل کيږي.
ددې نه غېر دا امکان هم شته، چې يوه جوړه يي قوه په همدې ډول سطح کې د بل ځای ونيسي، که چېرته دغې دواړو د پاره مومنت د لويوالي او مخ ته علامه يو ډول وي.
مونږ کولای شو چې د P د قوو او د a په فاصله کې ټاکل شوي جوړه يي قوې د

$$M_1 = P \cdot a$$

مومنت سره د يو بل جوړه يي قوې Q په واسطه بدل کړو، چې د دواړو قوو د b_1 فاصله کې په دې ډول مومنت جوړوي:

$$M_2 = Q \cdot b$$

که چېرته:

$$M_2 = M_1 \text{ سره}$$

او دې سره:

$$P \cdot a = Q \cdot b \text{ کيږي.}$$

---

[7] جوړه يي قوې (Kräftepaar) دا تخنکي مېخانيک څخه اخستل شوی، چې د Louis Poinsot له خوا نه په 1803 کال کې په کار وړل شوی.
دا د درې برخو څخه منځ ته راځي:
دا د دوه برابرو قوو څخه وي
دا د يوبل سره موازي دي
دا د يوبل په مقابل جهت واقع وي.

سرې کولای شي چې یوه جوړه یې قوه هم د $M_1 = P \cdot a$ مومنت د یوې بلې جوړه یې قوې د $M_2 = Q \cdot b$ مومنت سره په یو توازن کې راولي.

دا باید په دې ډول اوسي:

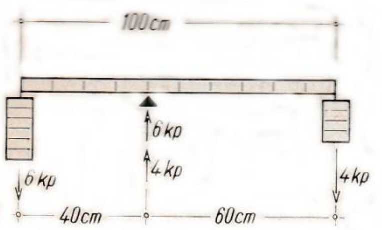
$$\sum M = 0 = P \cdot a + Q \cdot b$$

د پورته فرمول نه داسې نتیجه لاس ته راځي:

$$P \cdot a = -(Q \cdot b)$$

که چېرته سرې د مومنت تاوېدنې علامه ښي خواته وښايي، نو د مومنت منفي علامه کیڼې خواته تاوېږي.

لاندې ورکړل شوی یو مثال چې د برابر وزن (موازنه) د دوو مختلفو قوو د پاره په یو افقي تیر باندې دی، په دې ډول دی:



په یو غیر متناسب افقي تیر باندې موازنه

دغه بې وزنه افقي تیر 100 cm اوږود دی. د دې کیڼې خوا په اخر کې د 6 kp په اندازه یو وزن ځوړند دې او همدا رنګه د ښي خوا په اخر کې یو وزن د 4 kp اندازه ځوړند دی. دا چې د دغې افقي تیر سیستم په موازنه کې اوسي، نو باید د هغې په یوائنې باربډونکي ځای کې پورته خوا ته تجاوز کوونکې قوه، کوم چې د پورته خوا ته ترتیب شوي دواړه یوځایي وزن د یو ډول لویوالي سره برخه یې قوو په مقابل کې واقع دي. مونږ ښي خوا ته تاوېدونکی جوړه یې قوه د مومنت سره په دې ډول لرو:

$$M_1 = 4 \text{ kp} \cdot 60 \text{ cm}$$

او کیڼې خوا ته د مومنت سره تاوېدونکی جوړه یې قوه په دې ډول لرو:

$$M_2 = 6 \text{ kp} \cdot 40 \text{ cm}$$

دلته ضرور دی، چې:

$M = 0$ سره اوسي.

نو مونږ ته دا حاصلیږي، چې:

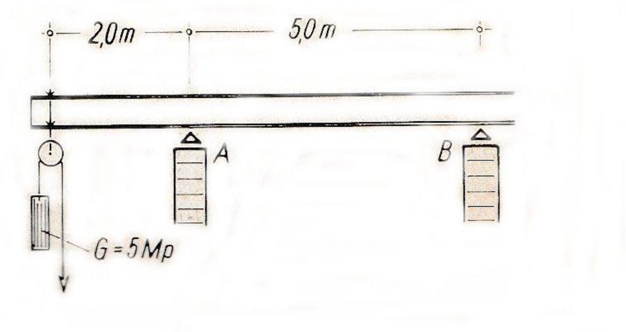
$$M_1 + M_2 = 0$$

$$4 \text{ kp} \cdot 60 \text{ cm} - 6 \text{ kp} \cdot 40 \text{ cm} = 0$$

$$240 \text{ kpcm} - 240 \text{ kpcm} = 0$$

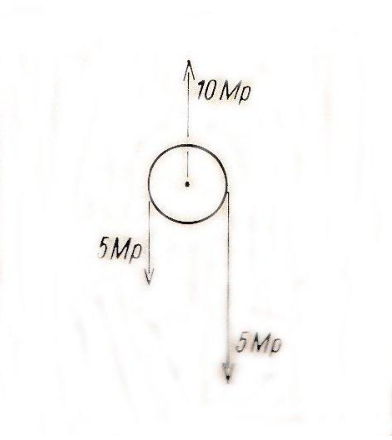
د پورته محاسبې له مخې موازنه ګرځني شوه. د دغې دوو مختلفو جوړه يې قوو موازنې د پاره دغه ورکړل شوې جمله اعتبار لري: «وزن ضرب د وزن بازو يا مټ، مساوي دی د قوه ضرب د قوې د مټ سره»، کوم چې په خاص حالت کې فکر کيږی، چېرته چې په غېر متناسب افقي تير په اخېر کې يو وزن او په بل اخر کې د يوې قوې تجاوز په نظر کې نيول شوی دی.
دلته مونږ کولای شو چې يو عملي مثال په نظر کې ونيسو، چې دا لاندې يو باروړونکی دی:

يو راوتلی باروړونکی، چې بيرون خواته په اخر کې يو ځانګړی وزن ځوړند دی



د دغې باروړونکي کينې خواته په اخر کې يوه لوله ځوړنده ده، چې ددې په واسطه يو بار (وزن) پورته خوا ته راښکل کيږي. ددې بار وزن $G = 5,0$ Mp دی.
دا داسې ښکاري چې د رسۍ په بل سر کې هم بايد همدا ډول وزن 5,0 Mp اغيزه وکړي، نو په همدې وجه د اصتکاک نه خلاصه لوله يوه موازنه جوړوي.
د دغې رسۍ په دواړو سرونو کې بايد په بل علت مساوي قوې اغيزې وکړي. بيا نو د دغې رسۍ په اوږدو کې کومه قوه نه راځي، نه په يو جهت او نه په بل جهت.
که چېرته دوه قوې، چې هر يو يې 5,0 Mp وي، په دغې لولې کې لاندې خواته راکاږي، نو دلته دغه لوله فقط خپله هغه وخت په موازنه کې ده، کله چې يوه قوه د دغو دواړو قوو په اندازه پورته خوا ته اغيزه وکړي. ددې مطلب دادی، چې په دغې لولې کې 10,0 Mp قوه پورته خوا ته اغيزه کوي.

په يوې لوله کې د قوو موازنه



د 10,0 Mp سره دغه لوله، کوم چې د باروړونکي راوتلي اخر سر کې کلکه شوې، رانښکل کیږي.
اوس نو مونږ دغه باروړونکی خپله په نظر کې نیسو. مونږ غواړو چې دغه باروړونکی یو اځې نیمايي د بې وزنې په حېث په نظر کې ونیسو.
د پورته دوهم انځور په نظر کې نیولو سره د A پورې مربوطه 10,0 Mp وزن د 2,0 m اوږود اړم شوي مټ سره، کیڼې خوا ته اغیزه کوي. کیڼې خوا ته تاوېدونکی مومنت په دې ډول دی:

$$M_L = - 10,0 \text{ Mp} . 2,0 \text{ m} = - 20,0 \text{ Mpm}$$

د B په ځای کې د X یوې قوې سره چې د اړم مټ اوږودوالی یې 5,0 m دی، ښي خوا ته څرخي. دا د قوې مومنت دی.

$$M_K = X . 5,0 \text{ m}$$

د دواړو مومنتونو نتیجه باید یوځایي صفر اوسي ($\sum M = 0$).

$$\sum M = M_L + M_K = 0$$

$$\sum M = - 10,0 \text{ Mp} . 2,0 \text{ m} + X . 5,0 \text{ m} = 0$$

دې څخه مونږ X په دې ډول پیدا کوو:

$$X . 5,0 \text{ m} = 10,0 \text{ Mp} . 2,0 \text{ m}$$

$$X = \frac{10,0 \text{ Mp} .2,0 \text{ m}}{5,0 \text{ m}} = 4,0 \text{ Mp}$$

ددې څخه مطلب دادی، چې د 4,0 Mp سره د باروړونکي ښي خوا ته اخېر کې یوه قوه لاندې خوا ته اغیزه کوي، ددې د پاره چې دغه سیستم په موازنه کې راولي.
د A په نقطه کې پورته خوا ته تنظیم شوي د جوړه یي قوې ځان ځان ته نیمایي اغیزه کوي، په دې ډول چې د 10,0 Mp او 4,0 Mp دواړه په ګډه 14,0 Mp جوړوي.
مونږه کولای شو چې دغه تیر په بل ډول وڅېړو. دا په دې ډول لکه څنګه چې مونږ پورته د A په نقطه کې د مومنت پورې مربوطه ټکی ورکړی وو، نو بیا کولای شو چې دغه ټکی په B کې هم ورکړو. دا په دې ډول:

$$\sum M = A . 5,0 – 10,0 . 7,0 = 0$$

$$A . 5,0 = 10,0 . 7,0$$

$$A = \frac{10,0 \text{ Mp} .7,0 \text{ m}}{5,0 \text{ m}} = 14,0\ Mp$$

اوس مونږ کولای شو چې دغه د مومنت پورې مربوطه ټکی کینې خوا ته د باروړونکي اخر کې ورکړو، حتا د متجاوزه وزن سره د اغیزه کوونکي لیکې په سر. چې دا په دې ډول دی:

$$\sum M = B\ .\ 7{,}0 - A\ .\ 2{,}0 = 0$$

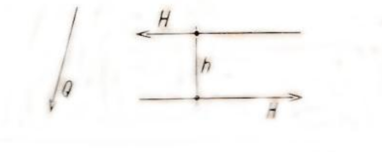
دلته مونږ A پېدا کړی، چې 14,0 Mp دی

$$\sum M = B\ .\ 7{,}0 - 14{,}0\ .\ 2{,}0 = 0$$
$$B\ .\ 7{,}0 = 14{,}0\ .\ 2{,}0$$

$$B = \frac{14{,}0\ \text{Mp}\ .2{,}0\ \text{m}}{7{,}0\ \text{m}} = 4{,}0\ \text{Mp}$$

مونږ ګورو، چې مونږه د جوړه یي قوو تبادله لاشعوري خپل حق ګرځولی، کله چې مونږ د موازنې پورې تړلی د مومنت غوښتنه $\sum M = 0$ تشریح ګړه. نو بیا د دغې غوښتنې په مرسته، علاوه د خپلې خوښې پور مربوطه ټکي، یوه جوړه یي قوه د وزنونو او یوه جوړه یي قوه د قوو څخه متقابل ورکول کیږي، ددې د پاره چې د تاوېدو په مقابل کې یوه موازنه جوړه کړي.

علاوه د جوړه یي قوو بدلېدنه د نورو مساوي مومنتونو په واسطه مونږ کولای شو چې په دغې پوښتنې شروع کړو، چې یوه جوړه یي قوه او یوه قوه په یوې سطح یوځایي ورکړو.



په یوې سطح کې قوه او جوړه یي قوه

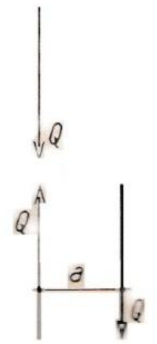
دغه جوړه یي قوه د دواړو موازیو په واسطه ښودل شوې، خو متقابل ورکړل شوي قوې H ، چې یو د بل څخه h فاصله لري. ورکړل کیږي. د دغو جوړه یي قوو مومنت په دې ډول دی:

$$M = H\ .\ h$$

دلته مونږه کولای شو چې دغه جوړه یي قوې د یو بل خپل په خوښه په همدې ډول مومنت سره بدل کړو، مونږ دغه جوړه یي قوې د $H\ .\ h$ مومنت څخه د یو بل $Q\ .\ a$ مومنت په واسطه بدلوو. د دغو دواړو جوړه یي قوو مومنتونه باید مساوي اوسي، که چېرته دغه دواړه جوړه یي قوې یو ډول اغیزه ولرلای شي.

$$H\ .\ h = Q\ .\ a$$

$$a = h\frac{H}{Q}$$

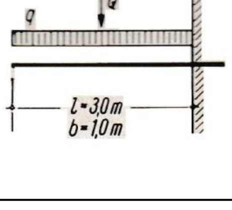


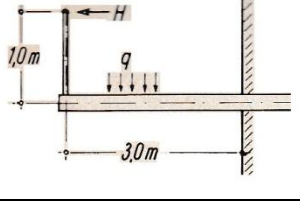
د يوې قوې يوځاى كېدنه د يوې جوړه ييي قوې سره

اوس نو مونږ دغه جوړه يي قوې د Q . a مومنت دا ډول بې ځايه کوو ، چې ددې څخه يوه قوه د Q د قوې اغيزې په ليکې باندې پريوځي، او دغه قوه په مقابل جهت تنظيم شوی.
دغه دواړه قوې يو بل له منځه وړي. دغه بله قوه Q د يوې جوړه يي قوې د h . H د جوړښت يا ترکيب نتيجه ده د يوې Q قوې سره.
د يوې جوړه يي قوې د h . H مومنت جوړښت د يوې Q قوې سره د Q قوه د خپل حالت نه بې ځايه کوي، چې ددې اندازه:

$$a = h\frac{H}{Q}$$

ده.
دغه پورې وهنه په هغه وخت کې کينې خوا ته کيږي، کله چې د جوړه يي قوو مومنت ښي خوا ته تاو شي. په همدې ډول، په هغه وخت کې ښي خوا ته کيږي، که چېرته د جوړه يي قوو مومنت کينې خوا ته تاو شي. د کينې او ښي مفهوم د قوې جهت پورې اعتبار لري.
دغه سوال، کوم چې اوس حل شو ، هرو مرو يو عملي مفهوم لري، که چېرته په يو سيستم کې قوه او جوړه يي قوې تجاوز وکړي، که سړی وغواړي فقط يوه قوه د يوې نتيجې سره نور حساب کړي، نو دا د لويوالي، جهت او د حالت له مخې په همدغې اغيزې سره لکه قوې او جوړه يي قوو په شان اجرأ کيږي. يو مثال:





د لاس ته راغلي Q په اسطه د q د ليکه يي وزن بدل	د عمودي وزنونو او په کتارې باندې د ډډې افقي وزن لاندې بالکون

$$H = 0{,}100\ \text{Mp/m}$$
$$Q = 1{,}0\ \text{Mp/m}^2$$

پورته کینې خوا انځور په یو تیاتر کې پورته راوتلې برخه ښایي. ددې چت د استفادې کولو وزن سره یوځای $q = 1{,}0\ \text{Mp/m}^2$ سره کیږي.

په دغې پورته برخې افقي د ډډې فشار د DIN 1055 معیار د 3 مخ له مخې $H = 0{,}100$ Mp/m سره ښودل شوی. د $q = 1{,}0\ \text{Mp/m}^2$ مساوي لیکه یې وزن د Q لاس ته راغلي وزن سره یوځای کیږي.

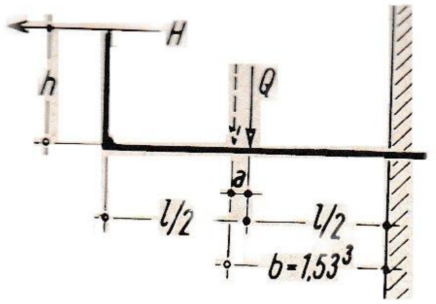
$$Q = q\ .\ l = 1{,}0\ \text{Mp/m}^2\ .\ 3{,}0\ \text{m} = 3{,}0\ \text{Mp/m}$$

په یو متر پلنوالي کې:

$$Q = 3{,}0\ \text{Mp/m}\ .\ 1{,}0\ \text{m} = 3{,}0\ \text{Mp}$$

په یو مسطتیل ډوله وزن لرونکي شکل کې لاس ته راغلې قوه په منځ کې تجاوز کوي. چې مونږ ته لاندې انځور په لاس راځي:

د a په اندازه د لاس ته راغلي Q پورې وهنه بیرون خواته



$$H = 0{,}10\ \text{Mp}$$

په یو متر کې:

$$H = 0{,}10\ .\ 1{,}0 = 0{,}10\ \text{Mp}$$
$$h = 100\ \text{cm} \quad l/2 = 150\ \text{cm} \quad Q = 3{,}0\ \text{Mp}$$

د جوړه یې قوې $H\ .\ h$ څخه باید بل ډول $Q\ .\ a$ جوړ شي، چې مومنتونه یې سره برابر وي. نو بیا د Q فاصله په نوي حالت کې نظر تر اوسه پورې حالت ته په دې ډول دی:

$$a = h\ \frac{H}{Q}$$

$$a = 100\ \frac{0{,}10}{3{,}0} = 3{,}33\ \text{cm}$$

جوړه يي قوې کيڼې خوا ته تاوېدونکي دي، نو د قوې د جهت څخه ښکاري چې قوه ښي خوا ته پورې وهل کيږي. ددې په مقايسه په کلک شوي ځای کې د اړم مټ د 3,33 cm په اندازه لوئيږي، چې ددې مجموعه په دې ډول ده:

$$b = l/2 + \alpha = 150{,}00 + 3{,}33 = 153{,}33 \text{ cm}$$

په ټينګ يا کلک شوي ځای کې مومنت په دې ډول دی:

$$M_E = - Q \,.\, b = 3{,}00 \,.\, 1{,}533 = 4{,}60 \text{ Mpm}$$

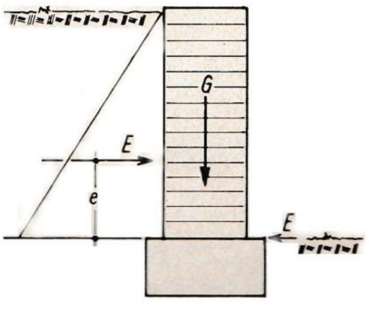
دغه نتيجه سړی کولای شي چې وساتي، په دې شرط چې موازنه $\sum M = 0$ په ټينګ شوي ځای کې په دې ډول په کار وړل کيږي:

$$\sum M = 0 \rightarrow - H \,.\, h - Q \,.\, l/2 + M_E = 0$$

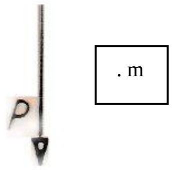
$$M_E = H \,.\, h + Q \,.\, l/2 = 0{,}100 \,.\, 1{,}0 + 3{,}0 \,.\, 1{,}50 = 4{,}60 \text{ Mpm}$$

نور مثالونه هم شته، که چېرته سړی وغواړي چې په دې کې د قوو جوړه په يوې قوې کې يوځای کړي، نو په ښکاره ډول د قوې موازي پورې وهنه منځ ته راځي. د مثال په ډول يو دروند لوی دېوال، کوم چې دا د ځمکې د فشار لاندې دی.

د ځمکې تر اغيزې لاندې يو دروند لوی دېوال

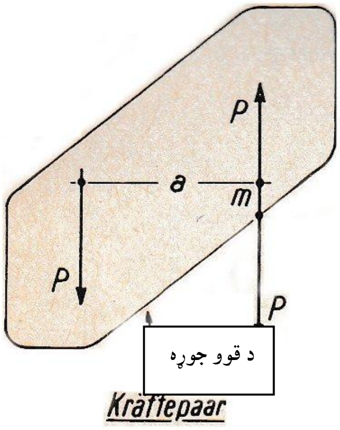


دلته د G د قوې حالت (چې د دېوال خپل وزند دی) د جوړه يي قوو په واسطه د $E \,.\, e$ مومنت سره په ښکاره ډول د خپل حالت څخه د دېوال پلو ته ځېښنل کيږي.
مستقيماً د سوال پورې مربوطه، که يوه د قوو جوړه د يوې قوې سره يوځای شي، دلته بيا يوه قوه موازي د هغې د اغيزې ليکې طرف ته پورې وهل کيږي. دا ډول سوالونه د ساختماني ستاتيک محاسبې سره هم عملاً ورکول کيږي. دلته د P يوه قوه ددې د لويوالي او جهت له مخې ورکول کيږي. مونږ غواړو چې دغه قوه د ساحې څخه بهر د m په يوې نقطې د اغيزې په خط باندې راشي.



د p یه قوه او د m یوه نقطه د p د اغیزې دخط ساحې څخه بهر

مونږ پوهیږو، چې مونږ فقط یوه قوه د هغې د اغیزې په خط پورې وهلی شو. بیا هم د یوې قوې دا ډول پورې وهنه په یو موازي حالت کې امکان لري. ددې هدف د پاره مونږ د m په نقطه کې دوه یو ډول لویوالي سره ، خو یو د بل مقابل جهت ته قوې ورکوو، کوم چې دا هم لکه د ورکړل شوي د p قوې په شان دي او د هغې د اغیزې په لیکې باندې واقع دي. په دې ډول د p د قوې تر اغیزې لاندې د موازنې د حالت سیستم تغیر نه کوي. نو دغه دواړه ورکړل شوي قوې یو د بل مقابل جهت ته ورکړل شوي او یو برابر لوی دي. لکه څنګه چې په لاندې انځور کې ښودل شوی.



د p قوه د m نقطې څخه تېر شوي موازي اغیزه کوونکي لیکې ته پورې وهل کیږي

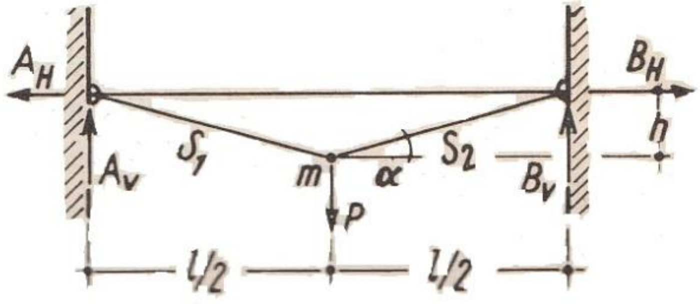
د درې p قوو سیستم همدا ډول اغیزه کوي، لکه د مخکینې P قوې په شان د هغې پر ورکړل شوي اغیزناکه لیکې کې. ددې نتیجه په دې ډول ده:
دp قوه د خپل ځان سره د m د نقطې نه د یوې اغیزه لرونکي لیکې باندې موازي پورې وهل کیږي. دې سره یوه د قوو جوړه د $M = p\ .\ a$ مومنت جوړیږي، کوم چې دا زښت ډېر باید په پام کې ونیول شي. نو فقط په هغه وخت کې دغه اغیزه په نظر کې نیول شوي سیستم ده ، لکه د p د قوې د اغیزې په شان د هغې په مخکنې اغیزې کې.

اوم فصل

د يو بار (وزن) نيونکو قوو ساده ستاتکي سيستمونه
Auflagerkräfte einfacher statischer Systeme
(Support forces easier of static systems)

هغه څه چې مونږ تر اوسه د ساختماني سيستم څخه اوريدلي وو، هرو مرو مونږ په دې حالت کې يو چې تر يوه حده د ډېر سنجش نه وروسته لاس ته راغلی معلومات په ساده ستاتکي سيستم سره ټول نه تر لاسه کيږي.

لکه څنګه چې په لاندې انځور کې ښودل شوی، مونږ ګورو چې په پړو يا مزو کې څومره قوه ده او د نيونکو ځايونو عکس العمل په دواړو پړو يا مزو کې ځوړند وزن د پاره څومره دی؟



د ځوړند شي او نيونکي تر منځ فاصله:	$h = 1{,}20$ m
د نيونکو ځايونو د نقطو تر منځ فاصله:	$l = 12{,}0$ m
بار (وزن):	$p = 100$ kp

د مثال په ډول د p بار کېدی شي چې په سړکونو کې ځوړند څراغونو يا د برقي موټرو د پاره د برق ځوړند تارونه اوسي.

ددې حل د انځور له مخې په دې ډول دی:

په دوه پړو يا مزو کې د p وزن د پاره د قوې کنج

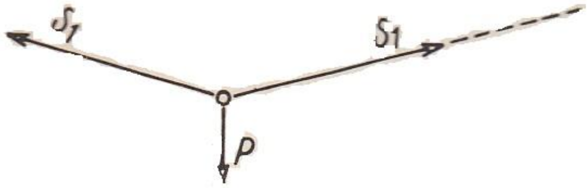
KM: 1 cm≙ 100 kp

د S_1 او S_2 اغیزه کوونکي لیکو ته موازي د شروع او اخر نقطو څخه د قوې په مقیاس رسم شوې د p قوه راښکل کیږي. دا د n په ځای کې سره لګیږي (قطع کوي).
دلته د مسافې اوږدوالی اندازه کیږي او د قوې په مقیاس بدلول کیږي. چې دې څخه لاندې نتیجه لاس ته راځي:

$$S_1 = S_2 = 255 \text{ kp}$$

مونږ ګورو چې دغه پړی یا مزی په منځ کې زښت ډېر غېر عادي ځوړند دی. اکثراً دغه په مزو کې ټینګونه هواره وي او مونږ دا په اسانه ګورو، چې بیا د S_1 او S_2 قوې تل غټېږي. ځومره چې قوې لوئیږي، هومره د راښکنو مساوي عرضاني مقطع د مزو په راښکنو کې لوئیږي او دې سره هم په اوږدو انبساط لوئیږي. دغه تړاو (ارتباط) یو علت لري، چې ولې یو مزی نه شې کېدی چې مستقیم راښکل شي: قوه زښت ډېر لوئیږي او د راښکلو پوتنسیال بلاخره د اولیه موادو په ټینګښت کې د خپل حد څخه زیاتی راځي. نو بیا دغه پړی یا مزی په شکېدو راځي.
د تمرین د پاره مختلف تمایل د S_1 او S_2 قوو څېړو.
د مثال په ډول د $h = 1{,}00$ m, $0{,}75$ m, $0{,}50$ m, $0{,}25$ m پاره.
مونږ بېرته د خپل مثال اندازو ته راځو. د S_1 او S_2 قؤې د P د قوې سره ګډ د تجاوز کوونکي نقطې څخه لري کیږي.

په لاندې انځور کې د S_1, S_2 او د P قؤې یو ځایي په تجاوزکوونکي نقطې کې موازنه جوړوي.



دې سره د دواړو مزو هر يو په موازنه کې دی، خو د بل په اخر کې بايد ددې سره برابر لوی، خو ددې په مقابل کې د تنظيم شوي قوې په حېث اغيزه وکړي.
په لاندې انځور کې د غشو د سر جهت له مخې د قوې د راښکنې او پورې وهنې فرق کيږي.

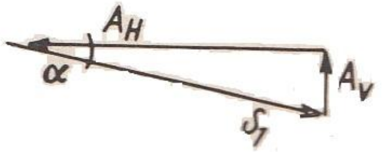
د پورته انځور څخه مونږ پوهيږو ، چې په يوې ميله کې د اخري نقطې څخه دننه (داخل) خوا ته تنظيم شوي قؤې په ميله کې د يوې راښکونکي قؤې په حېث ښودل کيږي. ددې برعکس يوه پورې وهونکې قوه بيرون خوا ته تنظيم شوي قؤې جهت ښودل شوی.

د S_1 او S_2 قؤې د هغې په ټينګېدونکو نقطو کې په ترکيبي اجزأو سره په عمودي او افقي جهتونو تجزيه کيږي. مونږ دا د لاندې ورکړل شوي انځور په شکل د A د نقطې د پاره کوو.

د S_1 قوه د يو غشي سره لاندې ښي خوا ته ورکړل شوی دی، چې دا د يوې موازنې غوښتنې د پاره د يوبل سره مطابقت دی، خپله د S_1 مزې د پاره هم.

د موازنې د شرايطو د غوښتنې سره مونږ غواړو چې د محاسبې له مخې حل سپما کړو.

لاندې ورکړل شوی انځور د S_1 د قؤې تجزيه ده د A په ټينګونکي نقطې کې د عمودي او افقي جهتونو په ترکيبي اجزأو کې:



KM: 1 cm≙ 100 kp
A_v = 50 kp, A_H = 250 kp

زمونږه پاملرنه دلته دې ته اوړي، چې دلته مجموعاً څلور د ټینګوونکو ځایونو عکس العمل د پیدا کولو دي:

B_H او A_V, B_V, A_H

د کلکو جسمونو ستاتیک څخه ړومبی فقط درې پېژندل شوي برابر وزن لرونکي غوښتنې په اختیار کې لري. ړومبی دلته فقط دومره ویل کیږي، چې د S_1 او د S_2 مفصلونو تر منځه یو بل، څلورمه غوښتنه لاس ته راځي. د دغې مفصل په ټکي (نقطه) کې باید یو مومنت د ټولې قؤې سره په دغه مفصل کې کېنې او ښي خوا ته صفر اوسي. بیا په هغه ځای کې، کوم چې یو مفصل دی، کېدی شي چې هیڅ کوم کوږوالی منځ ته رانه شي.

ددې په ځای مونږ کولای شو چې د مرستې د پاره یو بل محاسبوي مېتود څخه کار واخلو. مونږ د مفصل ټکی (نقطه) په نظر کې نیسو، کوم چې په هغې باندې د S_1 او S_2 مزي یو د بل سره تړلي دي او چیرته چې د P قوه هم راځي، نو بیا دغه ټکی (نقطه) د P د قؤې او د S_1 او S_2 لاندې په برابر (توازن) حالت کې اوسي. دلته ټولې قؤې په یوې نقطې کې د تیوري له لحاظه د مفصل په منځ کې قطع کوي، هیڅ کوم مومنت نه جوړوي. مطلب دا چې مونږ یوه وجه لرو، دا داسې چې مونږ یو کتله یې ټکی (نقطه) ځان ځان ته د دواړو غوښتنو سره

$\sum V = 0$ او $\sum H = 0$ چلند وکړی شو.

$l / 2 = 6{,}0$ m   h = 1,20 m

د مزو اوږودوالی

$$l_{S1} = l_{S2} = \sqrt{\frac{l^2}{2} + h^2} = \sqrt{6{,}0^2 + 1{,}2^2} = \sqrt{37{,}44} = 6{,}12\ m$$

$$\sin\alpha = h : l_{s2} \quad \cos\alpha = (l / 2) : l_{s2} \quad \sin\alpha = p / 2 : S_2$$

بیا نو

$$S_2 = S_1 = \frac{1}{2} P : \sin\alpha = \frac{1}{2}\, 100\, \frac{6{,}12}{1{,}20} = 255 \text{ kp}$$

هره قوه د S_1 او S_2 سرې کوی شي چې د هغې په نیونکي ځای برخې برخې کړي، د مثال په ډول د ترکیب شوي اجزأوو په شان.

$$H \text{ او } V : \sin\alpha = A_v : S_1 \rightarrow A_v = S_1 \,.\, \sin\alpha$$

$$\cos\alpha = A_H : S_1 \rightarrow A_H = S_1 \,.\, \cos\alpha$$

$$A_v = \frac{1}{2}\, P \,.\, \frac{1}{\sin\alpha} \,.\, \sin\alpha = \frac{1}{2}\, P$$

زمونږ مثال د عددونو سره په دې ډول دی:

$$A_v = \frac{1}{2} 100 = 50 \text{ kp}$$

برسېره په دې

$$A_H = \frac{1}{2}\, P\, \frac{1}{\sin\alpha} \,.\, \cos\alpha = \frac{1}{2}\, P\, \frac{1}{\tan\alpha} = \frac{1}{2} P \tan\alpha$$

$$\cot\alpha = l \,/\, 2 : h$$

$$A_H = \frac{1}{2}\, P\, \frac{l}{2}\, \frac{1}{h} = \frac{Pl}{4h}$$

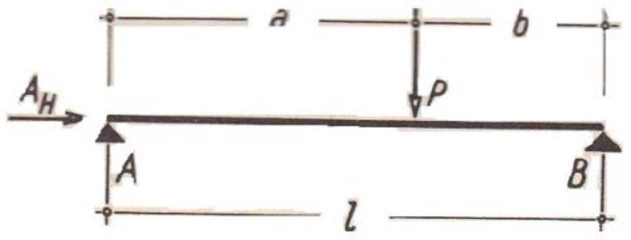
او زمونږ دغه مثال د عددونو سره په دې ډول دی:

$$A_H = = \frac{100\,.12{,}0}{4\,.1{,}20} = 250 \text{ kp}$$

لاندې انځور د A په بار وړونکي ځای کې برابر وزن (توازن) ښايي

دغه درې قؤې د باروړونکي په نقطې کې په توازن حالت کې دي، څنګه سرې کولای شي چې په اسانه قناعت وکړی، کله چې سرې د قؤې کنج رسموي، هغه کوم چې ورسره تړل کيږي.
مونږ کولای شو چې په بل ډول تشريح شوي د برابر وزن شرطونه امتحان کړو، په هغه کې چې مونږ ددې په مرسته د يو وزن لاندې، ستاتکي ټاکل شوی باروړونکی تير د باروړلو عکس

العمل وڅېړو. ړومبی مثال په ساده حالت کې د یو تیر چې د یو ځانګړي وزن، په هر ځای کې چې وي، تر اغیزې لاندې، لکه په لاندې انځور کې:
د یو ځانګړي وزن تر اغیزې لاندې یو ساحه وي بارو ړونکی



$$\sum V = 0 \rightarrow A + B - P = 0$$

$$P = A + B$$
$$\sum H = 0 \rightarrow A_H = 0$$

$\sum M = 0$ د A په څرخېدونکي نقطې کې:

$$-B \,.\, l + P \,.\, \alpha = 0 \rightarrow B = P\,\frac{\alpha}{l}$$
$$A = P - B$$

مونږه ګورو چې د $a = b = l\,/\,2$ د پاره د باروړونکي عکس العمل $A = B = P\,/\,2$ کیږي. د $b = l$ د پاره $A{=}P$ او $B = 0$ کیږي. اوس مونږ غواړو چې په پورته فرمولونو کې عددي مثال ورکړو، چې دا په دې ډول دی:

P = 10000 kp l = 5,0 m a = 3,0 m b = 2,0 m

$$-B \,.\, 5{,}0 + 10000 \,.\, 3{,}0 = 0$$

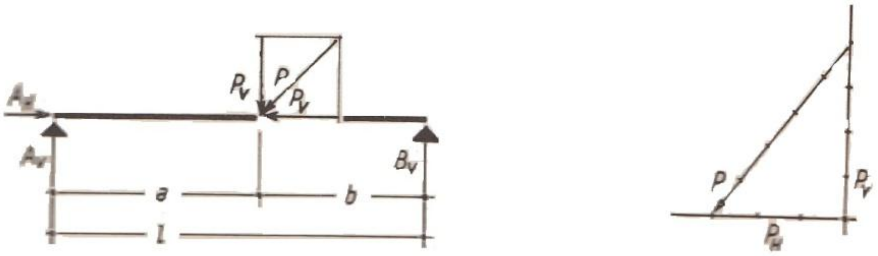
$$B = \frac{3{,}0}{5{,}0}\, 10000 = 6000 \text{ kp}$$

$$A = 10000 - 6000 = 4000 \text{ kp}$$

کنترول: د $B : A_v \,.\, 5{,}0 - 10000 \,.\, 2{,}0 = 0$ په څرخېدونکي نقطه کې:

$$A_v = \frac{2{,}0}{5{,}0}\ 10000 = 4000 \text{ kp}$$

د میلاني ځانګړي وزن تر اغیزې لاندي یو ساحه وي بارورونکی:



په هغه حالت کې چې تجاوز کوونکي قوې د تیر په محور باندې عمودي اغیزه ونه کړي، په اسانۍ سره په لاندې ورکړل شوي مثال کې ښودل شوی، چې دلته هره قوه تل په دوو ترکیبونو سره تجزیه کېدلی شي، کوم چې یو عمودي د محور په سر ولاړ دی او بل یې د محور جهت تعقیبوي.

$$\sum V = 0 \rightarrow A + B - P_v = 0$$

$$P_v = A + B$$

$$\sum H = 0 \rightarrow A_H = -\ P_H$$

$$\sum M = 0$$

د A په ساحه کې څرخېدونکې نقطه:

$$-\ B\ .\ l + P_v\ .\ \alpha = 0 \rightarrow B = P_v\,\frac{\alpha}{l}$$

دلته هم یو مثال د عددونو سره:

P = 5000 kp l = 10,0 m P_v = 4000 kp P_H = 3000 kp a = 6,0 m b = 4,0 m

$$\sum H = 0 \qquad A_H = 3000 \text{ kp} \qquad \sum M = 0$$

دA په ساحه کې څرخېدونکې نقطه:

$$-\ B\ .\ 10{,}0 + 4000\ .\ 6{,}0 = 0$$

$$B = \frac{6{,}0}{10{,}0}\ 4000 = 2400 \text{ kp}$$

دB په ساحه کې څرخېدونکې نقطه:

$$A\ .\ 10{,}0 - 4000\ .\ 4{,}0 = 0$$

$$A_v = \frac{4,0}{10,0}\ 4000 = 1600 \text{ kp}$$

کنترول:

$$\sum V = 0 \qquad 4000 - 1600 - 2400 = 0$$

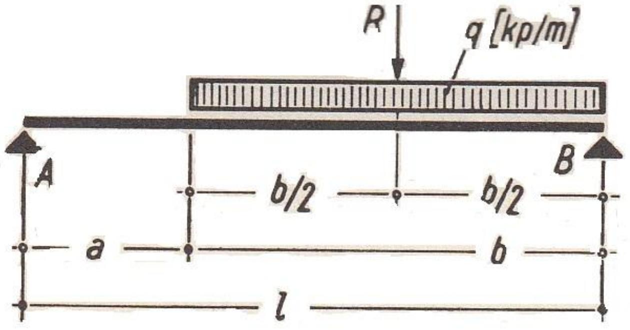
خو لیکه یي وزنونه هم مونږ کولای شو چې د برابر وزن غوښتنې په مرسته د بارېدونکي ځای عکس العمل پېدا کړو. دا باید د مخکې نه د لیکه یي وزن د پاره لاس ته راوړنه وڅېړل شي. دا بیا په باروړونکي باندې د وزن د ثقل په مرکز راځي، چېرته چې دې سره محاسبه د همدې په شان وړاندې تللی شي.

$$R\ b\ .\ q\ [\text{Mp}]$$

د A په ساحه کې څرخېدونکې نقطه:

$$R\ .\ (a + b/2) - B\ .\ l = 0 \rightarrow B = R(\frac{a+b/2}{l})$$

لاندې انځور د لیکه یي وزن تر اغیزې لاندې یو ساحه وي باروړونکی ښایي



د B په ساحه کې څرخېدونکې نقطه:

$$A\ .\ l - R\ .\ b/2 = 0 \rightarrow A = R\ \frac{b/2}{l}$$

د عددونو سره دا په دې ډول دی:

$$q = 3,0 \text{ Mp/m} \quad l = 10,0 \text{ m} \quad a = 2,5 \text{ m} \quad b = 7,5 \text{ m}$$

$$R = 7,5\ .\ 3,0 = 22,5 \text{ Mp}$$

د A په ساحه کې څرخېدونکې نقطه:

$$22,5\ .\ (2,50 + 3,75) - B\ .\ 10,0 = 0 \rightarrow B = 22,5\ \frac{6,25}{10,00} = 14,06 \text{ Mp}$$

د B په ساحه کې څرخېدونکې نقطه:

$$A \, . \, 10{,}0 - 22{,}5 \, . \, 3{,}75 = 0 \rightarrow A = 22{,}5 \, \frac{3{,}75}{10{,}00} = 8{,}44 \text{ Mp}$$

کنترول:

$$\sum V = 0 \qquad R - A - B = 0$$

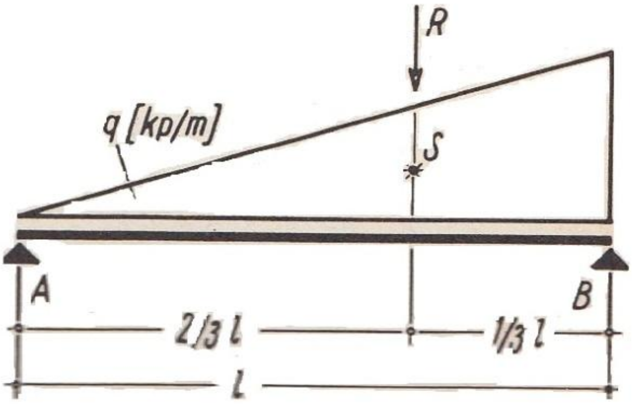
$$22{,}5 - 8{,}44 - 14{,}06 = 0$$

د $b = l$ حالت کې او د $a = 0$ سره منځ ته راتلونکې قوه د تیر په منځ کې راځي، لکه څنګه چې په بل ځای کې ددې یاد شوی دی،

$$A_v = B = \frac{1}{2} \, R$$

همدا اوس هم یو تیر د درې کنجه شکل وزن سره تر فشار لاندی دی:

لاندې انځور د یو درې کنجه (مثلث) ډوله وزن اغیزې لاندې یو ساحه وي بارورونکی ښايي



$$R = ½ \, . \, l \, . \, q \text{ [Mp]}$$

د A په ساحه کې څرخېدونکې نقطه:

$$- B \, . \, l + R \, . \, \frac{2}{3} \, l = 0 \rightarrow B = R \, \frac{2}{3}$$

د B په ساحه کې څرخېدونکې نقطه:

$$A \, . \, l - R \, \frac{1}{3} \, l = 0$$

$$A = R \, \frac{1}{3}$$

دا په عددونو سره په دې ډول دی:

$$q = 3{,}0 \text{ Mp/m} \qquad l = 6{,}0 \text{ m}$$

$$R = \frac{1}{2} \, 3{,}0 \, .6{,}0 = 9{,}0 \text{ Mp}$$

د A په ساحه کې څرخېدونکې نقطه:

$$- B \, . \, 6{,}0 + 9{,}0 \, . \, \frac{2}{3} \, 6{,}0 = 0$$

$$B = 9,0 \cdot \frac{2}{3} = 6,0 \text{ Mp}$$

د B په ساحه کې څرخېدونکې نقطه:

$$A \cdot 6,0 - 9,0 \cdot \frac{1}{3} 6,0 = 0$$

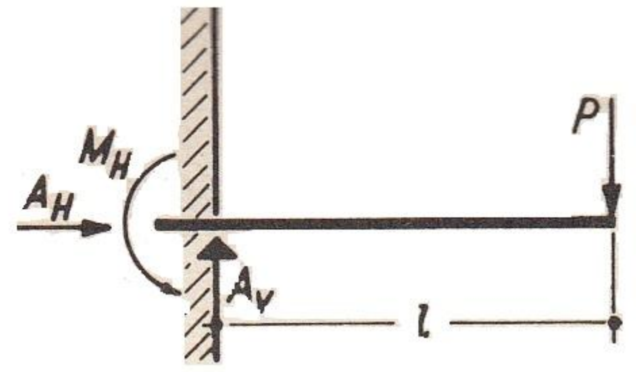
$$A = 9,0 \cdot \frac{1}{3} = 3,0 \text{ Mp}$$

کنترول:

$$\sum V = 0 \rightarrow R - A - B = 0$$
$$9,0 - 6,0 - 3,0 = 0$$

په هغه حالت کې چې تیر راوتلی اوسي، دا په دې ډول چې د تیر یو خوا ټینګ اوسي، ددې د برابر وزن شرایطو څخه کار اخستنه په لاندې ډول کیږي:

لاندې انځور یو راوتلی باروړونکی دی، چې د هغې د خلاصې برخې په اخر کې یو ځانګړې وزن راځي:



$$\sum H = 0 \rightarrow A_H = 0$$
$$\sum V = 0 \rightarrow A_v - P = 0$$
$$A_v = P$$

د A په ساحه کې څرخېدونکې نقطه: $\sum M = 0$

$$- M + P = 0 \rightarrow M = P \cdot l$$

سړی کوی شي چې څرخېدونکې نقطه، د مثال په ډول د اغیزه کونکي نقطې په P کې ورکړي، کوم چې د مومنت د پاره ارتباطي نقطه اختیاري ده. نو بیا دا په دې ډول دی:

$$-M + A_v \cdot l = 0 \rightarrow M = A_v \cdot l$$

خو دلته

$$A_v = P \rightarrow M = A_v \cdot l$$

دا په عددونو سره په دې ډول دی:

$$L = 2{,}50 \text{ m} \qquad P = 2{,}0 \text{ Mp}$$
$$A_v = P = 2{,}0 \text{ Mp}$$
$$M = 2{,}0 \cdot 2{,}50 = 5{,}0 \text{ Mpm}$$

مونږ غواړو چې د یو مثال سره چې ډېر وزنونه ولري، دغه مبحث وتړو. دا هغه مثال دی، کوم چې په دریم او څلورم فصلونو کې یو 10 پوړه د دفترونو د پاره ودانۍ نقشه شوې ده (8 پوړتني پوړونه، یو اول پوړ او یو لاندې پوړ) چې په اول پوړ کې د داخلي پایو په قطار کې هر دوهمه پایه په نظر کې نه نیول کېږي. ددې مطلب دادی، چې د اول پوړ په چت کې یو باروړونکی (لکه د تیر په شان) پروت دی.

چت $q = 745$ kpü/m^2

د چت نیونکی $q = 2860$ kp/m

$$\lambda = 3{,}50 \text{ m}$$
$$l = 4 \cdot \lambda = 4 \cdot 3{,}50 = 14{,}0 \text{ m}$$

د وزن څېړنه:

q: خپل وزن ≈ 1000 kp/m $\approx 1{,}0$ Mp/m

P_1: د 8 پوړو (منزلونو) څخه د پایو وزن. 46,0 Mp د هر پوړ د پاره

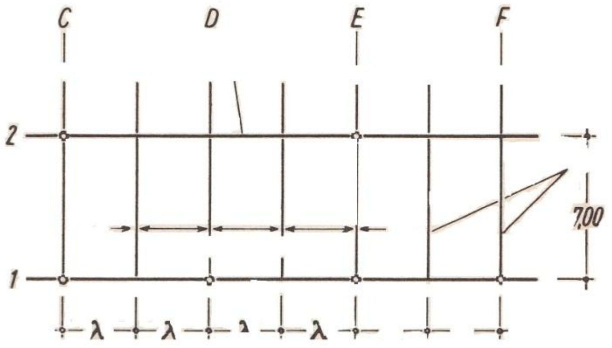
$8 \cdot 46 = 368{,}0$ Mp (څلورم فصل ته نظر وکړی)

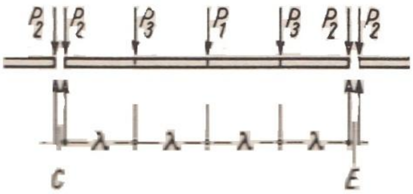
د چت نیونکي څخه په عمومي محور کې

$2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 7{,}0 \cdot 2{,}86 = 20{,}0$ Mp (دریم فصل ته نظر وکړی)

$$368{,}0 \text{ Mp} + 20{,}0 \text{ Mp} = 388{,}0 \text{ Mp}$$

په دوهم محور کې یو بارنیونکی $l = 14{,}00$m په لاندې انځور کې ښودل شوی





$P_2 := \frac{1}{2} P_1 = 194{,}0$ Mp

د بل باروړونکي نيمايي په اخر سر باندې اغيزه کوي.

د چت باروړونکي څخه په منځني محورونو کې P_3:

(دريم فصل ته نظر وکړی) $2 \,.\, \frac{1}{2}\, 7{,}0 \,.\, 2{,}86 = 20{,}0$ Mp

مومنت پورې مربوطه ټکی (نقطه) په E: کې

$$C \,.\, 4\lambda - P_2 \,.\, 4\lambda - P_3 \,.\, 3\lambda - P_1 \,.\, 2\lambda - P_3\lambda - q \,.\, 4 \,.\, \lambda \,.\, 2 \,.\, \lambda = 0$$

$$C = \frac{1}{4}\,(4 \,.\, P_2 + 4\,P_3 + 2\,P_1 + 8 \,.\, q \,.\, \lambda)$$

$$= \frac{1}{4}\,(4 \,.\, 194{,}0 + 4 \,.\, 20 + 2 \,.\, 388 + 8 \,.\, 1{,}0 \,.\, 3{,}5)$$

$$= \frac{1}{4}\,(776{,}0 + 80{,}0 + 776{,}0 + 28{,}0)$$

$$= \frac{1}{4}\, 1660{,}0 = 415{,}0 \text{ Mp} = C$$

په متناظر تنظيم شوي وزنونو کې مونږ کولای شو چې دا بې د محاسبې څخه ورکړو:

$$E = C = 415{,}0 \text{ Mp}$$

کنترول:

$$\sum V = 0 = 2P_2 + 2P_3 + P_1 + q \,.\, 4 \,.\, \lambda - E - C$$

$$= 2 \,.\, 194{,}0 + 2 \,.\, 20{,}0 + 388{,}0 + 1{,}0 \,.\, 4 \,.\, 3{,}5 - 415{,}0 - 415{,}0 = 0$$

$$388{,}0 + 40{,}0 + 388{,}0 + 14{,}0 - 415{,}0 - 415{,}0 = 0$$

$$= 830{,}0 - 830{,}0 = 0$$

اتم فصل

په ودانۍ کې د باروړونکو برخو د پاره د يو تنظيم کوښښ (اقدام)

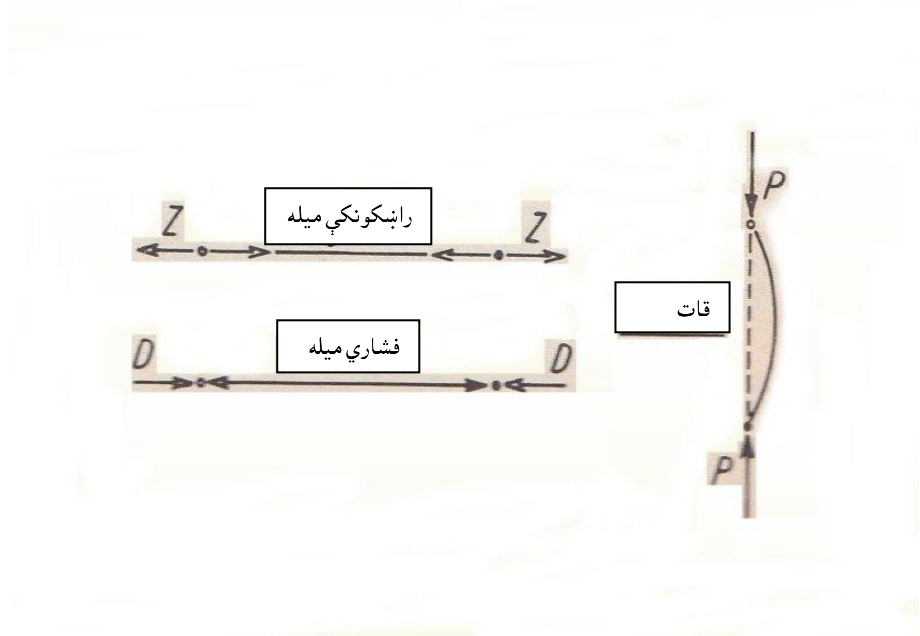
Versunch einer Ordnung der Tragwerke
(Attempt of an order of the structural framewoek)

مونږ د مجموعي ودانۍ جوړښت د باروړونکي سره او د باروړونکو عناصرو د برخو سره ښايو، چې ددی څخه يو مکمل باروړونکي جوړيږي، او ددې د توپير امکان په دې ډول دی، په کوم شي چې په عملي کار اخستنې کې بيا هم ددې سرحد اکثراً سلسليي دي:

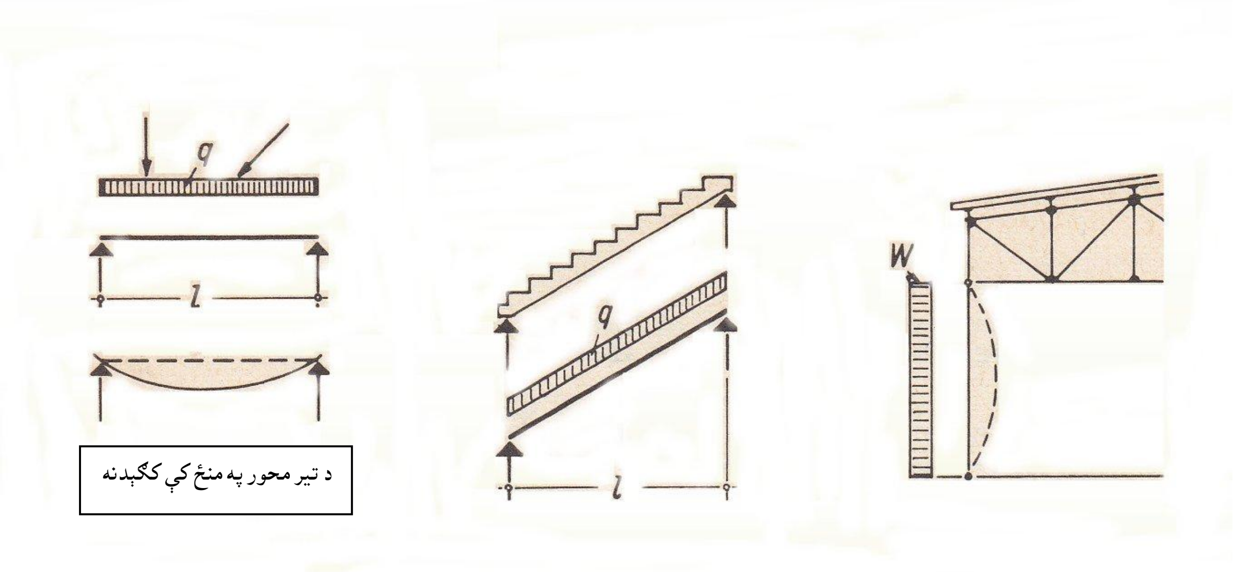
مونږ تر اوسه پورې هغه څه چې په پام کې نيولي وو د هغه څخه استفاده وکړه، چې د نقشې په ډول ښودنه کې د باروړونکي عناصر په طبعي عرضاني مقطع کې نه، بلکه ځان ځان ته د هغې محور سره وښودل شي. دا باروړونکي عناصر دي، کوم چې دا د ليکه يي په حبث د نقشې په ډول ښودنه کې سرمشق کېدونکي دي.

دې پورې ميلې هم اړه لري، کوم چې دا دوه ګروپه دي: يوې خوا نه دا د راښکنې تر اغيزې لاندې دي، چې دا د راښکونکي ميلې دي، او بل خوا نه دا د فشار تر اغيزې لاندې دي، چې دا د فشاري ميلو په نوم ياديږي. دا د سرحد په حالت کې کېدی شي د راښکونکي اغيزې ميلې څخه يو مزی يا پړی هم اوسي. په خاصه توګه فشاري ميله ځکه ښودل کيږي، چې خاص محافظتي اقدامات ورته بايد ونيول شي، کوم چې د فشار تر اغيزې لاندې قات ځايونو يوې ډډې ته خوځېدنو مخنيوې وشي.

په لاندې انځور کې محوري تر اغيزې لاندې ميلې ښودل شوي دي:

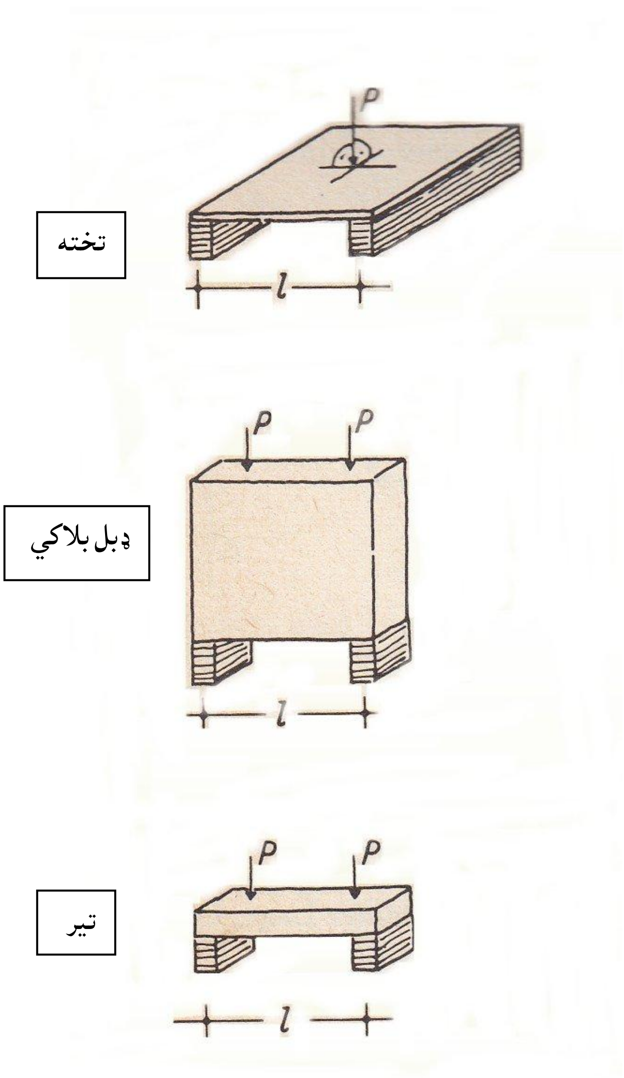


همدا ډول د ليکه يي په حېث تيرونه زيات په نظر کې نيول کيږي. د تيرونو په حېث سرې کګېدونکو باروړونکو عناصرو ته وړاندېتوب ورکوي. دلته قوې د تير په محور باندې عمودي اغيزه کوي. تيرونو ته افقي ترجيح ورکول کيږي، خو په ميلاني ډول هم، د مثال په ډول د بامونو په ساختمان کې يا په زينه کې د پوړکيو نيونکي په حېث تنظيميږي. حتأ عمودي حالتونه تل ليدل کيږي. په دې ډول د يو هال يا صالون يو بيروني تکيا يا پايه د عمودي تکيا وزن د پاره يوه ميله ده، چې دا يو فشاري ميله ده، د هال په دېوال باندې د متقابل باد د فشار د پاره بيا هم يو تير په عمودي حالت کې. د دا ډول محوري قوو د پاره د غوښتنې ډول د تير قاتېدنې د پاره تمايل کوونه، سرې د محوري فشار سره قاتېدنې او همدارنګه د محوري راښکنې سره قاتېدنې په نوم يادوي.
په لاندې انځورونو کې تيرونه دي چې په دوه تکيا ګانو يا پايو باندې راځي:



د دوو خواو نه په ښودنه کې، مطلب دا چې په هواره کې، تختې او بلاکي ډبلو تختو ته اړتيا ده. دی سره سرې د تختو سره چې هغه د هوارې سطح په شکل ښودل کيږي، کوم چې د قوو په وجه غوښتنه کيږي، مسطتيلي د تختې سطح باندې اغيزه کوي. نو په دې ډول د يوې تختې عمودي وزن نيونې پورې مربوطه يو اهن کانکرېټي چت دی. نو ځکه اهن کانکرېټي تخته ويل کيږي، که چېرته د ساختماني موادو څخه لا سرې هيڅ کوم پوښ نيول ونه غواړي.

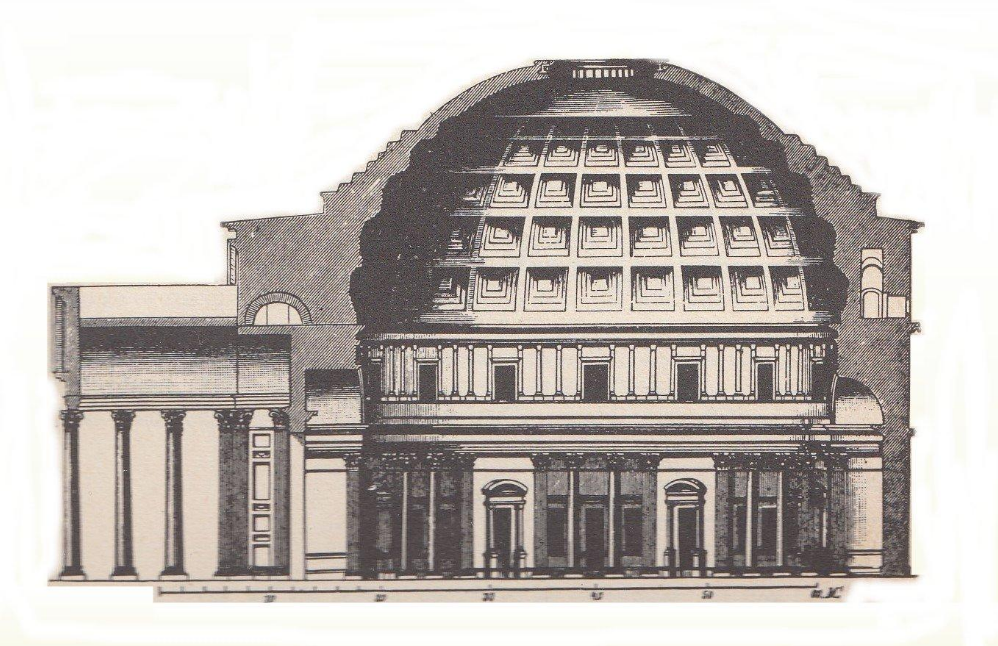
په لاندې انځورونو کې د تختې، بلاکي ډبلې تختې او د تير انځورونه ښودل شوي دي:



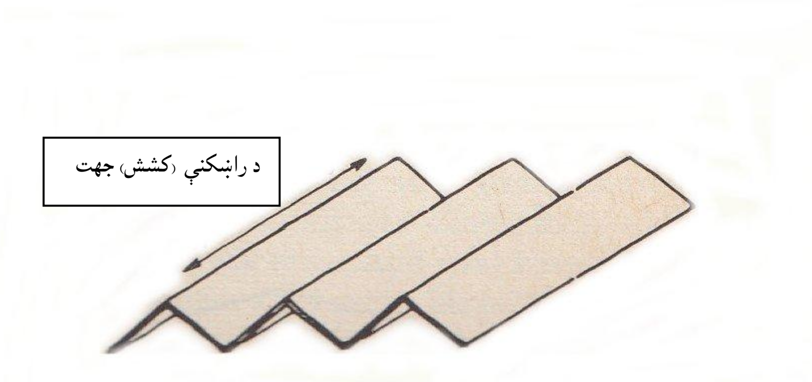
ددې په خلاف بلاکي ډبلې تختې ، چې په هواره کې واقع وي، تر اغیزې لاندې وي. دا د تیر په شان فعالیت لري خو د تیر څخه یې فرق په دې دی، چې دا نسبت اوږدوالي او چته عرضاني مقطع لري.

ددې په خلاف ګمبځې، قات ساختماني برخې او کاسه یي ساختمان د ځای له لحاظه جوړ شوي وي. د ګمبځې او پوښ تر منځ فرق د ګمبځې کم ډبلوالی دی. کاسه یي ساختمان نه یوائې دا چې ساده کاږه دي، بلکه د دوه واړې کږېدونکي په حېث سطح جوړونکی دی. ګمبځې د ټولې احاطې سره ټینګول کیږي. خو کاسه یي ساختمان حتمي نه دی. قاتېدونکي ساختماني برخې باید لکه د یو تیر په شان یا د یو محوري ټینګ شوي تختې په شان چې فقط د دوو متقابل پرتو نیونکو لیکو سره کلکول کیږي، کېدی شي چې په یو اخر کې هم ټینګ شي او لکه د یو راوتلي تیر په شان راوتلی اوسي.

لاندې انځور په روم کې د ګمبځې په شکل ودانۍ ده چې دوه سوه کاله وروسته د مسحي څخه جوړه شوې ده:

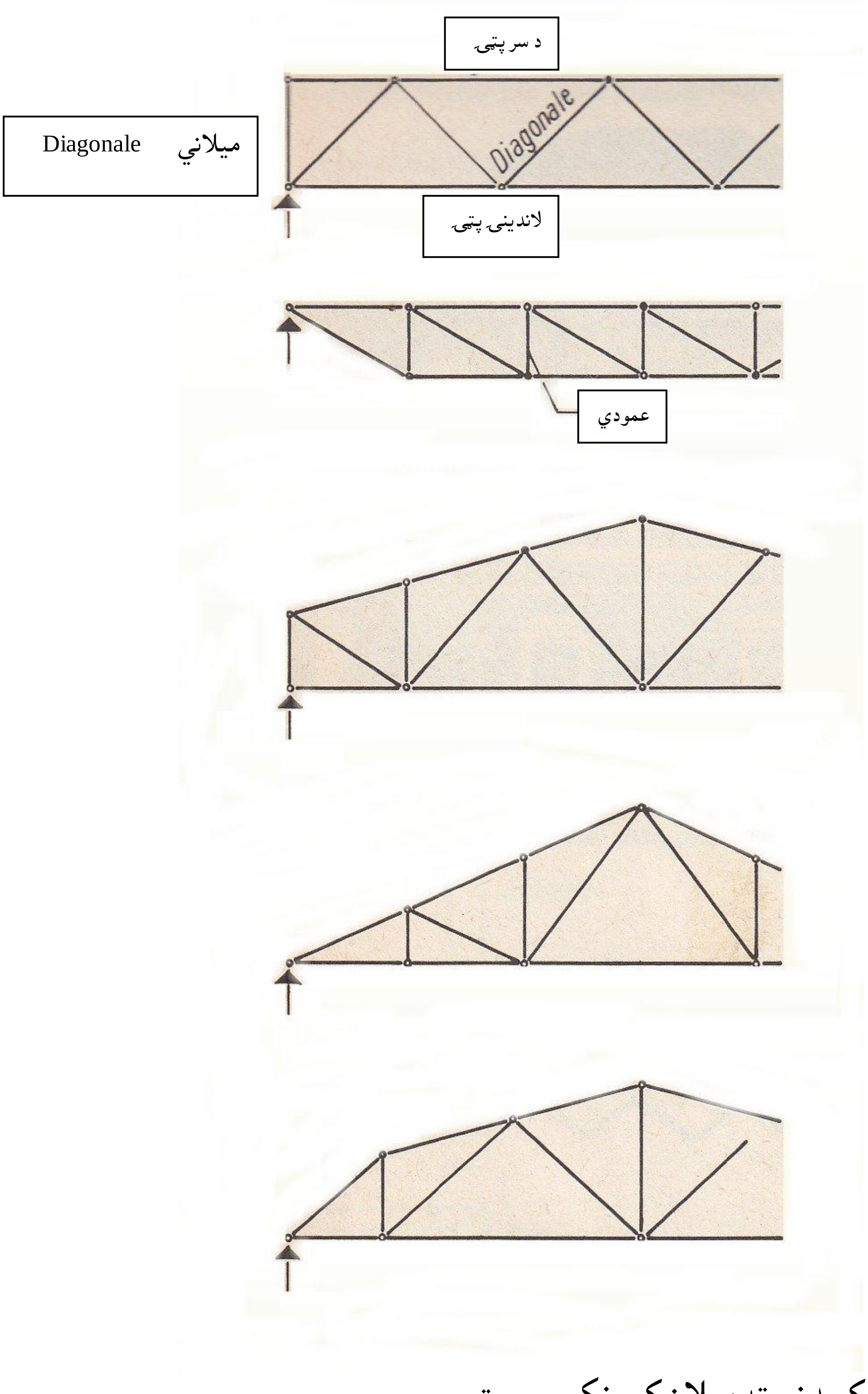


لاندې ورکړل شوی انځور قات قاتي ساختماني برخه ده:



د لیکه یي او سطح په حېث تیاربدونکي عناصرو څخه باروړونکي په مختلفو ډولو سره یوځایي ورکول کیږي. دا کېدی شي چې هوار او هم د ځای له لحاظه ساختمانونه اوسي. ددې په خلاف ګمبځې، کاسه یي ساختمانونه او قات قاتي ساختماني برخې خپله باروړونکی ساختمان ښودل کیږي. دغه د ځای له لحاظه باروړونکی ساختمان، کوم چې په هغه باندې کوم شې نه راځي، د خېمې د بام جالۍ په شکل د مزو په جمله کې شمېرل کیږي.
مونږ کولای شو چې زمونږ هدف د پاره د لاندې عناصرو څخه ګډ جوړېدونکی او په هواره کې ښودل شوي باروړونکو تر منځ د پوټنسیال توپیر لوی فرق وکړو:
د لرګو څخه ودانۍ (ساختمانونه)
دا په کلکونکو نقطو کې د مفصلي بارېدونکي لرګو څخه ګډ جوړول کیږي. دلته قوې فقط د لرګو په محور باندې اغیزه کوي.

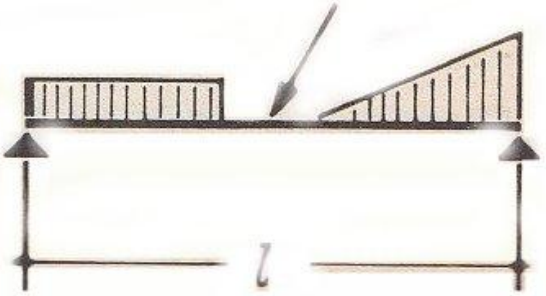
لاندې انځورونه د لرګو څخه باروړونکو ودانیو ډولونه دي:



کرېدنې ته میلان کوونکی سیستم

ددې څخه مطلب ګڼ شمېر باروړونکي ودانۍ (ساختمانونه) دي: تیرونه د دوو تکیا (پایو) سره، چې د ستاتیک له نظره ټاکلي تیرونه نومول کیږي، که چېرته د دغو دواړو تکیا ګانو

څخه یو خوځېدونکی (متحرک) اوسي. بیا نو دلته د بارېدونکي ځای عکس العمل ټاکنې د پاره درې برابر وزن لرونکې غوښتنې په اختیار کې لرلی شي.
لاندې انځور یو باروړونکی دی، چې دوه تکیا ګانې یا پایې لري:



د مفصلونو سره منځ نه تېرېدونکي تیرونه، چې د Gerber[8] په نوم یادیږي. په باروړونکي کې په دومره اندازه مفصلونه باید اوسي، څومره چې د بارېدونکي شرایطو سره د دغو دریو معلومو برابر وزن غوښتنو سره جوړیږي. که دغه باروړونکی یو کلک او درې خوځېدونکي (متحرک) تکیا ګانې (بارنیونکي ځای) ولري، نو دلته بیا مجموعاً پنځه بارنیونکي عکس العملونه وجود لري، مطلب دا چې دوه زیات نظر مونږ ته معلوم درې برابر وزن لرونکي غوښتنه حلوي. سرې ویلی شي چې دغه باروړونکی دوه وارې د ستاتیک له نظره نا معلوم یا مجهول دی. دلته باید دوه اضافي مفصلونه موجود اوسي، او دا باید داسې طبعي ورکړل شوي اوسي، چې دا سیستم نا پاېداره نه شي. نو په دې وجه باېد باروړونکی بیا د ستاتیک په لحاظ وټالکل شي. هر یو د دغو مفصلونو برابر وزن شرط جوړوي، او هغه دا، چې په همدغه ځای کې د مفصل ښي او کیڼې خوا ته د ټولو قوو مومنت باید د صفر سره برابر اوسي.
لاندې انځور د Gerbe باروړونکی دې، چې څلور تکیا ګانې (پایې) لري او په منځ ساحه کې دوه مفصلونه ورکړل شوي دي:

---

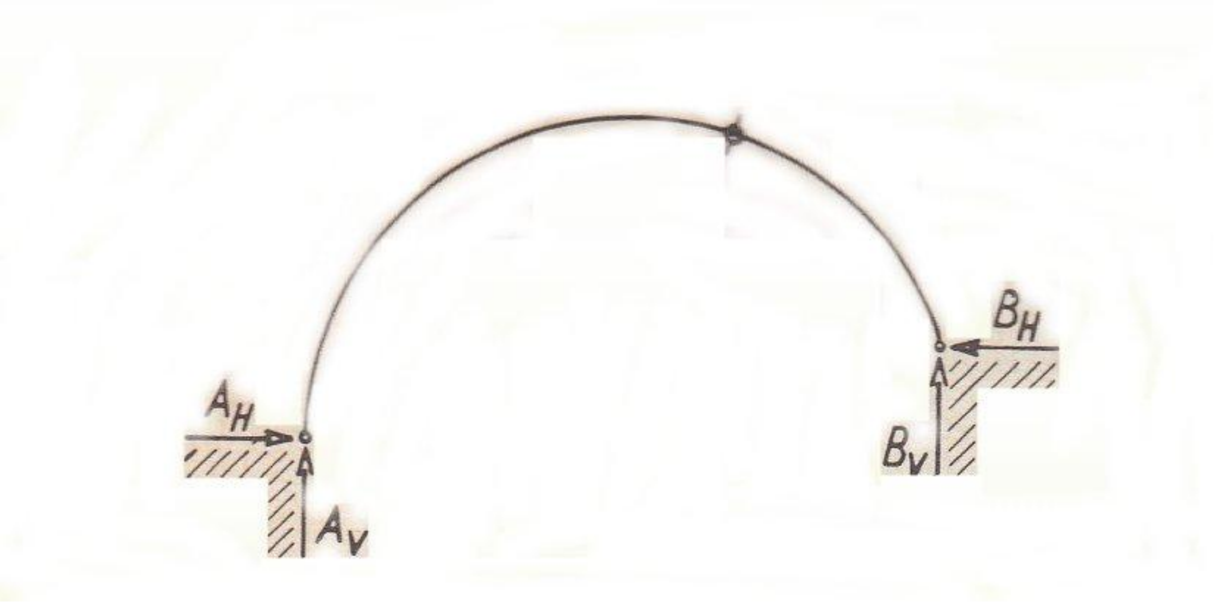
[8] Gerber - دا په ستاتیک کې یو باروړونکی دی، چې ډېرې تکیا ګانې لري او د ستاتیک په نظر کې نیولو سره مفصلونه ورکړل شوي دي. Greber دا یو الماني انجینېر وو، چې په (1832-1912) کلونو کې یې ژوند کاوه، د مفصلونو سره یو پول یې جوړ کړ، چې د تکیا ګانو یا پایو تر منځ فاصلې یې 23,6 m + 37,9 m + 23,9 m وو.

بې مفصله د منځ څخه تېرېدونکی بارورونکی، د ډېر ساحو لرونکي بارورونکي په نوم یادیږي. دغه بارورونکی بې د کړېدو څخه د تکیا ګانو یا پایو په سر تېریږي. هر خوځېدونکی بار نیونکی د ټولو نامعلوم بارنیونکو عکس العملونه، نورو مساواتو حلولو ته ضرورت لري. دغه مساوات د ارتجاعي زده کړې او د کلک والي زده کړې څخه تر لاسه کیږي. که دغه بارورونکی یو ټینګ او درې خوځېدونکي (متحرک) بارنیونکي ولري، نو دلته پنځه بارورونکي عکس العملونه وجود لري. دلته نظر کلک جسم ستاتیک ته درې زیات مساوات په اختیار کې لري. دوه نور مساوات باید د ارتجاعي زده کړې او د کلکوالي زده کړې څخه واخستل شي. دغه بارورونکی دوه وارې د ستاتیک له مخې نا معلوم (مجهول) دی.
لاندې انځور درې ساحه یي بارورونکی دی چې دوه وارې ستاتکي نا معلوم دی:

دا ډول د منځ څخه تېرېدونکي بارورونکي د مفصل سره یا بې مفصله د لرګو څخه ودانیو په سیستم کې هم استعمالیږي.

د لیندۍ (کمان) په شکل بارورونکی ساختمان
دلته د هرې درجې په نظر کې نیولو سره د ستاتیک نا څرګنتیا فرق لري. دا درې مفصل لرونکې لیندۍ (کمان) یوه لیندۍ ده، کوم چې دا ددې د دوارو مفصلونو څخه غېر په بارنیوکي کې یو بل د لیندۍ په شکل وجود ولري. ددې په وجه بیا لکه د Gerber بارورونکي په شان یو بل مساوات په اختیار کې لري، دا داسې چې دلته منځ ته راتلونکي څلور بارنیونکي عکس العملونه د نا معلوم په حېث د څلورو مساواتو څخه پېدا کېدلی شي.

لاندې انځور یو درې مفصله لیندۍ ده:



دوه مفصله لیندۍ

دا د ستاتیک له لحاظه نا معلوم دی. دلته مجموعاً څلور بارنیونکي عکس العملونه منځ ته راځي. د لیندۍ په شکل کې کوم بل مفصل وجود نه لري. دلته ورک څلورم مساوات د ارتجاعي زده کړې او د کلکوالي زده کړې څخه پیدا کیږي.

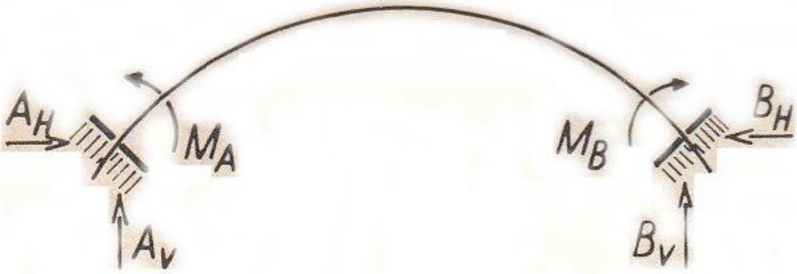
لاندې انځور یو دوه مفصله لیندۍ (کمان) ده:

ټینګه شوې یا کلک نښتې لیندۍ (کمان)

دلته د لیندۍ دواړه اخري سرونه ټینګ نښتي دي. په هر بارنیونکي ځای کې درې، مطلب دا چې مجموعي شپږ بار نیونکي عکس العملونه جوړیږي. دا ډول لیندۍ د ساتیک په لحاظ

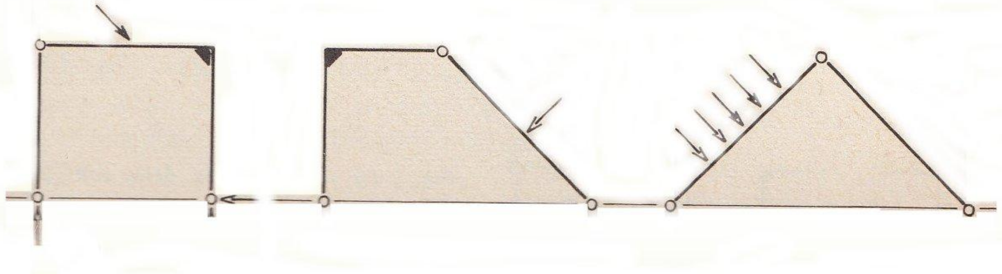
درې واره نامعلوم دی. دلته باید در مساواته د درې برابر وزن شرایطو ته د ارتجاعي زده کړې او د کلکوالي زده کړې څخه واخستل شي.

لاندې انځور یوه ټینګه شوې یا کلکه نښتې لیندۍ ده:



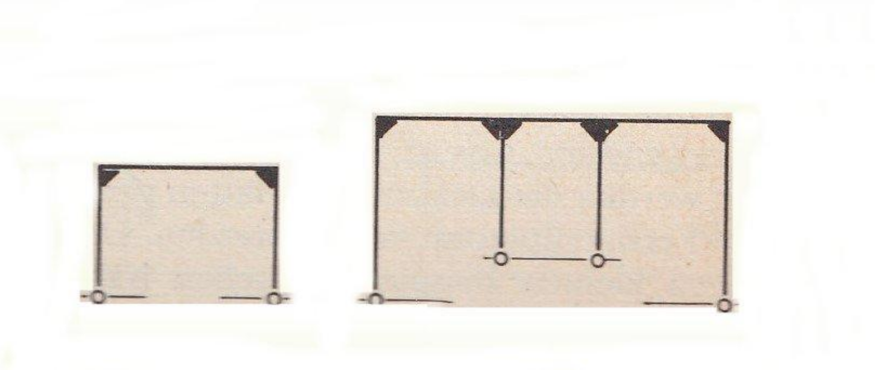
چوکاټ ډوله باروړونکی ساختمان
په دغه ګروپ کې ټولې د لرګو یا میلو څخه د کړېدو په مقابل کې ټینګ ګډ جوړشوی سیستم حسابیږي. دا کېدی شي چې مفصلونه هم ولري. دلته په خاصه توګه درې مفصله چوکاټونه ښودل شوي دي. دا لکه د درې مفصله لیندۍ په شان د دواړو لاندیني د پښو مفصلونو څخه غېر یو بل مفصل د میلی په شکل کې وجود لري. دلته هم هغه څه اعتبار لري، لکه د درې مفصله لیندۍ په شان.

لاندې انځور په مختلفو ډولونو سره درې مفصله چوکاټونه ښایي:

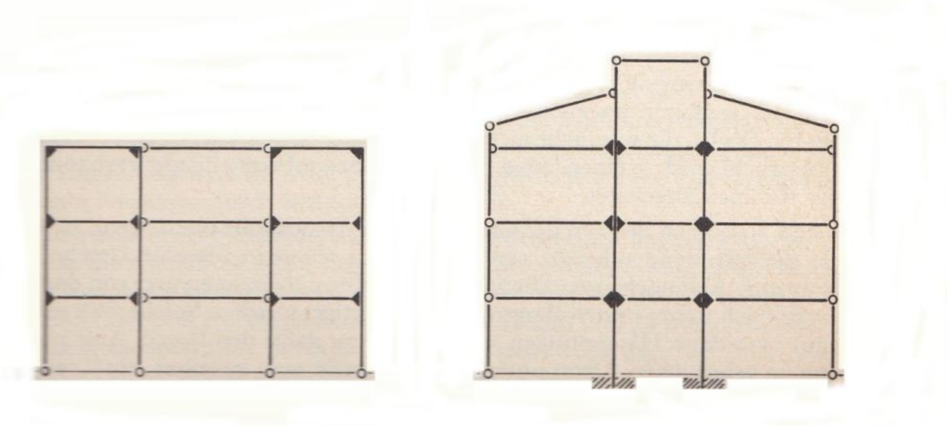


پاتې نور ټول چوکاټي شکلونه سرې د ستاتیک له مخې نامعلومو درجو له مخې کم فرق کولای شي نظر د ناړو او منزلونو زښت ډېر تعداد ته.

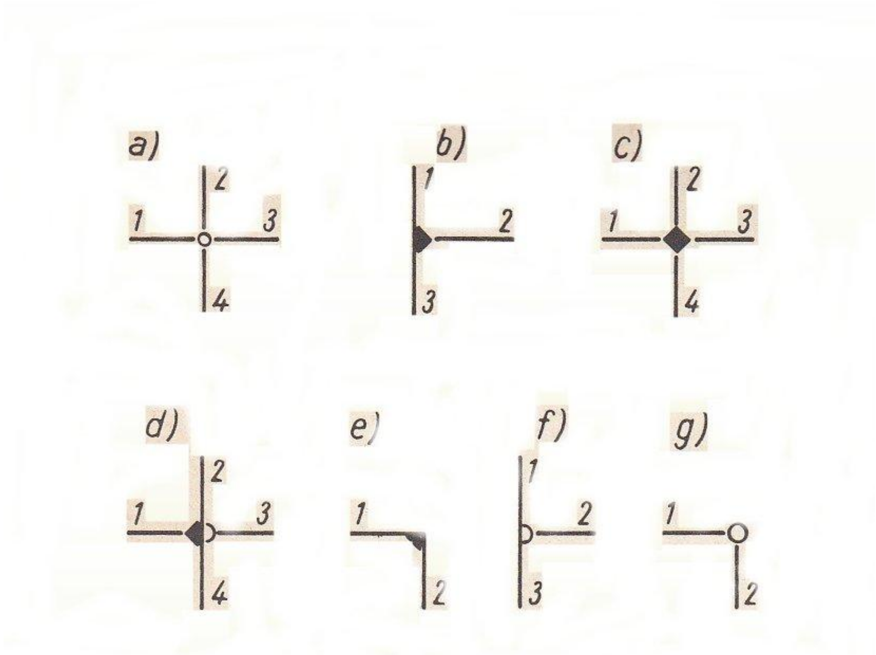
يو منزله چوکاټونه، کوم چې په لاندې انځورونو کې ښودل شوي:



ډېر منزله چوکاټونه، کوم چې په لاندې انځورونو کې ښودل شوي:



په چوکاټونو کې یو نیم نښلونکي یا کلکونکي ځایونه
د نښلونکو ځایونو مختلف ډولونه په لاندې انځورونو کې ښودل شوي:



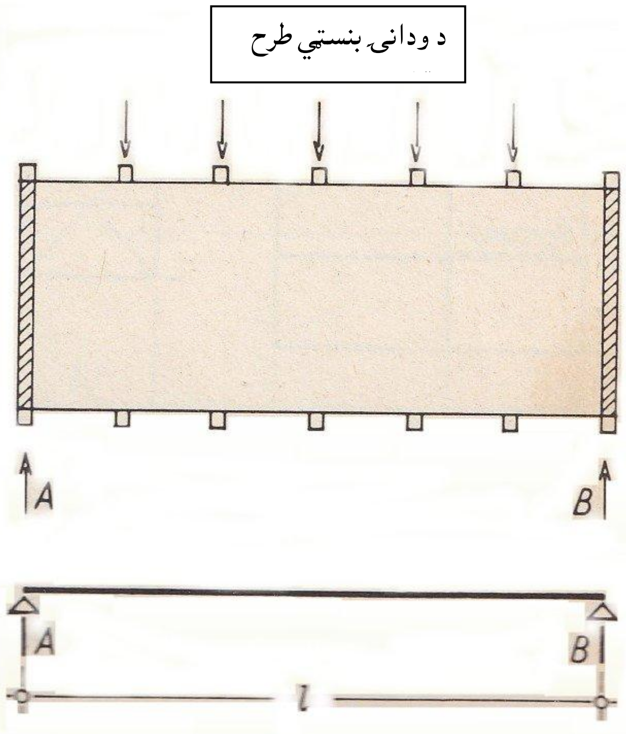
په پوړته انځورونو کې:

a) څلور میلې په یو مفصل کې نښلول شوي دي.
b) درې میلې د کږېدو په مقابل کې ټینګ نښلول شوي دي.
c) څلور میلې د کږېدو په مقابل کې ټینګ نښلول شوي دي.
d) اول، دوهم او څلورم میلې د ګږېدو په مقابل کې ټینګ، او دریمه میله مفصلي نښلول شوي دي.
e) دوه میلې د کږېدو په مقابل کې ټینګ تړل شوي دي.
f) اوله او دریمه میله د کږېدو په مقابل کې ټینګ راساً تیریږي، او دوهم مفصلي نښلول کیږي (نیم مفصل).
g) دوه میلې سره مفصلي تړل شوي دي.

د ډېر پوړه چوکاټونو سره مونږ د لوی ګروپ د ودانیو سکلیټ څخه شروع کوو. په یو دا ډول باروړونکي ساختمان کې اکثراً ټول کار اخستنې وجود لري، کوم چې مونږ تر اوسه پورې د باروړونکو ساختمانونو په عناصرو کې پېژندګلوي کړې ده. په دې ډول چتونه د تختو څخه جوړیږي، کوم چې په اوس وخت کې زښت ډېر د تیارو تختو په حېث نصبول کیږي. د دې وزنونه، لکه څنګه چې مونږ په خپلو وړو مثالونو کې ولیدل، د چت نیونکو، یعنې د تیرونو څخه نیول کیږي. دغه چت نیونکی کېدی شي چې د ستاتیک په مطابق د وزن نیونکي باروړونکی او یا راساً تېر شوی باروړونکی اوسي. په باروړونکي ساختمان کې چوکاټونه په هغه وخت کې چت نیونکی کېدی شي، چې دا په چوکاټ کې د میلاني او عمودي ډاګو یا میلو په منځ کې افقي تیر اوسي.
ښکته خوا ته د قوُو انتقال د تکیاګانو یا پایو په واسطه نیول کیږي. مطلب دا چې تر فشار لاندې ډاګو یا میلو په سر. دا اکثراً د چت په سطح افقي ساتلی نیول کیږي. دا نیول شوي قوُې بیا د چت په سر، چې دا نه یوازې د تختې په حېث، بلکه د یوې بلاکي ډبلې تختې په حېث هم تر اغیزې لاندې وي، چې په یوې ټینګې هستې او یا د شخ تړنې یا د چوکاټ منبع اوسي. دلته داسې تکیاګانې یا پایې په پام کې نیول کیږي، کوم چې دا هیڅ کوم فشاري قوه نه انتقالوي، بلکه واردېدونکي قوُوې پوړته خوا ته انتقالوي، چېرته چې هغه په پوړتنې پوړ کې په غټو نیونکو ساختمانونو په سر هستې ته انتقالیږي او د هغه ځای نه بېرته ښکته ساختماني کندې (بنسټ) ته انتقالیږي. دا ډول تکیاګانې یا پایې د ځوړندو پایو په نوم یادیږي. دلته د پایې لاندې معمولاً یو باروړونکی ساختماني عنصر په نظر کې نیول کیږي، کوم چې فشاري قوُې د پوړته څخه ښکته خوا ته انتقالوي.

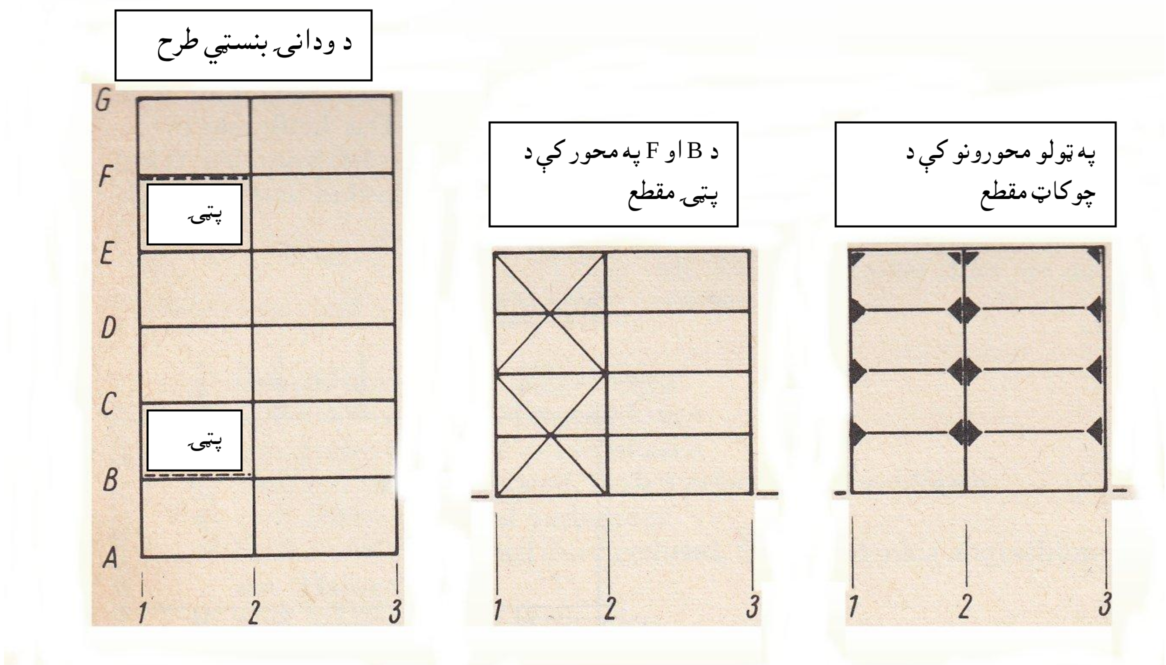
مونږ د چت د فعالیت په برخه کې د افقي بلاکي ډبلې تختې په حېث ذکر وکړ. مګر دا فقط د پایو ساتونکي قؤې نه انتقالوي. ډېر لوی د باد قؤې دي، کوم چې دا اکثراً د چت د تختو څخه ټاکلو نقطو ته انتقالیږي. که دا ټاکلې نقطې د لرګو څخه ساختماني ترونکي دي یا چوکاټونه دي، د ودانۍ د جګوالي پورې اړه لري. چوکاټونه مقایسوي شکل بدلونکي دي. ددې مطلب دادی چې دا د بار په وجه کګیږي، مطلب دا چې دا دافقي باد دفشار لاندې ډېر قوي یوې ډډې ته ځي. د لرګو څخه جوړ شوي ودانۍ ددې په خلاف ښه ټینګ دي، نو ځکه په لوړو ودانیو کې دا لومړیتوب لري.

لاندې انځور د یو سکلیټي ساختمان چت دی، چې افقي قؤو پورې مربوطه اغیزې د یوې تختې یا بلاکي ډبلې تختې په حېث دي:



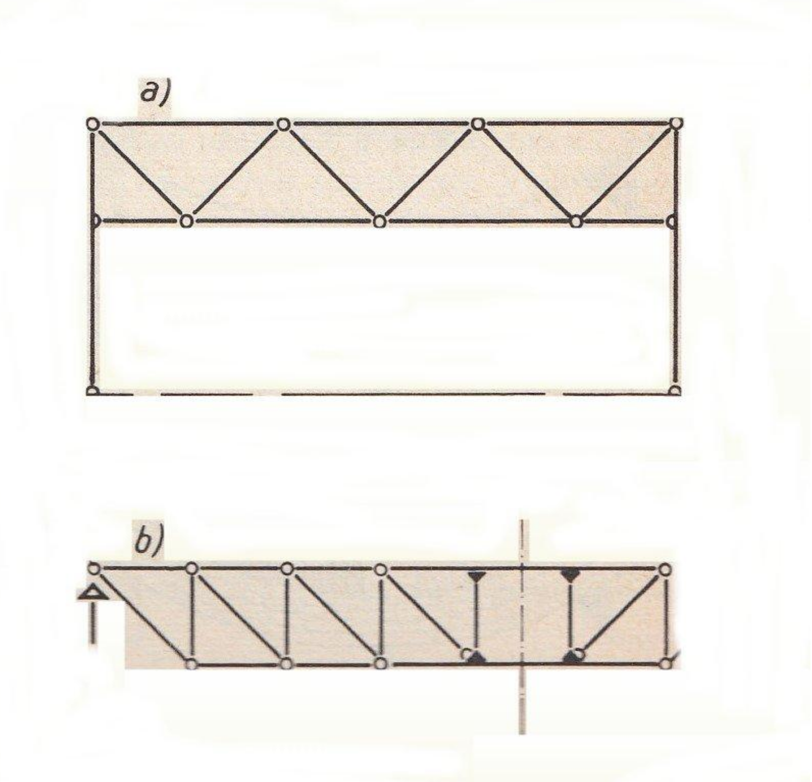
د بلې خوا نه چوکاټ دا ګټه لري، چې هغه د افقي میلی یا لرګي او د پایې تر منځ، مطلب دا چې د لرګو څخه په ودانۍ کې د لرګو تر منځ ورکړل شوی دېوال، د ساختماني عناصرو څخه خلاص وي؛ سړی د کوټې په تقسیمات او د کوټې څخه په استفاده کې د چوکاټ په واسطه کم مزاحمیږي نظر یو واحد سره. په سکلېټي ساختمان کې د هغه منزلونو چې تعداد یې کم وي، د امکان په صورت کې سړی د عرضاني کلکونه د یوې ودانۍ د یو چوکاټ په واسطه پرمخ ورل کیږي. که چېرته د عرضاني کلکونه د هرې پایې په محور نه وي، په دې ډول سړی خپل پام د افقي قؤو اخستنې او مخ ته ورل یو کمو ټاکل شوي نقطو ته اړوي. دا یوه قاعده ده.

دغه ټاکل شوي نقطې د هغه کوټې چې زينې په کې دي او د ليفت د ډوغلې يا کوټې منځ ته راځي او دلته بې د هغې هم کلک تاو شوي دېوالونه ضرور دي، دا چې هلته هم د لرګو څخه د ودانۍ د واحد يو تنظيم د اهن کانکرېټ څخه ودانيو کې مخه نه نيسي. دغه واحد بيا وروسته د يو ترلي دېوال سره يو ځای کانکرېټيږي، کوم چې ددې په واسطه يو اضافي کلکوالی تر لاسه کړي. خو زښت ډېر د کلکو اهن کانکريټي ودانيو مرجول دی، کوم چې په هغه کې سکليټي ساختمان د فولادو سره متقابل تکيا کوي. په هغه لوړپوړو ودانيو کې چې د اهن کانکرېټ څخه جوړ شوي، سړی کوی شي چې بې د هغې نه هم بل ډول عمل نه کوي. په لاندې انځورونو کې د پټۍ او چوکاټ يو د بل په مقابل کې دروونه ښايي:

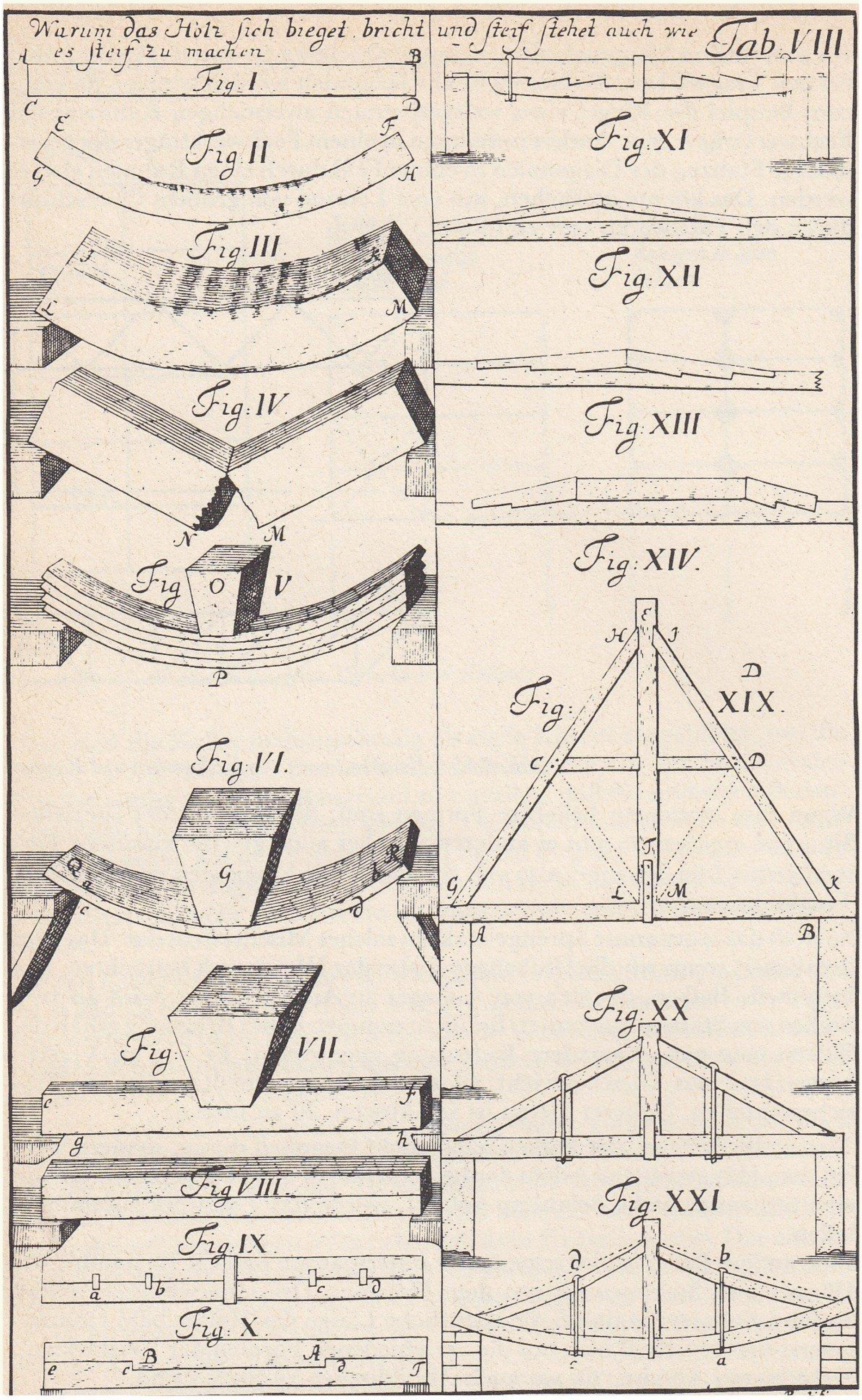


اکثراً تاکاوونه زيات پوړيز د کلک صندقونو په حېث جو شوي دي، ددې د پاره چې د ساختمان لويې قوې ، په خاصه توګه کوم چې د افقي د باد فشار څخه د ودانۍ په ډوغل يا په بنسټ باندې وېشل کيږي، چې اجازه ورکړل شوی د ځمکې د ځبېښلو قابليت څخه تجاوز ونه کړي. بيا نو د تاکاو بيروني دېوالونه د ځمکې د فشار پورې مربوطه تختې دي، کوم چې دا کرېدنې نيسي او د تاکاو چت ته ورکوي. د هغې ځای څخه دا د چت په سطح، په دې وخت کې چې دا اوس ډېر د غټې تختې په حېث کار ورڅخه اخستل کيږي، نور وړاندې انتقالوي.
د تاکاو په دېوالونو باندې د پورته څخه راغلي تکيا ګانې يا پايې ولاړې دي، يعنې دا چې دېوال د ډبلې تختې په حېث تر فشار لاندې دی، په دې وخت کې چې يو خلاص يا ازاده د پايو تر منځ فاصلې راښکنې ته کم فکر نيونه ده، بلکه د پورته نه راغلي په پام کې نيول شوي وزنونو پراخ زيات تقسيمات دی، کوم چې اکثراً د ډبلې تختې په لوړوالي کې ښه امکان لري.

که چېرته تقریباً د ټولو عناصرو څخه هم کار واخستلای شو، خو بیا دا کوم سبب نه شي کېدی، د مختلفو ساختمانونو دغه بیروبار د ناجایز په حېث په نظر کې ونیسو. پخوا به د اهن کانکرېت او د فولادو د سکلیټ لازیات مخلوط د یو ناسالمه مخلوط په حېث پېژانده.
کوم چې دا کوم یقیني انتقاد نه وو. هغه ځانګړی انتقاد کوم چې د ساختمان له پلوه دلته راځي، هغه دا چې ایا منځ ته راتلونکي قوّو څخه معقوله استفاده په تضمین سره انتقالیدی شي. دا ډېر د فکر وړ دی، یوه کلکونه، که چېرته یو دېوال چې وزن ورباندې نه وي هم په یو چت چې کرېدونکی وي، اوږده فاصله ورکړل شي، د یو نازکه فولادي ساختمان په حېث بې د هغې هم د اهن کانکرېت د هستې لازمي دېوالونو په مقابل کې ورکړل شي.
په باروړونکي ساختمان کې په عملي کار اخستنه کې د ډول ډول علتونو په وجه ګډ (مخلوط) شکلونه منځ ته راځي، کوم چې دا ټول دلته نه شي مطرح کېدی. د مثال په ډول د لرګو څخه د یو چوکاټ دوه ناړو یا دوه اوږدو لرګو اوږود کلک شوی په افقي ډول ورکړل شوی لرګی یا میله د لرګو څخه یو باروړونکی اوسي. د بل خوانه کېدی شي چې په یو لرګو څخه باروړونکي کې په منظم ډول د کشش میله چې په یوې ساحې کې په وتر ورکړل شوي، د یو چوکاټ په واسطه بدلول کیږي. دا کېدی شي چې دا ډول پېښ شي، چې د لوی عرضاني مقطع یو نل د لرګو څخه باروړونکی منځ څخه تېر شي.
په لاندې انځور کې د لرګو څخه ساختمان او د چوکاټونو ګډ (مخلوط) جوړښت ښایي:

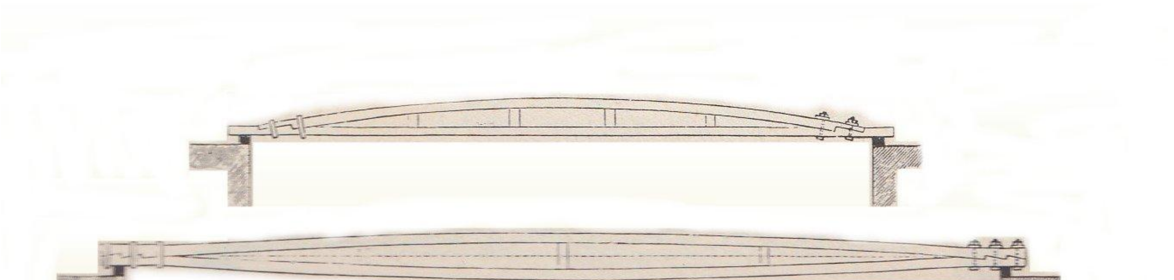


که په بل ډول ووايو چې دا د خپلې خوښې شکلونه دي، کوم چې دا د خاص حالتونو څخه منځ ته راغلي، نو د بلې خوا نه دا هم يقيني کلاسيک شکل مخلوط سيستم جوړوي، مطلب هغه سيستم چې د عناصرو سره مختلف باروړونکي فعاليتونه دي.
دا ډول د لرګو څخه باروړونکی يو مخلوط سيستم جوړوي. دا واضح کيږي، که چيرته مونږ د لرګو څخه ځوړند ساختمان ته په پام سره نظر وکړو. د کږېدو په مقابل کې ټينګ تيرونه، کوم چې هغه د بارنيونکي څخه بارنيونکي ته راښکل کيږي، د ميلو په دوه ځايونو کې ټينګول کيږي. په غېر متناظر وزنونو کې تير يو خاص مفهوم لري: هغه د يو ټينګ باروړونکي په حېث په ساحه کې د تير په ساتنې (په ټينګونې) کې توازن لري.
که سړی تصور وکړي، چې تيرونه په منځونو کې د کږېدو په مقابل کې ټينګ نه دي، بلکه د لرګو څخه په ځوړند ساختمان کې په هر دواړو ځوړندو ځايو کې مفصلي باريږي. تر هغه وخته پورې چې غېر متناظر وزن منځ ته راځي، نو دغه باروړونکی ساختمان ړنګيږي.
ددې بل شکل د تير لاندې ټينګونه ده. دا هم لکه د ځوړند او لرګو څخه باروړونکی د لرګو څخه جوړيږي. د دغې لويې فاصلې لرونکي غېر عادي کار د لرګي د طبعي اوږودوالي په واسطه په نژدې کې محدوديږي او په دې ډول د مختلفو شکلونو ملاتړ ويجاړيږي.
لاندې انځورونه په يو بل باندې پراته تيرونه دي:



دا چې دغه اراده لږ څه موجوده قوي شي، دلاندي ټينګ شوو تيرونو د پاره پخواني نښې ښودل کيږي، کوم چې دا به پخوا د مجهز شوي تيرونو په حبث ښودل کېدل. ددې د پاره چې د ځوړند او د لرګو څخه باروړونکی د يو خاصو موادو څخه جوړ کړای شو، نو دغه لاندې

ټینګ شوي تیرونو مجهزوني د پاره اوسپنې ته ضرورت دی. دغه دواړه عمودي میلې اکثراً د ویلې شوي اوسپنې (چودن) څخه وي، کوم چې د فشار په مقابل کې په کافي اندازه ټینګوالی لري، په داسې حال کې چې میلاني کلکونه او راښکونکې تسمه د پښ اوسپنې (اهنګرۍ اوسپنې) څخه دي.
دغه ساختمانونو ته ډېر نږدې غزول شوي تیرونه دي. دا د لرګو څخه ودانۍ کې په معمولي تخنیک سره جوړ شوي دي، یوه عرضاني مقطع، کوم چې هغه کړېدونکې ده، د ډېرو یو پر بل واقع تیرونو د تړلو په واسطه، چې ټېله نه شي، لوی شي. که چېرته دا ډول تیرونه یو پر بل باندې خلاص پراته وي، دا هم د همدې په شان د یو بل خوا ته د اوړېدوالي په حېث اغیزه کوي. اول د پورې وهنې په مقابل کې ټینګ یوځای کوونه د ځان ځان ته تیرونو څخه یو ګډه عرضاني مقطع جوړېدی شي. په اوس وختونو کې هم د لرګو څخه ودانۍ کې د پورې وهنې په مقابل کې ټینګ یوځای کوونه (تړنه) ډېر ځلي د کلک لرګي پانې له لارې جوړیږي. په اوس وخت کې مونږ ددې توان لرو چې دا قوې محاسبه کړو او ددې په مطابق میخونه او سوري لرونکي د میلې په شان میخونه جوړول کیږي. د وخت سره برابر، په او س وخت کې هم شکلونو ته پرمختګ (انکشاف) ورکړل شوی دی، کوم چې دا ډول محاسبوي میتود معلوم نه وو.
په لاندې انځورونو کې د یو پر بل باندې ورکړل شوي تیرونو څخه یو غزول شوی تیر منځ ته راغلی، کوم چې په دې کې ځان ځان ته ددې سرونه ټینګ او یقیني یو د بل سره تړل شوي دي، خو د منځ برخه یې د یو ورکړل شوي لرګي په واسطه یو د بل سره غزول شوې.
غزول شوي تیرونه:

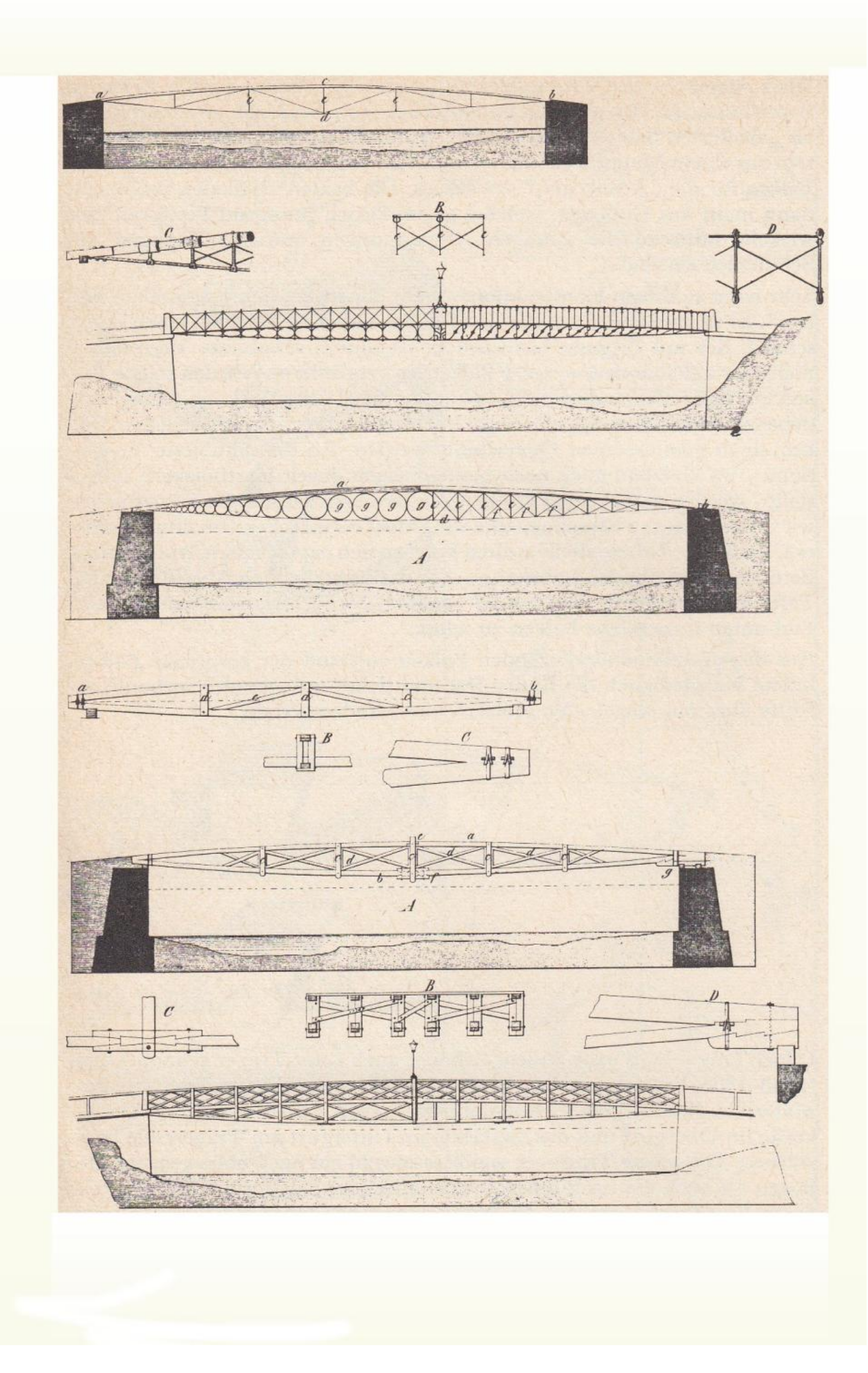


دغه باروړونکی ددې د مخترع له مخې د Laves[9] باروړونکي په نوم یادیږي. دې د موادو سپما کوونې سره یو ښه کار اخستونکی باروړونکی تر لاسه کړ. دې سره فشاري قوې په سرني پټې او راښکونکي (کشش) قوې په لاندیني پټې د باروړونکي په اخر سرونو کې برابر

[9] Laves چې مکمل نوم یې Georg Ludwig Friedrich Laves دی د (1864 – 1788) پورې ژوند کړی، دا یو مهندس، ښار پلانونکی او انجینېر وو. په لومړي ځل دی یو باروړونکی تیر چې د کب د خېټې باروړونکي په نوم هم یادوي اختراع کړ.

کړل. دغه مکمل باروړونکی پورته خوا ته کږوپ شوې لیندۍ او ښکته خوا ته ځوړند شوی د کشش پټۍ په شکل جوړ شوی. هغه ځانګړي باروړونکي چې په دې کې ورکړل شوي، زښت لوي افقي قوې ورکوي، کوم چې ددې د استعمال مخه نیسي، دغه قوې د Laves په باروړونکي کې خپله برابر شوي دي. په هغه ځای کې چې د بارنیونکي اخر وي، په دې باندې فقط د یو کږېدونکي تیر قوې راځي.

په لاندې انځورونو کې د Laves باروړونکي ښودل شوي دي:



بې ددې چې که په دې کې کوم نیمګړتیا هم موجود اوسي، نو سړی ددې زښت ډېرې ګټې، ددې د زښت ډېر باروړونکي قوې سره مکمل خپل حق ګرځوي. د Laves په پېدا شوي شکل کې بله ګټه دا ده، چې تر ډېره حده د باروړونکي توان تطابق دې په مکمل باروړونکي اوږدو کې د مومنت جریان سره.
د باروړونکي په منځ کې، په هغه ځای کې، چېرته چې هلته ددې کږېدو ته میلان د حده ډېر دی، هلته هم دغه باروړونکی د یو لوی اوږدونکي (غزول شوي تیر) په واسطه ښه قوي دی.
د لرګو ځخه په ساختمان کې د دا ډول باروړونکي شکل دومره ډېر مفهوم نه لري، خو وروسته په اوسپنییزه ودانیو په ساختمانونو کې ارزښت لري. Laves خپله د دغې پرنسیپ له مخې یو اوسپنیزه پول جوړ کړ، کوم چې ددې نه په اوس وخت کې هم د Georgen باغ او د تخنیک عالي ښوونځي شاته درې دانې لیدل کیږي. وروسته بیا دغه عدیسه ډوله (مقعره، مهدبه) باروړونکی د لرګو ځخه باروړونکی د Pauli (1802-1883) له خوا نه دغه موضوع مطرح شو.
بل ډول باروړونکي ساختمانونه، کوم چې مونږ ته معلوم دي، په ټینګه سره ګډ (مخلوط) سیستم جوړوي. داسې په یو ځوړند پول کې که څه هم باروړونکی پړی او ځوړنده برخه پوره د راښکنې ته میلان لري؛ د سړک په جګوالي کې ټینګونکی باروړونکی بیا هم یو کږېدونکی باروړونکی دی، کوم چې ددې وظیفه ده، چې مختلف غټوالی او مختلف تنظیم شوي وزنونه د یو پول تقسیم کړي. که چېرته دا ډول باروړونکی نه اوسي، نو دا ډول پول په کافي اندازه ټینګ نه شي کېدی. پخوا به خلکو دا ډول ناټینګه (ضعیف) ځوړند پولونه جوړول، خو ددې په مقایسه په دې باندې وزنونه هم کم وو. کله چې انسانانو کوښښ وکړ، چې د یو سړک د پاره جوړ شوي پول په حېث یو ځوړند پول د اورګاډو پټلیو د پاره هم جوړ کړي، نو بیا د دغې ځوړند پول ضعیفوالي باندې پوه شول. د اورګاډو پټلیو د پاره یو ناځاپه دا بل ډول شو. ولو که دا ډول زیات وزن د اورګادي تهیه نه شول، کوم چې په اوس وختونو کې دي، خو تقریباً شل ټنه t 20 ټننه هرومرو معمول وو.
په لیندۍ ډوله ساختمان کې د ټینګونې سوال په اوله کې هیڅ کوم رول نه درلود، دا چې کلک لیندۍ د ډېرو ځخه په کافي اندازه قوي وي، هومره قوي اغیزې لري. غېر ددې نه د ګاډو د تګ راتګ وزن په مقایسه ددې خپل وزن دومره زیات دی، چې دا په غېرمنظم تقسیمات باندې هم کومه غټه اغیزه نه لري.

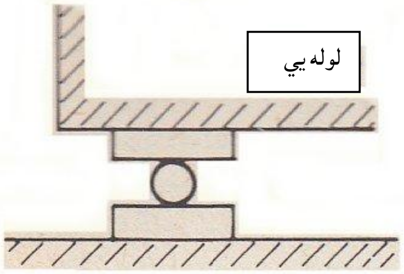
نهم فصل

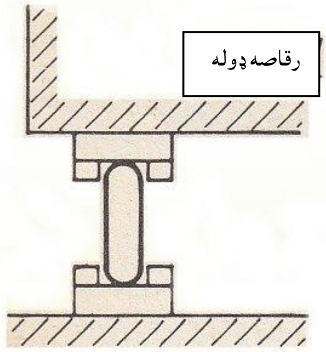
د بار (وزن) نیونکو ځایونو ډولونه (د پایو یا دېوالونو هغه برخې چې په هغې باندې تیر په شان وزن راځي) Lagerungsarten (bearing sort)

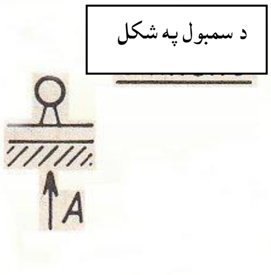
مونږ درې ډوله بار (وزن) نیونکي ځایونه لرو، چې د هر یو بار نیونکي په ځای کې څومره عکس العملونه منځ ته راتلی شي.

لوله یي بارنیونکی کوی شي چې فقط یو د بارنیونکی عکس العمل ونیسي، څکه چې هغه قایمه زاویه د لولې د حرکت په جهت اغیزه کوي. دا ډول بارنیونکی ځای د خوځېدونکي (متحرک) بارنیونکي په نوم یادیږي. دا د باروړونکي ساختمان او د هغې د پورې وهنې ازاده تاوېدنه د بارېدونکي سطح ته موازي اجازه ورکوي.

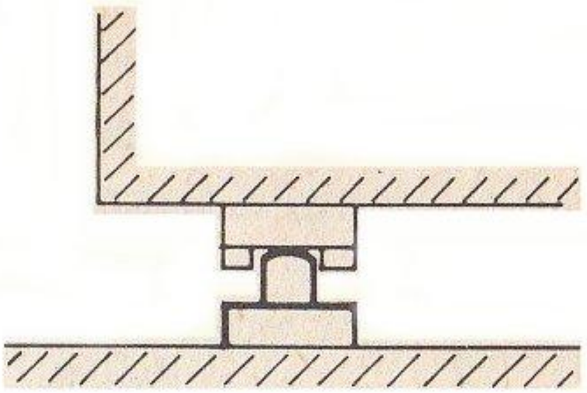
لاندې ورکړل شوي انځورونه خوځېدونکي بارنیونکي دي:

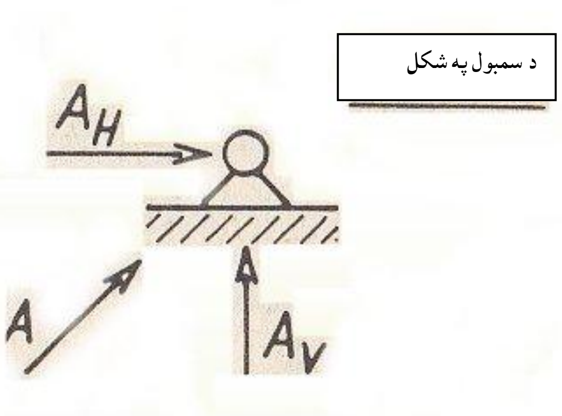




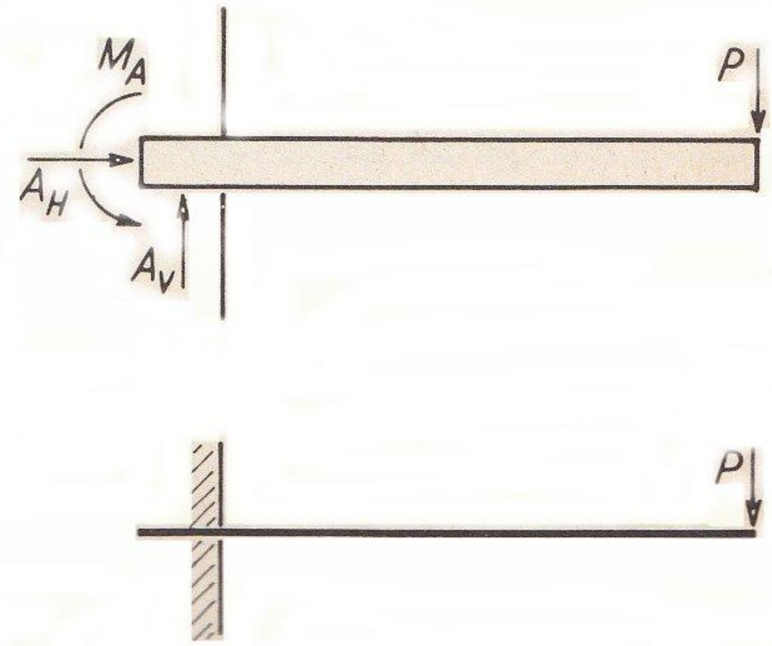


ددې په خلاف دلته ټينګ بارنيونکي موجود دي، کوم چې حتأ د بارو ړونکي ساختمان ازاده تاوېدنې ته اجازه ورکوي، چې يو حرکت، د کوم جهت سره برابر، خو بيا هم غېر ممکنوي.
دلته دوه د بارېدونکي ځايونو عکس العمل منځ ته راځي: يو قايمه زاويه د بارېدونکي سطح ته او بل د بارېدونکي سطح ته موازي. سړی د دغو الجبري په پام کې نيول شوي قوو ثخه بيا وکتوري خاصيت لرونکي قوې ته نظر کوي، دا کوی شي چې سړی په دې ډول هم ووايي، چې د يو ټينګ شوي بارنيونکي له لارې وتلي بارېدونکي عکس العمل د دوو خواوو له لحاظه نامعلوم دی. يو وار د غټوالي له مخې او بل وار د جهت له مخې. همدارنګه د دوه مساواتو د پاره دوه مجهوله جوړيږي، چې ددې حلول ضرور دي.
لاندې ورکړل شوي انځورونه د ټينګ بارنيونکي ځايونه ښايي:



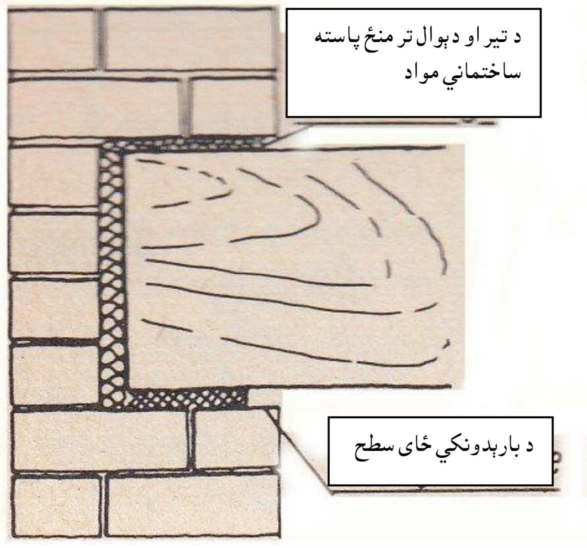


د بارنیونکي ځایونو د ډولونو څخه د دریم ډول په حېث کلک ټینګ شوي باروړونکي دي. هر بالکون او راوتلې ساختماني برخه په مکمل ډول د دا ډول کلک ټینګ شوي بارنیونکي ځایونو ته ضرورت لري. د دا ډول بارېدونکي ځایونو له لارې درې بارېدونکي ځایونو عکس العملونه منځ ته راځي: دوه قوې او تش په نامه ټینګ راښکل شوی مومنت. دغه درې بارنیونکي ځایونو عکس العملونه موهم دي، خو بیا هم په کافي اندازه. که یو عکس العمل وجود ونه لري، نو دغه کلک شوی تیر په کافي اندازه ټینګ شوی نه دی. کېدی شي چې دا یا پورې ووهل شي او یا تاو شي.
په لاندې انځورونو کې د ټینګ شوي بارنیونکي ځایونه دي:

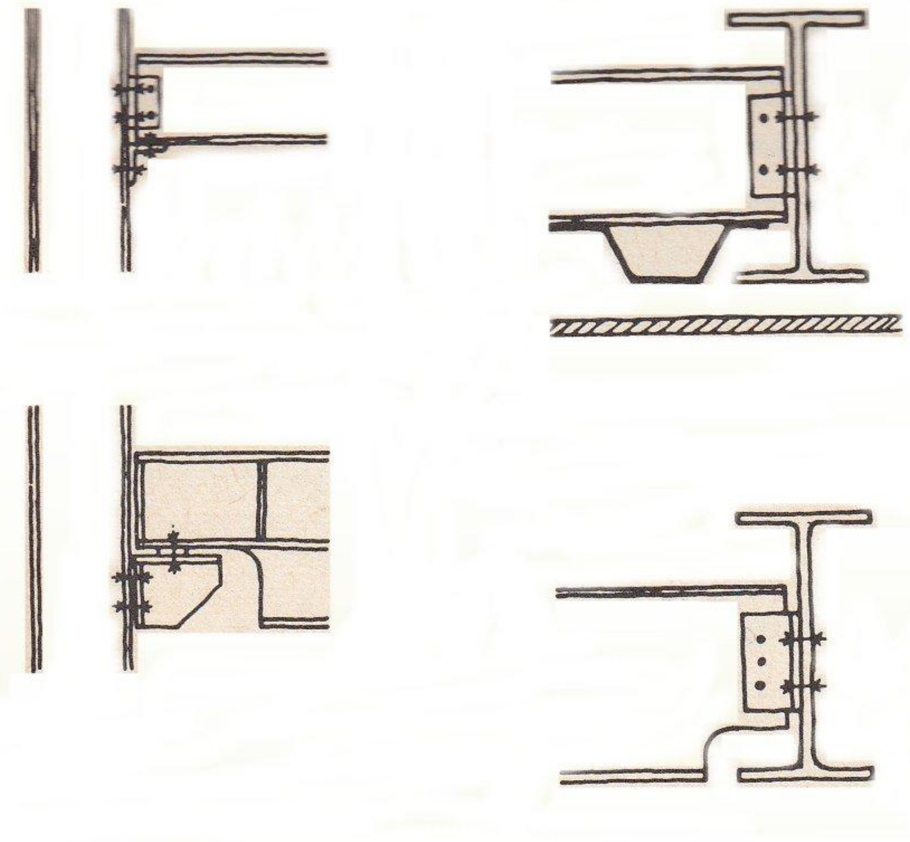


که یو د بارېدونکي ځای عکس العمل زیات وي، د مثال په ډول د یو ټینګ شوي تیر د اخر خلاص ځای د مرستې له لارې، نو دلته د څلورو بارنیونکو ځایونو عکس العملونو ته فقط درې معلوم برابر وزن لرونکي شرطونه وجود لري. ځانته د برابر وزن غوښتنې سره د بارېدونکي قوو څېړنه نه شي کېدی.
په عمل کې کېدی شي چې دې سره د حالاتو زښت ډېر واضح متحرکه او تاوېدونکي بارېدونکي ځای څخه صرف نظر وشي. اکثراً په بارېدونکي ځای کې د یو تیر د شکل بدلونې او خوځېدنې امکان کم دی او یا طبعي وجود لري. نو په دې ډول د یو لرګي څخه د تیر اخر سرونه د دېوال په سر یا د دېوال په منځ کې کېدی شي شکل یې یوه اندازه بدل کړي. دا حالت په یو فولادي باروړونکي کې هم راتلی شي، که چېرته دا هم ددې په مطابق بند شوی وي.

په لاندې انځور کې په دېوال کې د تیر د سر کلکونه ښايي:

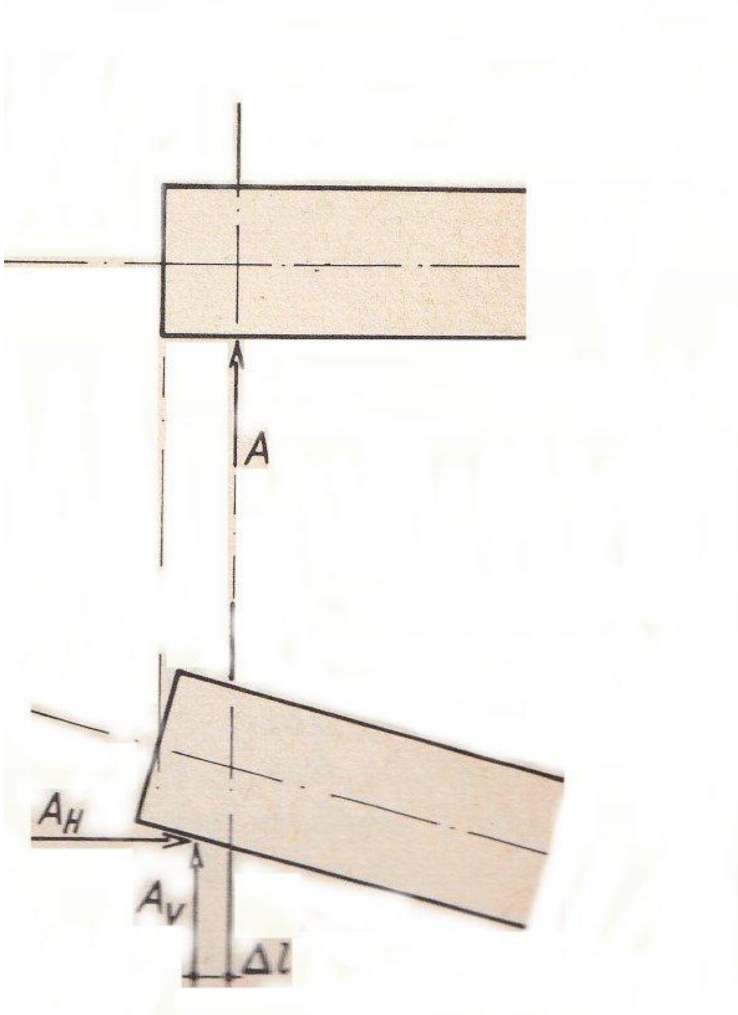


لاندې انځورونو کې ښبلول شوي باروړونکي هم دمفصلي بارنیونکي په حېث اعتبار لري:



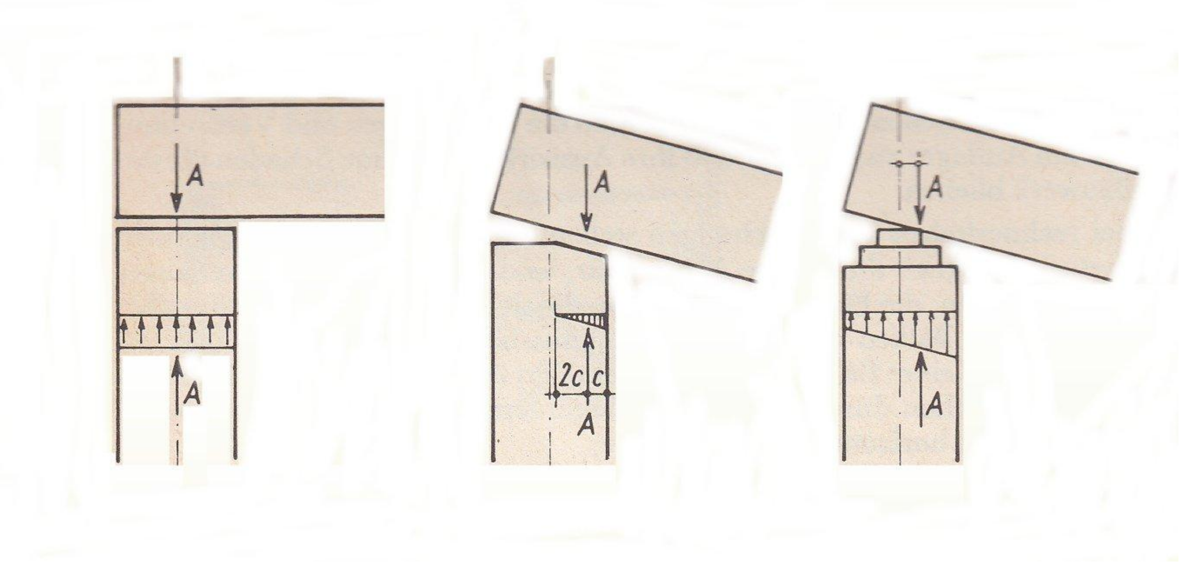
برسېره پر دې په اکثرو حالاتو کې فقط عمودي وزنونه په افقي پرتو تیرونو باندې راځي. نو له دې کبله هم هیڅ کوم افقي بارېدونکي قوه نه جوړیږي. پر یو د ځایه ښوځېدونکي بارېدونکي په اخر سر او بل سر یې چې ټینګ شوی وي، داسې ښکاري چې ورڅخه صرف نظر وشي.
خو ددې د پاره د ساختمان لاندې نورې افقي اغیزه کوونکي غوښتنې وظیفه پریږدي، کوم چې دا د بیروني قوو پورې کومه اړه نه لري. دا د تودوخي (حرارت) په وجه شکل بدلونه ده، که څه هم دا د لرګو څخه په ساختمان کې کوم رول نه لوبوي، خو د اهن کانکریټ څخه ساختمانونو او د فولادو څخه ساختمانونو کې دې ته د پام نیولو ډېر ضرورت دی. په اهن کانکریټ څخه ودانۍ کې د تودوخي ورو تګ او ورکېدو څخه په دې کې نور شکل بدلونه منځ ته راځي، چې دا خپله دې ته ډېر ارزښت لري، کوم چې د حرارت د وزن ولېدو سره یو ځای خو بعضې د ودانۍ د ضرر سبب ګرځي.
حتأ که چېرته په بعضو حالاتو کې په ښکاره ډول منځ ته راغلي بارېدونکي له منځه ولاړ شي، نو بیا دې سره سره امنیتي اقدامات پکار دي، کوم ته چې د تختو او تیرونو شکل بدلونه ممکنوي. که دغه امکان منځ ته رانه شي، نو بیا د مثال په ډول یو تیر د اوچتې تودوخي د تغیر اغیزې لاندې چې خپله ازاده شکل ته تغیر نه شي ورکولای، نو په دې ډول ددې په وجه قوې منځ ته راځي، کوم چې ددې منځ ته راتلل څوک په نظر کې نه نیسي.
په ډېرې فاصلې کې ټینګ شوي ساختمانونه او په ټولو ساختمانونو کې، کوم چې زښت لوی افقي قوې نیول شوي دي، په څرګند ډول بارېدونکي خپل کار پرېږدي. په خاصه توګه دا د هغو حالاتو د پاره دی، چېرته چې زښت ډېر د تودوخي (حرارت) په منځ کې فرق منځ ته راځي او موجوده نور شکل بدلونه د تودوخي ورو تګ او له منځه تلو څخه منځ ته راځي. دلته په بارېدونکي کې ښوځېدنه او تاوېدنه زیاته ده، نظر د هغې اغیزو ته چې بې د تاوانه د ودانۍ د پاره پاتې کیږي.
د محاسبې له مخې خېړنو د پاره مونږ خپل ځانګړی د خېړنو سیستم د محور له لارې جوړوو، چېرته چې د هغې په واسطه مونږ په اسانۍ سره د هغه مخه ونیسو، ددې عاقبت ته بام وکړو، کوم چې هغه د یو کرېدو ته میلان پېدا کوونکي تیر د عرضاني مقطع جګوالي په وجه منځ ته راځي. نو په دې ډول د قاعدې له مخې د یو تیر بارېدنه په خپل اصلي خط باندې نه جوړیږي. بیا نو د بارېدونکي تاوېدنې په وجه او په منځ کې د کرېدو په وجه یو افقي پورې وهنه منځ ته راځي.

په لاندې انځور کې د تیر اخر عرضانې مقطع په وجه د بارېدونکي پورې وهنه ښايي:



که چېرته دغه پورې وهنه د Δl په نظر کې نه وي نیول شوی او دې نه غېر نور هم ادامه ورنه کړل شي، نو په دې اساس همدې په شان افقي قوې جوړیږي، کوم چې مونږ حتأ ددې په برخه کې فکر هم نه کاوه او لا زیات دغه بارېدونکی بیرون خوا ته پورې وهل کیږي.
علاوه ددې نه دا په پام کې نیول پکار دی، چې د اخر سر عرضانې مقطع په تاوېدنې کې دکړېدو په وجه د یو تیر د اخر سر قبوله شوې بارېدونکي مکمله سطح نور نه ورکوي.
بارورونکی پورته خوا ته جګیږي. باقي پاتې سطح باید لا ډېر بارېدونکې قوې ومني، په دې وخت کې چې بیا د تشنج تقسیمات په پاتې شوي درز کې درې کنج ډوله کیږي. زیات تشنج د بارېدونکي ځای په څنډو کې واقع وي. که چېرته دغه د څنډې تشنج لوی وي، نو بیا په دغه ځای کې ورانی (تخریب) منځ ته راځي. دلته توصیه ده، که چېرته هیڅ کوم اصلي بارېدونکی ځای نه شي جوړېدلی، د بارېدونکي قوې د هغې په مؤقعت کې په داسې ډول ټینګ شي، چې قبول شوي برابر (منظم) بارېدونکی فشار کمتر کمه نږدې وساتل شي.

په لاندې انځورونو کې د بارېدونکي ځای پرې کوونه د بارېدونکو قوو شروع ښه کوي:



لسم فصل

په ساده تیرونو کې عرضاني قوې او کږېدونکي مومنتونه

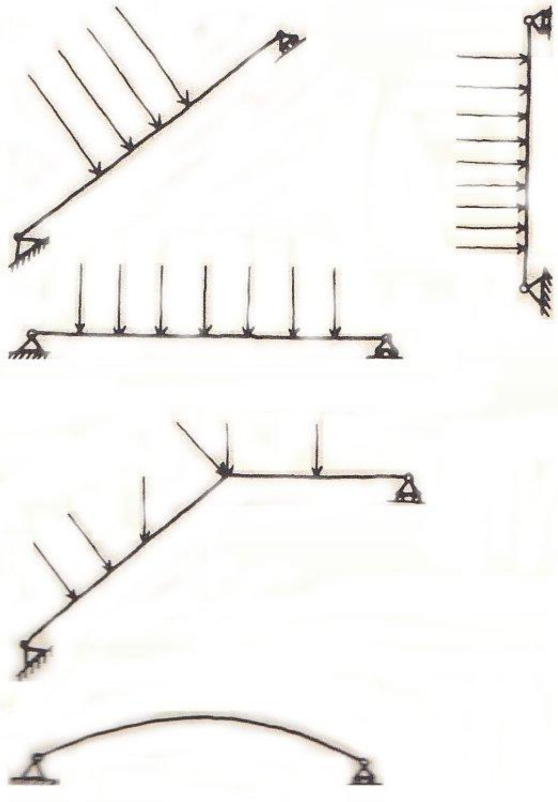
Querkräfte und Biegemomente an einfachen Balken

(shear forces and bending moments on simple beams)

د یو تیر لاندې برخې په باره کې د ساختماني ساتیک نظر د ساختمان یوه برخه ده، کوم چې کږېدو ته میلان پېدا کوي. په یوې طرح کې ساده تیر په مستقیم ډول دی. د میلې ټولې بیروني قوې په یو متناظرې سطح اغیزه کوي. په دغو دواړو شرایطو کې سړی دا حالت نیسي، چې په تیر کې ځېړنه په هواره کې پر مخ یووړل شي.

په بعضو حالاتو کې دغه کږېدو ته میلان کوونکي تیرونه په افقي پراته وي؛ خو نور هم هر حالت په فکر کې نیول کیږي.

په لاندې انځورونو کې د ستاتیک له مخې ټاکل شوي تیرونه دي، کوم چې هغه د محورونو له مخې ښودل شویدي:



برسېره پر دې مونږ غواړو چې فقط د ستاتیک له مخې منل شوي بارېدونکي تیرونه په پام کې ونیسو. د ستاتیک له مخې منل شوی تیرونه هغه تیرونو ته وایي، که چېرته هغه په دوه بارنیوونکو ارام واقع وي، او که چېرته د دغو بارنیونکو څخه یو نه پورې وهنکی، خو تاوېدونکی وي او بل یې تاوېدونکی او پورې وهونکی وي. دغه ساده باروړونکی په دوو تکیا ګانو یا پایو باندې د اینده په نظر کې نیونو یوه موضوع اوسي. دې ته سړی د ستاتیک له مخې منل ځکه وایي، چې په دوه نومول شوو بارنیونکو کې فقط ټول ټال درې بارنیونکي عکس العملونه منځ ته راځي، کوم چې په اوله کې دا نظر ددې لویوالي ته نامعلوم دی. د ریاضي له مخې که مونږ درې نا معلوم (مجهول) پېدا کول غواړو، نو دې د پاره درې مساواته ضرور دي، کوم چې دا مونږ په درې برابر وزن غوښتنې کې په اختیار کې لرو.

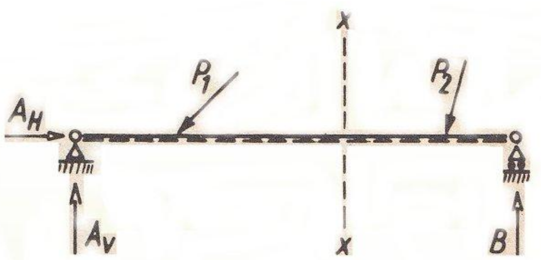
مونږه بیا هم تل په داسې حالت کې یو، چې د ستاتیک له نظره په یو منل شوو تیرونو کې د دریو بارنیونکو عکس العملونه د هغې د لویوالي له مخې ټاکل کیږي. د دغو دریو بارنیونکو قوو د اغیزو لیکې مونږ ته د هغې د بارنیونکي ډول (رقم) له مخې معلوم دي. نو کېدی شي چې یو پورې وهونکی او تاوېدونکی بارنیونکی فقط یو بارنیونکې قوه انتقال کړي، کوم چې دا د بارنیونکي پورې وهونکي سطح باندې عمود واقع دی. طبعي ده چې دا په همدې ډول د یو ښویه بارنیونکي د پاره هم عتبار لري، که چېرته سړی د بارنیونکي په سطح د سولېدو قوې ته پام ونه نیسي. یو ټینګ نه پورې وهونکی خو تاوېدونکی بارنیونکې په داسې حالت کې وي، چې دوه بارنیونکي عکس العملونه انتقال کړي، او هغه دا چې یو یې د بارنیونکي درز ته عمود او بل یې د بارنیونکي درز سره موازي.

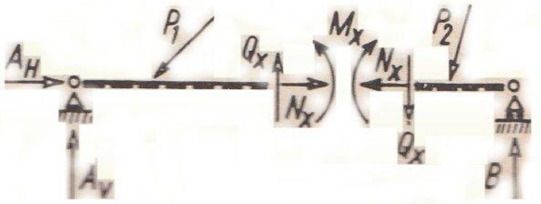
که چېرته فقط یوه د بارنیونکي غوښتنه پکې اضافه راشي، د مثال په ډول داسې، چې یو خوځېدونکی بارنیونکی د یوې ټینګ بارنیونکي له لارې اوسي، نو بیا دلته بیا یو نامعلوم زیات وارې منځ ته راځي، ددې حل د پاره باید یو څلورم مساوات وجود ولري، کوم چې دا د ستاتیک له مخې د ټینګ جسم د پاره وجود نه لري. نو دې د پاره باید د نورو مرستندیه وسیلو څخه کار واخستل شي، کوم چې دا د ارتجاعي او د ټینګونې زده کړې څخه منځ ته راځي. خو ددې څخه دلته کار نه اخستل کیږي.

د کلک جسمونو د ستاتیک د مساوي وزنونو دلاس ته راوړونو په مرسته مونږ د هغې قوې لرو، ځکه چې د بارنیونکي عکس العملونه معلوم شوي، کوم چې د هغې سره تجاوز کوونکي قوې په توازن کې واقع دي. د تجاوز کوونکو قوو او د بارنیونکو عکس العملونو نتیجې باید صفر شي. برسېره پردې باید د هر انتخاب شوي مومنت د څرخېدونکې نقطې مجموعه هم صفرسره برابر اوسي. دې سره مونږ دا ټاکو، چې هغه کوم تیر چې مونږ په نظر کې لرو ، د

توازن حالت کې دی. خو دا هم لا اخر نه دی، کوم چې مونږ د بارېدونکي تېر په برخه کې معلومات غواړو.
مونږ د توضیحاتو څخه پوهیږو، چې یو تیر د قوو تر اغیزې لاندې ککیږي او دغه ککړېدنه د وزن په ډېرېدو سره لا زیاتیږي. نو بیا د تیر په عرضاني مقطع کې یو ډول تغیر د شکل جوړیږي، کوم چې دا د تیر بیروني غوښتنو سره مستقیماً اړیکه لري. برسېره پر دې په تیر کې د قوو اغیزې هم ښکاري. په دې چې مجرداً بیروني فشار یوه اندازه د حده واوړي، نو تیر په ماتېدو راځي. دا ډېر مهم دی چې پوه شي، چې د تیر د ماتېدو په مقابل کې کوم مقاومت وجود لري او څنګه د وزن او د تیر عرضاني مقطع په منځ کې ککړېدنه حسابولی شي.
که چېرته مونږ په اوله کې په دې محدودول وکړو، غواړو چې وټاکو، چې د یو کړېدو ته میلان کوونکي عرضاني مقطع تشنج څومره لوی دی، نو بیا په اوله کې یو وار په منځ کې د کړېدنې ټاکلو څخه تېرېږو (صرف نظر کوو)، نو دلته دا سې سوال منځ ته راځي، چې دغه پېدا کوونکی تشنج د قوو پورې ارتباط ورکړل شي، کوم چې په نظر کې نیول شوي ځای کې اغیزه کوي. او دلته د کلک جسمونو ستاتیکي متود هم نوره مرسته کولای شي.
مونږه د یو ساده، د ستاتیک له نظره بارشوي او اختیاري بار شوي تیرونو او ځایونو د پاره زمونږ پښتنو ته پاملرنه کوو، چې د تیر عرضاني مقطع د « x » په ځای کې څېړل کیږي. د همدې هدف د پاره مونږه په خیال یا فکر کې تیر په همدغه ځای کې په دوه برخو بېلوو. دغه دواړه برخې ښکته غورځیږي، که مونږه دغه دواړو قطع شوو څنډو ته کومه قوه ور نه کړو، کوم چې دا باید په ډېرې سختۍ سره وشي، چې د ټولو بیروني قوو او بارنیونکي قوو سره د مقطعې کینڼه خوا یا د مقطعې ښي خوا په توازن کې اوسي. د دغې باروړونکي په منځ کې قطع کووني د عملیات مفکورې سره مونږه د بل نامعلومه داخلي قوې چې د قطع شوي قوو په نوم هم یادیږي، بیروني قوې جوړوو. ددې د پاره بیا مونږه ستاتکي ښودل شوی معلوم مساوي وزن لرونکی شرط استعمالوو. دې سره مونږ ته دا سې موقع راځي، چې د یو کړېدو ته میلان کوونکي تیر په هر ځای کې داخلي قوې وټاکو. څنګه چې ددې څخه اوس بیا تشنج محاسبه کیږي، یو بل قدم دی، کوم چې مونږ دا په اوله کې تش پرېږدو.

په لاندې انځور کې د یو تیر په « x » ځای کې د مقطع قوې ښايي:





د پورته قطع شوي وړوکي انځور څخه د منځ مقطع جریان او مناسبه لازمي قوې د توازن ساتلو د پاره روښانه کوي. دلته درې د مقطع قوې منځ ته راځي:

نورماله قوه N = په مقطع کې د میلې محور ته کینې یا ښي موازي ټول مجموعي اغیزه کوونکي قوې ،

عرضاني قوه Q = په مقطع کې د میلې محور ته کینې یا ښي عمودي ټول مجموعي اغیزه کوونکي قوې ،

مومنت M = د مقطع په ځای کې کینې یا ښي د ټولو مومنتونو مجموعه، د عرضاني مقطع د ثقل مرکز پورې مربوطه.

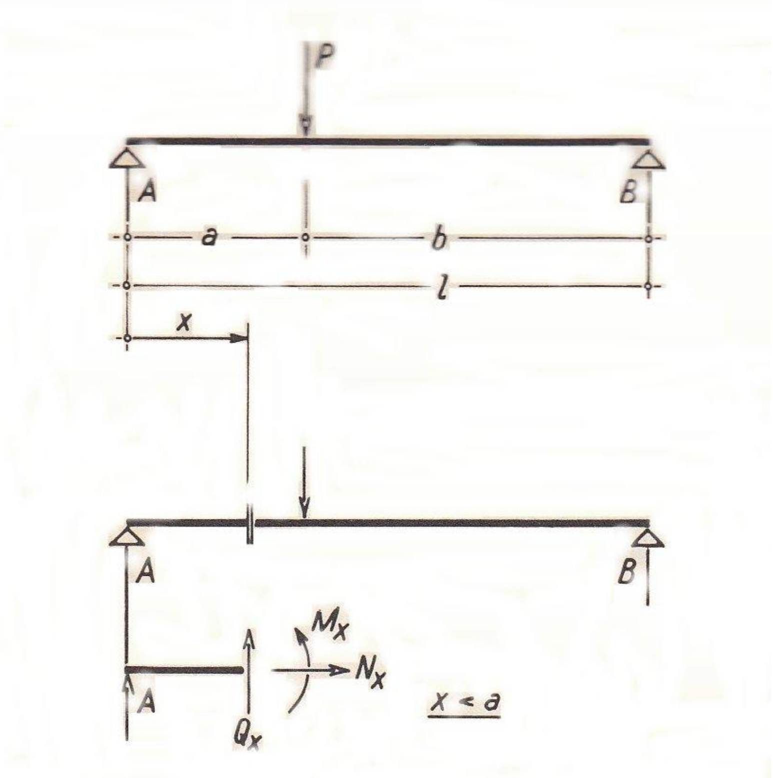
دلته دې د پاره مونږ د مثبت (+) او منفي (-) نښې لرو:

نورمالې قوې مثبت (+) نومول کیږي، کله چې کوښښ وشي چې میله یو د بل څخه راکاږي، او دغه نورمالې قوې منفي (-) نومول کیږي، کله چې هغه فشار راوړي، چې میله یوځایي وځیښي. عرضاني قوې د مثبت په حیث عتبار لري، کله چې هغه کینې برخې د پاره پورته خوا ته او د ښي برخې د پاره ښکته خوا ته تنظیم شوي وي.

کړېدونکي مومنتونه په هغه وخت کې مثبت وي، که چېرته د تیر یو ازاده انتخاب شوې غاړو مزي د مومنت په واسطه راښکنې ته میلان وکړي. دغه ارتباطي مزي په ټکي ټکي (نقطه نقطه) سره نښه کیږي. مونږ د تیر لاندینی د غاړې مزی ارتباطي مزي د پاره نیسو.

په انځور کې مطلب دا چې د مقطع قوې ټول مثبتې اغیزې انتقالوي.

مونږ غواړو چې لومړی د یو ستاتیک له مخې ټاکلی بار شوی تیر د یو ځانګړي وزن تر اغیزې لاندې وڅېړو او لاندې ورکړل شوی نظم انتخابوو:
په لاندې انځور کې یو یوساحوي تیر ښودل شوی چې د یو ځانګړي وزن تر اغیزې لاندې دی، x وړوکی دی نسبت a ته:



ددې د پاره چې د بارنیونکو عکس العملونه وټاکلی شو، لومړی باید سوال حل کړو. لکه څنګه چې څو واره عملاً وښودلی شو، مونږ د برابر وزن غوښتنې له مخې یو کتار (قطار) جوړوو. د $\sum H = 0$ ښایي، چې هیڅ کوم افقي بارنیونکي عکس العملونه منځ ته نه راځي، هلته هم هیڅ کوم افقي تنظیم شوي قوې په باروړونکي باندې اغیزه نه کوي. په راتلونکي کې مونږ دغه شرط یا غوښتنه له نظر غورځوو، که چېرته په ښکاره ډول هیڅ کوم د H قوې منځ ته رانشي.
د B په بارنیونکي کې د مومنت څرخېدونکې نقطه په دې ډول ده:

$$\sum M_B = A \,.\, l - P \,.\, b = 0 \rightarrow A = P\,\frac{b}{l}$$

د A په بارنیونکي کې د مومنت څرخېدونکې نقطه په دې ډول ده:

$$\sum M_A = P \,.\, a - B \,.\, l = 0 \rightarrow B = P\,\frac{a}{l}$$

د کنترول په حېث مونږ د $\sum V = 0$ شرط استعمالوو:

$$\sum V = A - P + B = 0 = P\frac{b}{l} + P\frac{a}{l} - P = 0$$

$$P\frac{1}{l}(a+b) - P = 0 \quad \text{دلته} \quad a + b = l \quad \text{سره}$$

$$P\frac{l}{l} - P = P - P = 0$$

اوس نو مونږ لومړی د A بارنیونکي او د P د نقطې تجاوز کوونکي وزن تر منځ مقطع په نظر کې نیسو، مطلب د یوې فاصلې مقطع

د $x = 0$ څخه تر $x = a$ پورې

د $\sum H = 0$ شرط ښايي، چې کینې خوا ته بېله شوې د بارورونکي ټوټې د پاره یو افقي قوه نه جوړېږي. دلته په دغه ټوټه کې نه کوم تجاوز کونکې قوه ښکاري او نه د A بارنیونکي قوې افقي ترکیب وجود لري، نو دا هم په دې ډول دی: $N_x = 0$ سره.

د $\sum V = 0$ د پاره مونږ $A_v - Q_x = 0$ لرو

$Q_x = A_x$ = (د مقطع څخه کینې خوا ته ټولې عمودي اغیزه کوونکي قوو مجموعه)

د Q_x عرضاني قوه د $x = 0$ څخه تر $x = a$ فاصلې باندې ثابت دی. اوس نو مونږ د M_x کږېدونکي مومنت څېړو.

په دې شرط چې $\sum M = A \,.\, x - M_x = 0$ سره وي، نو مونږ $M_x = A \,.\, x$ لاس ته راوړو.

او که چېرته مونږ د A په ځای $A = P\frac{b}{l}$ واچوو، نو

$$M_x = P\,\frac{x \,.\, b}{l}$$

دا د مقطع کینې خوا ته د ټولو مومنتونو مجموعه ده. دا چې د a په فاصلې باندې د بارنیونکي قوو او د مقطع د قوو نه علاوه نورې هیڅ قوې منځ ته نه راځي، نو په دې صورت کې P د دغې بارورونکي ټوټې څخه بهر واقع دی، یا د $x = a$ پولې (سرحد) تر منځ د مومنت پورې تړلي نقطې کې، او نو مونږ په حقیقت کې د M_x مومنت ټولو اندازو د پاره د a بارورونکي ټوټې په سر یو ساده فرمول لرو.

مونږ د مومنت چال چلند په برخه کې عمومي نظر تهیه کړ، کوم چې په دې کې مونږ د x د پاره مختلفې اندازې ورکوو. چې دا په دې ډول دی

نو په بارنیونکي کې مومنت چې $x = 0$ وي په دې ډول دی:

$$M_0 = P\frac{b}{l}.\,x = P\frac{b}{l}\,0$$

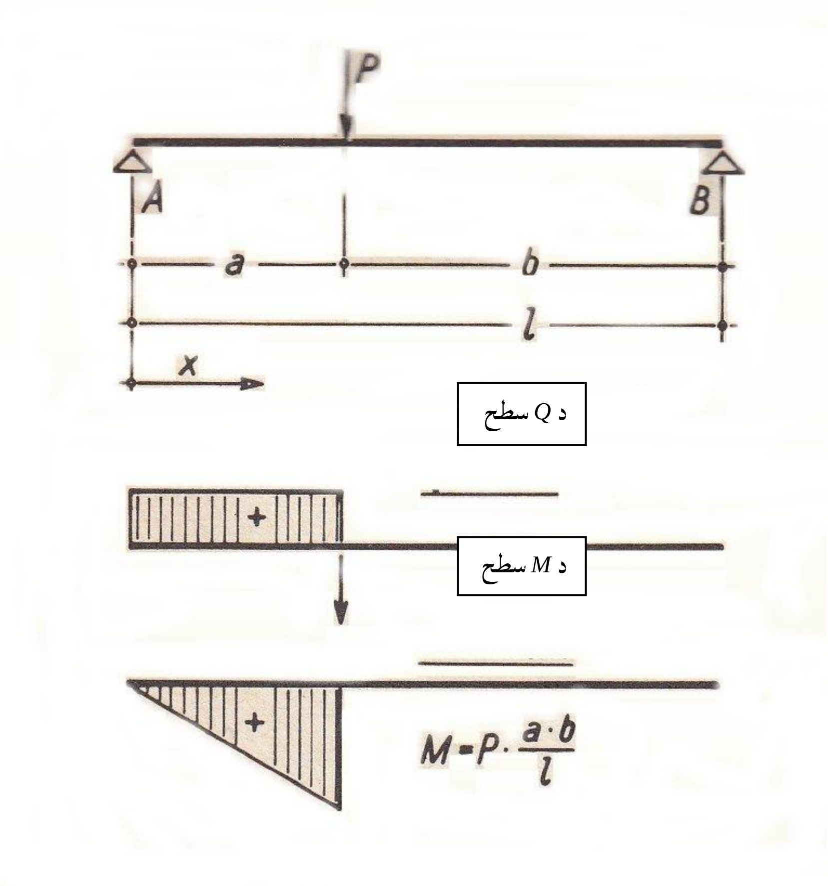
او د $x = a/2$ د پاره

$$M_{a/2} = P\,.\frac{b}{l}\,.x = P\,.\frac{b}{l}\,.\frac{a}{2}$$

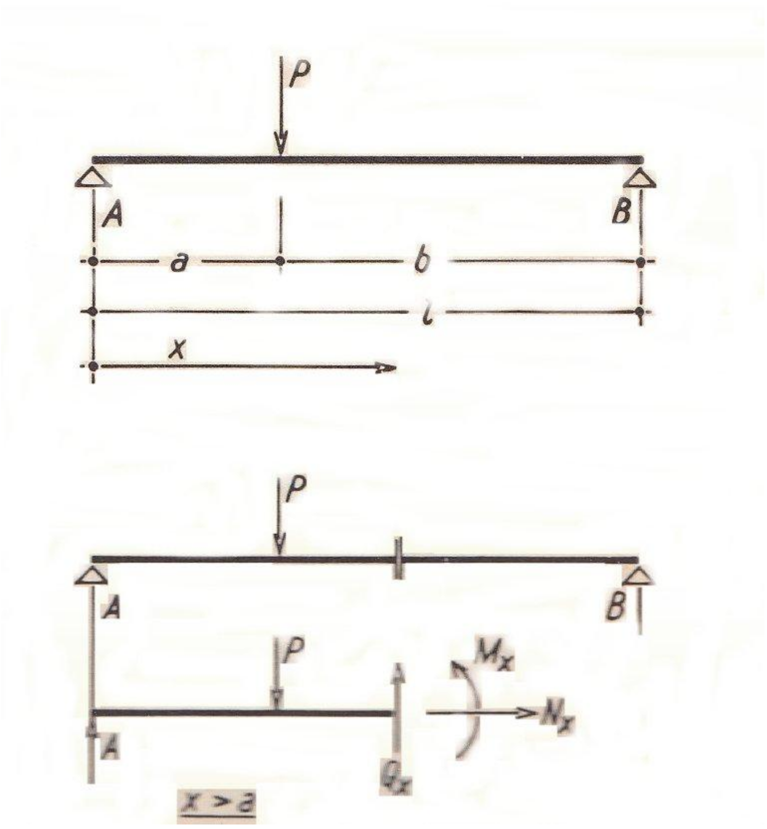
او د $x = a$ د پاره

$$M_{a} = P\,.\frac{b}{l}\,.x = P\,.\frac{b}{l}\,.\frac{b\,.a}{2}$$

که چېرته دغه د اندازو جوړې په یو قایم الزاویه متخصاتو سیستم ته انتقال شي، نو مونږ د M_x ټولو اندازو د پاره یو مستقیم تر لاسه کوو.
دا معمول دی، چې د وزن لاندې باروړونکي د عرضاني قوې او مومنت بهیر (جریان) وښودل شي. دا د a بارورونکي ټوټې د پاره د لاندې ورکړل شوي انځور په ډول جوړیږي، چې د دغې بارورونکي ټوټې د Q سطح او د M سطح ښودل شویدي:



مونږ یو قدم نور هم وړاندې ځو او د ټولو مقطعو د پاره مونږ خپلې مفکورې ته دوام ورکوو،
چې د $x > a$ د پاره دی:
لاندې ورکړل شوی انځور د یو ځانګړې وزن لاندې یو ساحوي تیر ښودل شوی، چې x لوی دی د a څخه:



دلته هم د $\sum H = 0$ داسې ښکاري، چې هیڅ کوم نورماله قوه نه جوړیږي، مطلب دا چې

$$N_x = 0$$

د $\sum V = 0$ د پاره لا زیاتیږي

$$A_v - P - Q_x = 0$$

او دې څخه لاس ته راځي، چې

$$Q = A_v - P$$

که دلته $P > A_v$ وي، نو دا تغیر خوري، مطلب دا چې دعرضاني قوې مخ ته علامه بدلیږي.
او د بلې خوا نه د $x = a$ څخه تر $x = b$ پورې فاصلې په سر عرضاني قوه ثابته ده.

نو لکه څنګه چې د P کینې خوا ته د ټوټې یوې برخې د پاره مونټ x پیدا کړ، کولای شو چې د ټولو مقطعو د پاره د P ښي خوا ته کړېدونکي مومنتونه د x د مقطع خای پورې مربوطه پیدا کړو، نو دا مونټ په دې ډول ټاکو

$$\sum M_x = 0$$

دې څخه مونږ دا تر لاسه کوو:

$$A = P\,.\frac{b}{l} = \text{او د } M_x = A\,.\,x - P\,(x-a)$$

$$= P\frac{b}{l}\,.\,x - P\,.\,x + Pa =$$

$$= P\left(\frac{b}{l}x - x + a\right) \quad = P\left(\frac{b}{l}x - x\frac{l}{l} + a\,\frac{l}{l}\right)$$

$$= P\,\frac{1}{l}\,(bx - \mathrm{lx} + \mathrm{al}) =$$

$$= P\,\frac{1}{l}\,(a\,.\,l - a\,.\,x) =$$

$$= P\frac{a}{l}\,(l - x)$$

دلته هم مونږ غواړو چې د مومنتونو د لیکو بهیر (جریان) په ښه ډول (دقیق) ووینو. مونږ د x د پاره مختلف قیمتونه ورکوو. نو دلته د $x = a$ په ځای کې د P د وزن لاندې کړېدونکی مومنت په دې ډول دی

$$M_a = P\,\frac{a}{l}\;\;(l - x) = P\,\frac{a}{l}\,(l - a) = P\,\frac{a\,.b}{l}$$

دلته $l - a = b$ دی

دا همهغه درجه ده، کوم چې مونږ تر لاسه کړی وو، کله چې مونږ د P کینې خوا ته مقطع وڅېړه او بل اخره مونږ د $x = a$ قیمت ورکړل.

برسېره پردې مونږ د $x = a + \frac{b}{2}$ د پاره

$$M_a \quad + \frac{b}{2} = P\,\frac{a}{b}\,(l - x) = P\,\frac{a}{l}\left(l - a - \frac{b}{2}\right) =$$

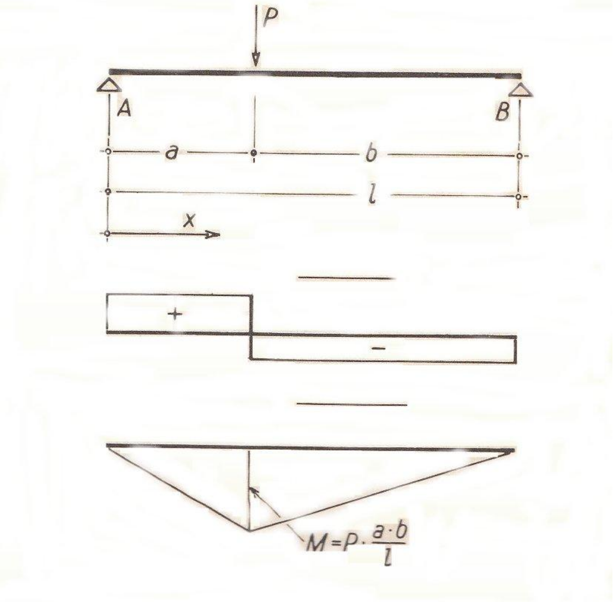
$$= P\,\frac{a}{l}\left(b - \frac{b}{2}\right) = P\,\frac{a}{l}\,\frac{b}{2} = P\,\frac{a\,.b}{2\,.l}$$

او د $x = a + b = l$ د پاره

$$M_1 = P\frac{a}{l}\,(l-x) = P\,\frac{a}{l}\,(l-l) =$$

$$= P\frac{a}{l}\,.0 = 0$$

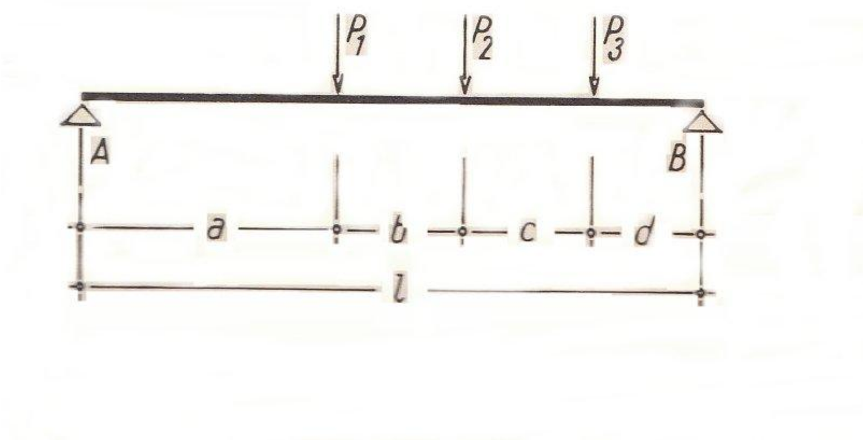
دلته هم مونږ یو مستقیم تر لاسه کوو، که چېرته مونږه د درجو یا قیمتونو جوړه x, M_x په متخصاتو سیستم کې ولیکو. دغه بشپړ (تکمیل) شوي د Q او M سطحې په لاندې انځور کې ښودل شوي.
په لاندې انځور کې د مکمل باروړونکي د پاره د عرضاني قوې او مومنتونو سطحې ښودل شوي:



د وروستي انځور څخه کولای شو چې مونږ یو نیم مطلبونه واخلو:
هلته دا په دې ډول دی، چېرته چې عرضاني قوه ثابته ده، د Q لیکې افقي بهیر (جریان) کوي، د M یو مستقیم، مطلب دا چې یوه لیکه د ثابت تمایل سره. چېرته چې د Q لیکه د مثبت څخه منفي ته بدلیږي، د M لیکې د پاره اعظمي حد دی. د مومنت په لیکو کې قاتېدنې مطلب دادی، چې د Q لیکې د بدلون مرحله د مثبت څخه منفي ته په مسلسل ډول نه، بلکه په یودم سره جوړیږي.
د خاصو حالاتو د پاره $a = b = l/2$ ، مطلب دا چې د هغه حالاتو د پاره، چېرته چې د P قوه د باروړونکي په منځ حمله کوي، چې دا یو اعظمي مومنت منځ ته راوړي، په دې ډول:

$$M_{\max} = P\,\frac{a\,.b}{l} = P\;\frac{1}{l}\,.\frac{l}{2}\,.\frac{l}{2} = P\;\frac{l}{4}$$

مونږ کولای شو چې په راتلونکي کې توجه وکړو، چې تر فشار لاندې راتلنه د ځانګړو وزنونو په واسطه ځانته لوی مومنت تل د ځانګړي وزن لاندې منځ ته راځي، چې دلته د Q لیکې بدلېدنه هم فقط په یو ځانګړي وزن او د یو ځانګړي وزن په واسطه منځ ته راځي.
بل اخره د ډېرو ځانګړو وزنونو سره یو حالت منځ ته راځي، لکه څنګه چې په یو یوساحوي بارورونکي باندې د ډېر ځانګړي وزنونه په لاندې انځور کې ښودل شوي:



د A بارنیونکې قوه مونږ په دې ډول پیدا کوو:

$$\sum M_B = 0 = A\,.\,l - P_1\,(b + c + d) + P_2\,(c + d) + P_3\,\mathrm{d}$$

$$A = \frac{1}{l}\,[P1\,(b + c + d) + P2\,(c + d) + P3\,d]$$

او د $\sum M_A = 0$ څخه مونږ B پیدا کوو

$$B = \frac{1}{l}\,[P1\,a + P2\,(a + b) + P3\,(a + b + c)]$$

دې سره په تیر کې د P تر وزن لاندې مومنت په لاندې ډول جوړېږي:
په اول (1) ځای کې مومنت:

$$M_1 = A\,.\,a = \frac{a}{l}\,[P1\,(b + c + d) + P2\,(c + d) + P3\,d]$$

په دوهم (2) ځای کې مومنت:

$$M_2 = A\,(a + b) - P_1\,.\,b = \frac{a+b}{l}\,[P1\,(b + c + d) + P2\,(c + d)] - P1\,.\,b$$

په دریم (3) ځای کې مومنت:

$$M_3 = A\,(a + b + c) - P_1\,(b + c) - P_2\,.\,\mathrm{c}$$

$$= \frac{a+b+c}{l}\,[P1\,(b + c + d) + P2\,(c + d) + P3\,.\,d] - P1\,(b + c) - P2\,.\,c$$

د B په ځای کې مومنت:

$$M_B = A(a+b+c+d) - P_1(b+c+d) - P_2(c+d) - P_3\,d$$

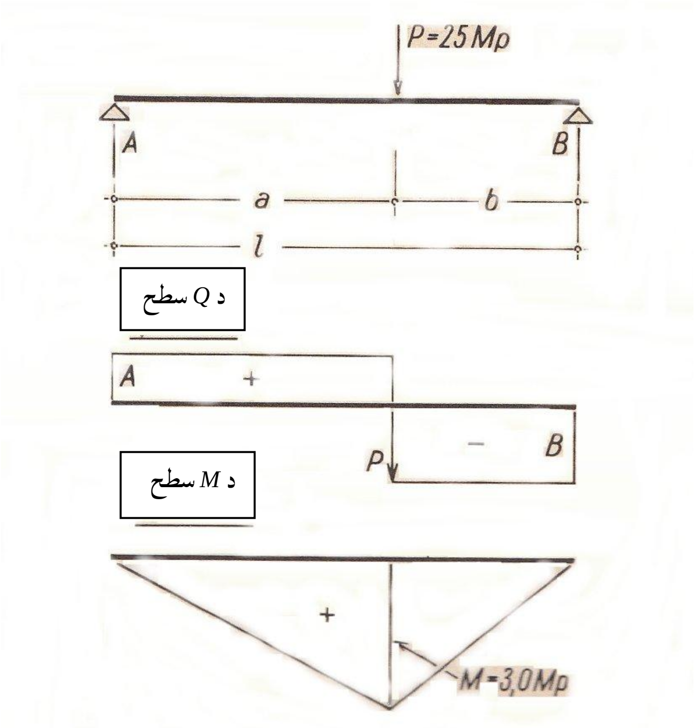
$$= \frac{a+b+c+d}{l}\,[P1(b+c+d) + P2(c+d) + P3\,.\,d] - P1(b+c+d) - P2(c+d) - P3\,.\,d$$

دلته $a + b + c + d = l$ کیږي، نو بیا

$$M_B = P_1(b+c+d) + P_2(c+d) + P_3\,.\,d - P_1(b+c+d) - P_2(c+d) - P_3\,.\,d = 0$$

اوس نو یو څو مثالونه د عددونو سره:

په لاندې انځور کې د a په ځای کې ځانګړې وزنونه ښودل شوي:



P = 205 Mp a = 3,0 m b = 2,0 m l = 5,0 m

$$A = \frac{2,0}{5,0}\,.2,5 = 1,0 \text{ Mp}$$

$$B = \frac{3,0}{5,0}\,.2,5 = 1,5 \text{ Mp}$$

کنترول:

$$A + B = P$$

1,0 Mp + 1,5 Mp = 2,5 Mp = P

د P وزن لاندې کرېدونکی مومنت:

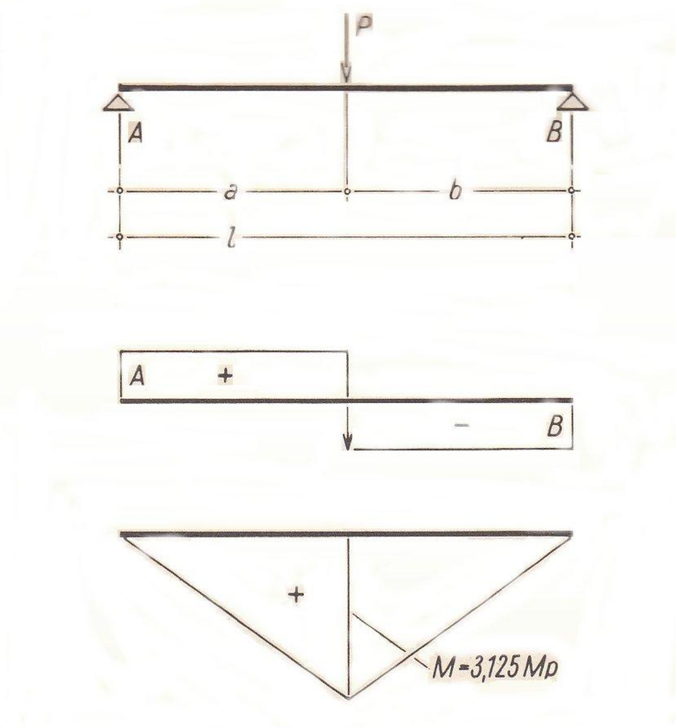
$$M = P\,\frac{a\,.b}{l} = 2{,}5\ \frac{2{,}0\ .3{,}0}{5{,}0} = 3{,}0\ \text{Mpm}$$

یا

$$M = A\ .\ a = 1{,}0\ .\ 3{,}0 = 3{,}0\ \text{Mpm}$$

اوس نو وزن لږ څخه د ساحې منځ ته پورې وهو:

په لاندې انځور کې د m ساحې منځ کې د P ځانګړی وزن ښودل شوی:



P = 2,50 Mp $a = b = l/2$ = 2,50 m l = 5,0 m

$$A = B = \frac{1}{2}\ P = 1{,}25\ \text{Mp}$$

د P وزن لاندې کرېدونکی مومنت:

$$M = P\,\frac{l}{4} = 2{,}50\ .\frac{5{,}0}{4} = 3{,}125\ \text{Mp}$$

په ځانګړي وزن کې د کرېدو مومنت لوی دی، نه یوائې د بار (وزن) لاندې، بلکه په خاصه توګه په هغه ځای کې، چې که چېرته بار (وزن) مکمل د ساحې په منځ کې واقع وي.

د یو بارورونکي دغه حالت د ډېرو ځانګړو وزنونو سره غواړو چې په دغه مبحث کې هم د عددونو په ډول په مثال کې راوړو.

P_1 = 5,0 Mp P_2 = 6,0 Mp P_3 = 4,0 Mp

a = 3,0 m b = 2,5 m c = 2,5 m d = 2,0 m l = 10,0 m

اصلاً مونږه دغه قیمتونو ته ضرورت لرو چې په فرمول کې واچوو، کوم چې مونږ دغې حالت د پاره منځ ته راوړی. نو دا داسې واضح دی، که چېرته سرړی دې په ځای د برابر وزن شرطونو ته ببرته وګرځي. اوس نو مونږ د A بارنیونکي قوه په دې ډول تر لاسه کوو، په کوم کې چې مونږ ټول مومنتونه د B څخه نیسو. بیا نو دا په دې ډول دی:
د A د پاره د مومنت پورې مربوطه نقطې په حېث دا په دې ډول دی:

او $M_B = A\ .\ 10{,}0 - 5{,}0\ .\ 7{,}0 - 6{,}0\ .\ 4{,}5 - 4{,}0\ .\ 2{,}0 = 0$

$$A = \frac{1}{10{,}0}\ (35{,}0 + 27{,}0 + 8{,}0) = 7{,}0 \text{ Mp}$$

د A د پاره د مومنت پورې مربوطه نقطې په حېث په دې ډول دی:

$$M_A = -\ B\ .\ 10{,}0 + 5{,}0\ .\ 3{,}0 + 6{,}0\ .\ 5{,}5 + 4{,}0\ .\ 8{,}0$$

$$B = \frac{1}{10{,}0}\ (15{,}0 + 33{,}0 + 32{,}0) = 8{,}0 \text{ Mp}$$

په څېړونکي ځای کې کړېدونکی مومنت مساوي دی د په نظر کې نیول شوي مقطع ښي او کیڼې خوا ته د ټولو مومنتونو مجموعي سره.
کړیدونکی مومنت په اول (1) ځای کې:

$$M_1 = A\ .\ a = 7{,}0\ .\ 3{,}0 = 21{,}0 \text{ Mpm}$$

کړیدونکی مومنت په دوهم (2) ځای کې:

$$M_2 = A\ .\ (a + b) - P_1\ .\ b = 7{,}0\ (3{,}0 + 2{,}5) - 5{,}0\ .\ 2{,}5 =$$

$$= 7{,}0\ .\ 5{,}5 - 5{,}0\ .\ 2{,}5 =$$

$$= 38{,}5 - 12{,}5 = 26{,}0 \text{ Mpm}$$

کړیدونکی مومنت په دریم (3) ځای کې:

$$M_3 = A\ (a + b + c) - P_1\ (b + c) - P_2 =$$

$$= 7{,}0\ (3{,}0 + 2{,}5 + 2{,}5) - 5{,}0\ (2{,}5 + 2{,}5) - 6{,}0\ .\ 2{,}5 =$$

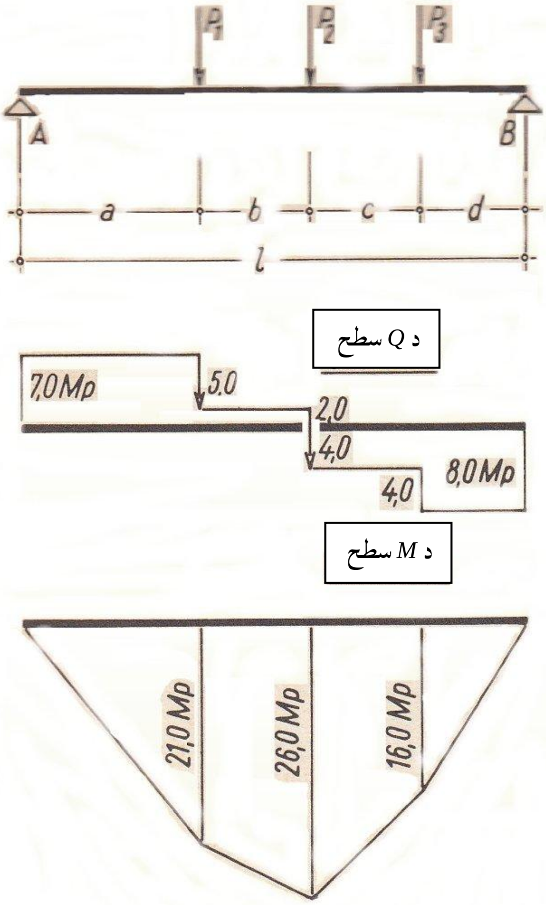
$$= 7{,}0\ .\ 8{,}0 - 5{,}0\ .\ 5{,}0 - 6{,}0\ .\ 2{,}5 =$$

$$= 56{,}0 - 25{,}0 - 15{,}0 = 16{,}0\ \text{Mpm}$$

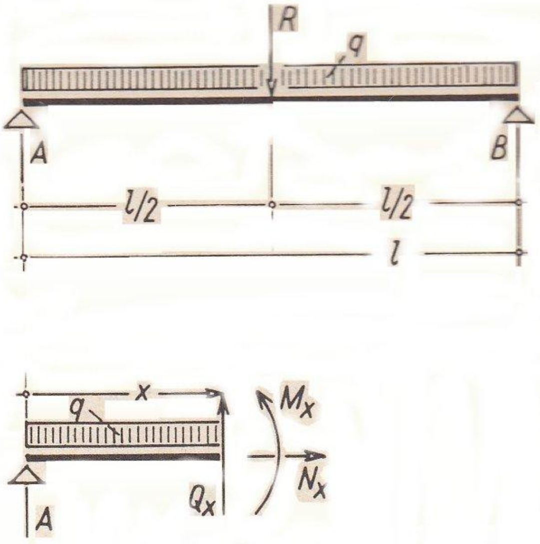
د B په ځای کې کېږدونکی مومنت د صفر سره برابر دی. لکه څنګه چې په لاندې اول انځور کې ښودل شوی، مونږ د باروړونکي لاندې څخه نتیجه اخلو.

د ځانګړي وزنونو په وجه تر فشار لاندې راغلی تیر مونږ په مفصل ډول طرح کړ. اوس غواړو چې مونږ د بل ډول د وزن حالت سره ځان مصروف کړو، او دا یو ساحوي تیر دی، چې د یو لیکه یي وزن اغیزې لاندې دی. مونږ فقط د ټول باروړونکي اوږدوالي سره برابر لوی لیکه یي وزن په برخه کې مطالعه کوو.

پر یو یوساحوي بارودونکي ډېر ځانګړي وزنونه، عرضانی قوه او د مومنت لیکي



د یو لیکه یي مساوي وزنونو تر اغیزې لاندې یوساحهوي باروړونکی



د بارنیونکي قوو ټاکنې د پاره مونږ د تیر پر مکمل اوږودوالي په لیکه پروت وزن q یوې نتیجې ته ګڼه نیسو:

$$R = q \, . \, l$$

مونږ پوهیږو، چې مونږ دغه اضافي قوه د ثقل په مرکز اینبی دی، او چې دغه د ثقل مرکز د مستطیلي انځور د پاره یو دې سره برابر لوی لیکه یې وزن د دغې مستطیل په منځ کې دی.
نو دا بیا په دې ډول دی:

$$M_{B} = A \, . \, l - R \, . \, \frac{l}{2} = 0$$

او ددې ځخه

$$A = \frac{1}{2} \, R = \frac{1}{2} \, q \, . l$$

او

$$M_{A} = - B \, . \, l + R \, . \, \frac{1}{2} = 0$$

او ددې ځخه

$$B = \frac{1}{2} \, R = \frac{1}{2} \, q \, . l$$

ددې د پاره چې مونږ دوه موجوده باروړونکي ټوټې په یو توازن کې راوړو، نو ضرور دی، چې د تیر په قطع شوو ځایونو کې قوې وټاکو.
دلته هم $N_{x} = 0$ دی، کوم چې افقي وزنونه یا تقسیم شوي وزنونه منځ ته نه راځي.
د $\sum V = 0$ ځخه مونږ لاس ته راوړو:

$$\sum V = A - q \, . \, x - Q_{x} = 0$$

$$Q_{x} = A - q \, . \, x = q \, . \frac{l}{2} - \, q \, . x = q \, \left(\frac{l}{2} - \, x\right)$$

او د $\sum M = 0$ ځخه:

$$\sum M = A \, . \, x - q \, . \, x \, . \, \frac{x}{2} - \, Mx = 0$$

په دې کې $q \, . \, x = R_{x}$ دی، په ځه کې چې مونږ د R_{x} سره نتیجې د x اوږودوالي د پاره ښایو.
د R_{x} د اړم لاستی $\frac{x}{2}$ دی.

$$\sum M = q \, . \, \frac{l}{2} \, . x - q \, \frac{x^{2}}{2} - \, Mx = 0$$

چې دې ځخه لاس ته راځي:

$$M_{x} = q \, \frac{l}{2} \, . x - q \, \frac{x^{2}}{2} = \, \frac{q}{2} \, (lx - \, x^{2})$$

دا د مقطع کیڼې خوا ته د ټولو مومنتونو مجموعي په حیث د کږېدونکي مومنت سره مساوي دی.
په دغه مساوات کې مونږ د Q_x او M_x د پاره فقط یونیم خاصې اندازې د x ټاکو. نو دا په دې ډول دی:

$$X = 0 \quad Q_x = q\left(\frac{l}{2} - x\right) = q\left(\frac{l}{2} - 0\right) = q\,\frac{l}{2} = A\,\left(-\,4\,\frac{ql}{8}\right)$$

$$M_x = \frac{q}{2}\,(l\,.\,x - x^2) = \frac{q}{2}\,(l\,.0 - 0^2) = 0$$

د $x = \frac{1}{8}\,l$ د پاره

$$Q_x = q\left(\frac{l}{2} - \frac{1}{8}\,l\right) = q\,\left(\frac{4l}{8} - \frac{l}{8}\right) = 3\,\frac{ql}{8}$$

$$M_x = \frac{q}{2}\left(l\,\frac{l}{8} - \frac{l^2}{64}\right) = \frac{q}{2}\left(\frac{8\,l^2}{64} - \frac{l^2}{64}\right) = 7\,\frac{q\,l^2}{128}$$

د $x = \frac{2}{8}\,l$ د پاره

$$Q_x = q\left(\frac{l}{2} - \frac{2\,l}{8}\right) = q\,\left(\frac{4\,l}{8} - \frac{2\,l}{8}\right) = 2\,\frac{q\,l}{8}$$

$$M_x = \frac{q}{2}\left(l\,\frac{2\,l}{8} - \frac{4\,l^2}{64}\right) = \frac{q}{2}\left(\frac{16\,l^2}{64} - \frac{4\,l^2}{64}\right) = 12\,\frac{q\,l^2}{128}$$

د $x = \frac{3}{8}\,l$ د پاره

$$Q_x = q\left(\frac{l}{2} - \frac{3\,l}{8}\right) = q\,\left(\frac{4\,l}{8} - \frac{3\,l}{8}\right) = 1\,\frac{q\,l}{8}$$

$$M_x = \frac{q}{2}\left(l\,\frac{3\,l}{8} - \frac{9\,l^2}{64}\right) = \frac{q}{2}\left(\frac{24\,l^2}{64} - \frac{9\,l^2}{64}\right) = 15\,\frac{q\,l^2}{128}$$

د $x = \frac{4}{8}\,l$ د پاره

$$Q_x = \mathrm{q}\left(\frac{l}{2} - \frac{4\,l}{8}\right) = q\,\left(\frac{4\,l}{8} - \frac{4\,l}{8}\right) = 0\,\frac{q\,l}{8} = 0$$

په دغه ځای کې د Q لیکه د مثبت څخه منفي خوا ته پورته ځي. نو له دې امله دلته لوړترین مومنت په دې ډول دی:

$$\max M = \frac{q}{2}\left(l\,\frac{4\,l}{8} - \frac{16\,l^2}{64}\right) = \frac{q}{2}\left(\frac{32\,l^2}{64} - \frac{16\,l^2}{64}\right) = 16\,\frac{q\,l^2}{128} = \frac{q\,l^2}{8}$$

هغه ځای، کوم چې عرضاني قوه صفر کیږي، کېدی شي چې په ساده ډول پیدا شي، که چېرته په دې ډول وي:

$$Q_x = q\left(\frac{l}{2} - x\right) = 0$$

دلته

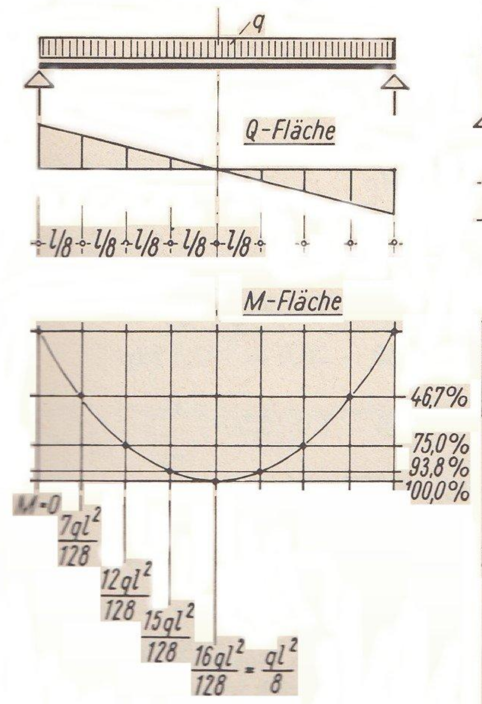
$$X = \frac{l}{2} = \frac{4}{8}\, l$$

دا هم کومه قصدي محاسبه نه وه، چې د Q لیکې د صفر له لارې پیدا شي. برعکس ډېر ځایونه ښودل شوي، چې څنګه عرضاني قوه او د مومنت لیکې څېړل کیږي. کله چې د Q د پاره اندازې په مسلسل ډول ښکته شي، نو د بارنیونکي څخه د فاصلې په لویدو سره، مومنت په اوله کې ډېر ژر او بیا وروسته ورو ورو ډېریږي، ددې د پاره چې د ساحې مرکز تر اعظمي حد پورې ورسیږي.

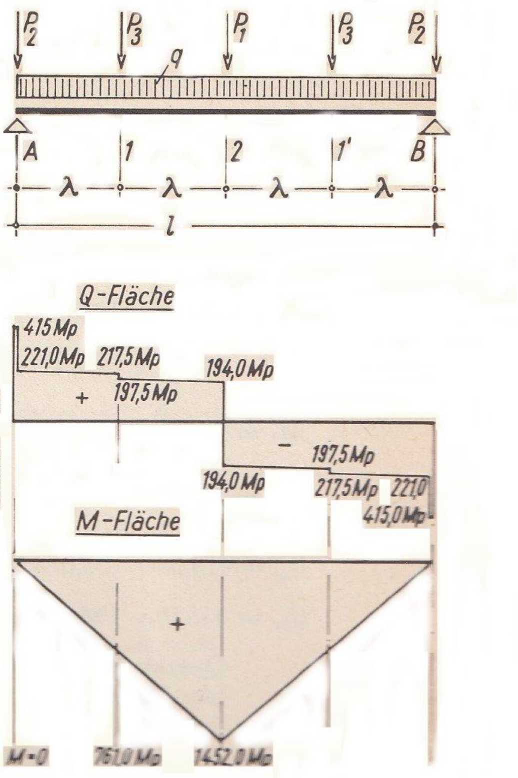
که چېر ته اوس د x د پاره نور قیمتونه ورکړو، کوم چې د $x = l/2$ څخه لوی دي، نو په دغه وخت کې مومنت وړوکی کیږي، د $x = l$ د پاره قیمت یا اندازه صفر ورکوو.

په یوې نقطې کې، چې د هغې قاصله د بارنیونکي څخه ځانته د 1/8 په اندازه لرې واقع وي، نو دلته د کړېدونکی مومنت دومره لوی دې لکه د ساحې د منځ نیمایي په اندازه. په همدا ډول نومول شوي (یو پر څلورمه نقطه)، مطلب دا چې د بارنیونکي څخه د 2/8 یا ¼ په فاصلې سره لرې وي، نو د مومنت اعظمي اندازه ¾ پورې رسیږي.

په اخره کې مونږ غواړو چې یو بل لوی مثال واخلو او د همدې هدف د پاره مونږ یو باروړونکی د 7 فصل څخه رانیسو، ددې د پاره چې په دې کې عرضاني قوه او د مومنتونو بهیر (جریان) وڅېړو.



په مساوي ليکه يي وزنونو کې د عرضاني قوې او د مومنت بهير (جريان)



يو بارو ړونکی د مساوي ليکه يي وزن او د مختلفو ځانګړو وزنونو سره

$\lambda = 3{,}50$ m; $l = 4 \cdot \lambda = 4 \cdot 3{,}50 = 14{,}0$ m; $q = 1{,}0$ Mp/m; $P_1 = 388{,}0$ Mp

$$P_2 = \frac{1}{2} P_1 = 194{,}0\ Mp$$

$$P_3 = 20{,}0 \text{ Mp}$$

دې د پاره د بارنيونکي قوې $A = B = 415{,}0$ Mp نيول کيږي.

په صفر (0) په ځای کې:

$$Q_0 = 415{,}0 - 194{,}0 = 221{,}0 \text{ Mp}$$

$$M_0 = 0$$

په اول (1) ځای کې:

(کيڼ) $Q_{1l} = 415{,}0 - 194{,}0 - 1{,}0 \cdot 3{,}50 = 217{,}5$ Mp

(ښي) $Q_{1r} = 415{,}0 - 194{,}0 - 1{,}0 \cdot 3{,}50 - 20{,}0 = 197{,}5$ Mp

$$M_1 = 415{,}0 \,.\, 3{,}50 - 194{,}0 \,.\, 3{,}50 - 1{,}0 \,.\, 3{,}50^2 \,.\, \frac{1}{2} = 1452{,}5 - 679{,}0 - 6{,}0 = 767{,}4 \text{ Mp}$$

دوهم (2) ځای:

(کيڼ) $Q_{2l} = 415{,}0 - 194{,}0 - 1{,}0 \,.\, 7{,}00 - 20{,}0 = 194{,}0$ Mp

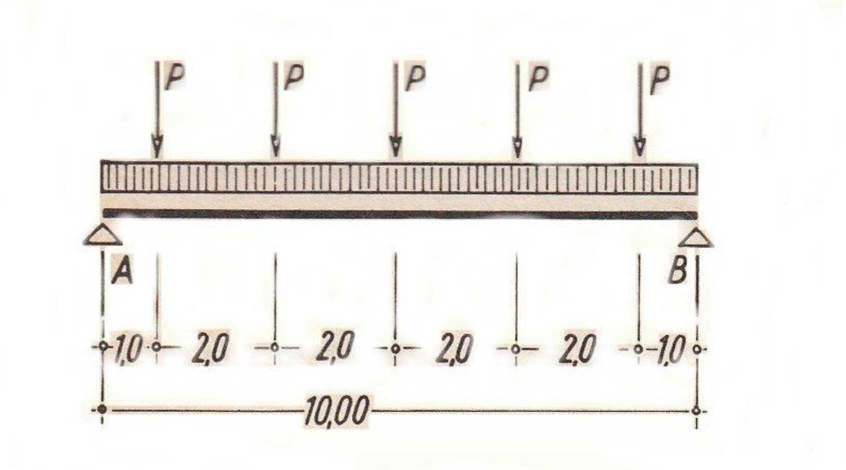
(ښي) $Q_{2r} = 415{,}0 - 194{,}0 - 1{,}0 \,.\, 7{,}00 - 20{,}0 - 388 = -194{,}0$ Mp

په دوهم کې ښي خوا ته عرضاني قوه د مثبت څخه منفي ته ټوپ کوي. مطلب دا چې دلته اعظمي مومنت د مومنت په ليکه کې په دې ډول ماتيږي:

$$M_2 = 415{,}0 \,.\, 7{,}00 - 194{,}0 \,.\, 7{,}00 - 20{,}0 \,.\, 3{,}50 - 1{,}0 \,.\, 7{,}0^2 \,.\, \frac{1}{2} =$$

$$= 2905{,}0 - 1358{,}0 - 70{,}0 - 24{,}5 = 1452{,}5 \text{ Mpm} = \max M$$

د وزنونو د تناظر په وجه کېدی شي چې د نورو محاسبو څخه تېر شو.
دا وزنونه ډېر غېر منظم دي. په خاصه توګه په منځ کې ځانګړي وزنونو وزن زښت ډېر دی. نو ددې د پاره د M د ليکې بهير د يو تير د پاره نږدې د يو ځانګړي بار (وزن) لاندې ښايي. په لږ څه زيات فرق کې، لکه د لاندې ورکړل شوي مثال په شان، سړی کولای شي چې د اټکلي محاسبو د پاره يوه ساده محاسبه وکړي:
لاندې ورکړل شوی انځور يو مثال دی د يو ډېرو ځانګړو وزنونو او يو ليکه يي وزن ، چې باروړونکی يې تر فشار لاندی راوستی:



دا باید داسی اوسي:

P = 40,0 Mp او q = 2,0 Mp/m

ټول وزنونه د یوې نتیجې د پاره سره یوځای کوو، هغه داسي چې:

$$R = 5 \,.\, 40{,}0 + 10 \,.\, 2{,}0 = 220{,}0 \text{ Mp}$$

اوس نو د دغې فرمول څخه کار اخلو:

$$M = q\,\frac{l^2}{8}$$

په یو بارورونکي باندې د لیکه یي وزن فشار په وجه اعظمي کرېدونکی مومنت په لاندې فرمول سره پېدا کیږي:

$$M = q \,.\, l \,.\, \frac{l}{8}$$

چېرته چې

$$q \,.\, l = R$$

دغه نتیجه ورکړل شوی مساوي لیکه یي وزن دی. نو دا په دې ډول دی:

$$M = R \,.\, \frac{l}{8}$$

که چېرته مونږ اوس په R کې زمونږ یوځای شوي وزنونه – ډېر ځانګړي وزنونه او لیکه یي وزنونه ګډ کړو، نو دا مونږ په دې ډول کوو، چې ټول وزنونه په مساوي ډول د لیکه یي وزن په حېث د بارورونکي په اوږدوالي تقسیم شي.

دغه تصور کوونه د ټولو نه مخکې یو حقیقي حالت منځ ته راوړي، که چېرته دا د تعداد له لحاظه ډېر ځانګړي وزنونه ممکن وي او که چېرته د هغې لویوالی د حده زیات د یوبل څخه فرق ونه لري. مونږ کولای شو چې دا په لاندې مثال کې محاسبه کړو، چې څومره زمونږ د نتیجې فرق کوي.

$$M \approx R\,\frac{l}{8} \approx 220{,}0\,\frac{10{,}0}{8} \approx 275{,}0 \text{ Mpm}$$

د متناظر کېدو په وجه بارنیونکي قوې دا ډول جوړیږي:

$$A = B = \frac{1}{2}\,R = \frac{1}{2}\,220{,}0 = 110{,}0 \text{ Mp}$$

$$\text{Max } M = 110{,}0 \;.\; 5{,}0 - 40{,}0 \;.\; 4{,}0 - 40{,}0 \;.\; 2{,}0 - 2{,}0\,\frac{1}{2}\;5{,}0^2 =$$

$$= 550{,}0 - 160{,}0 - 80{,}0 - 25{,}0 = 285{,}0 \text{ Mpm}$$

دا به ټیک (دقیق) نتیجه وي. ددې څخه په ځانګړي ډول تقریباً % 3,5 فرق کوي. دا د یوې اټکلي محاسبې د پاره یوه ښه نتیجه ده. دلته پاملرنه پکاره ده، چې اټکلي محاسبه د قاعدې له مخې په هغه وخت کې یو وړوکې اندازه جوړوي، کله چې یو ځانګړی وزن د اعظمي مومنت په ځای باندې تجاوز وکړي. د دغې اټکلي محاسبې اندازه په هغه وخت کې لوی وي، کله چې اعظمي مومنت د دوو ځانګړو وزنونو په منځ کې واقع وي.
که مونږ د اوم فصل باروړونکي څخه کار واخلو، نو دلته اټکلي محاسبه په دې ډول ده:

$$R = 388{,}0 + 194{,}0 + 194{,}0 + 20{,}0 + 20{,}0 + 14{,}0 \;.\; 1{,}0 = 830{,}0 \text{ Mp}$$

$$M \approx 830{,}0\,\frac{14{,}0}{8} \approx 1452{,}5 \text{ Mpm}$$

دلته بیا د اټکلي محاسبې څخه دقیقه محاسبه منځ ته راځي. دا دې پورې اړه لري، چې د P_2 وزنونه، سره ددې چې دا پورته د بارنیونکي په نقطې ولاړ دي، ورسره په محاسبه کې پر مخ وړل کیږي. په مجموع کې ددې د پاره لاندې فرمول ورکړل شوی دی:

$$M \approx R \;.\; \frac{l}{8}$$

یولسم فصل

د پوټنسیال توپیر او انبساط Spannung und Dehnung
(Tension and stretch)

د هر ساختمان ستاتیکي څېړنې بل اخره وظیفه ده، چې په عرضاني مقطع کې د پوټنسیال توپیر یا تشنج او ددې سره د تړلی شکل بدلونه په حساب کې ونیسي. د ځمکې ځبېښنو او بنستې (تهداب) په برخه کې د راښکنې یا تشنج سره مونږ اشنا شوي یو. هلته په اوله کې د دېوال او بنستې تر منځ د فشار تشنج او بیا د بنستې لاندې تشنج وو، کوم چې د ځمکې ځبېښنه وه. مونږه د سطح د واحد پورې مربوطه قوې په حېث راښکنې سره اشنا شو. دې څخه دا منځ ته راځي: څومره چې قوه زیاته وي، هومره په مساوي مساحت کې د پوټنسیال توپیر زیات وي. څومره چې مساحت وړوکی وي، هومره په مساوي قوې کې د پوټنسیال توپیر لوی وي. د وروستي جملې څخه مطلب، د مثال په ډول د بېطي او نور پرې کونکي الو اغیزې دي. څومره چې دا تېره (تېز) وي، هومره د هغې بېطي شوې سطح وړوکی وي، د مساوي قوې سره هومره لوی د هغې ځبېښنه ده.

د همدې په شان د یوې پېښې چاپ دې، که هغه په ځمکه کېښودل شي او ورباندې د بوټ پوندې په واسطه فشار راشي، نو د هغې چاپ په ځمکه پاتې کېږي. اوس غواړو مونږ محاسبه کړو، چې څومره زیات ځبېښنه د داسې پوندې لاندې پکاره ده. د اندازې کوونې نه وروسته په اسانۍ سړی پوهیږي، چې د دغې پوندې مساحت د یو سانتي متر مربع ($1\ cm^2$) څخه کم دی. که چېرته وربانديې سړی تقریباً $0,8\ cm^2$ کېږدي، نو حتمي ده چې دا صحیح وي. مونږ غواړو چې د یوې ښځې وزن د 60 kg شاوخوا سره ونیسو. دې سره زمونږ انتخاب غلط نه دی. په منځني حالت کې یو انسان د حرکت په وخت کې یوه پښه په مځکه ږدي، چې دلته د پوندې فشار زیات وي نظر مکملې ښپې ته. نامساعده- خو غېر حقیقي دا نه دی، که چېرته ټول وزن سړی د لنډ وخت د پاره په یو پوندې باندې راولي. په دې صورت کې مونږ لرو چې:

$$F = 0,8\ cm^2 \text{ او } P = 60,0\ kp$$

نو بیا د پوندې لاندې ځبېښنه (فشار) په دې ډول دی:

$$\sigma = P:F \rightarrow \sigma = 60,0\ kp : 0,8\ cm^2 = 75,0\ kp/cm^2$$

دې سره د لرګي ارتجاعي قابلیت داسې دی، چې د هغې په غزیدلي تارونه، په عرض باندې تر فشار لاندې راځي. د DIN 1052 معیار په دوهم جدول کې د نښتر لرګي د پاره د تارونو جهت ته عمودي فشار یو اجازه ورکړل شوی د پوټنسیال توپیر د $20\ kp/cm^2$ په اندازه او د

شمشاد او څېړې د پاره $30\ kp/cm^2$ ورکړل شوي دي. که چېرته کم ځېښنه (فشار) بې تاوانه وي، نو اجازه ده چې دغه اندازه تر $25\ kp/vm$ او همدارونګه تر $40 kp/cm^2$ پورې لوړه شي. ددې مطلب دا دی، چې په دغې راښکنې کې ځېښنې په نظر کې ونيول شي. هومره چې اندازه زياته وي، د $75,0\ kp/cm^2$ شاوخوا دوه واري همدومره لوی دی.
دې سره مونږ د لويو راښکونکو اغيزو د پاره روښانه مثالونه لرو، مطلب د هغه اهميت د پاره هم، کوم چې هلته د راښکنې څېړنه منځ ته راځي.
په کوښښ سره معلومېدی شي، چې مخ ته وړنې نه وروسته تر کومې راښکنې پورې په وزن کې منځ ته راغلي بدل شکل کمېږي او څنګه اساساً راښکنې د انبساط سره تناسب جوړوي.
مونږه په بل ځای کې د هغې په شان مثال وڅېړه، کوم چې په دوه مزو يا دوه سيمانو کې يو وزن ځوړند وو. او مونږ يو قدم نور هم وړاندې ځو او غواړو چې معلوم کړو، چې د دغو مزو خپله غوښتنې څومره زيات دي.
همدغسې لکه د دېوال لاندې او د بنسټ (تهداب) لاندې د فشار د پوټنسيال توپير يا د ځمکې ځېښنه منځ ته راځي، لکه څنګه چې مونږ په مثالونو کې وليدل، همدارنګه په يوې ميلې کې چې د کشش اغيزې لاندې وي، د راښکنې ټينګوالی منځ ته راځي. مطلب دا چې هغه ټينګوونه، چې په نظر کې نيول شوي ميلې د اوږدېدنې باعث ګرځي.
مونږه د بنسټ (تهداب) په مثالونو کې وليدل، چې د راښکنو نتيجه برابر لويه ده، خو ددې مقابل جهت ته قوه ده، کوم چې دغه د پوټنسيال توپير منځ ته راوړي.
په بنسټونو (تهدابدنو) کې مونږ د بنسټ او د ځمکې تر منځ او په دېوالونو کې د دېوال او کانکرېټ تر منځ د طبعي درزونو د پوټنسيال توپير يا تشنج وڅېړل. دغه درزونه طبعي موجود وو. سربېره پر دې هلته دا په زړه پورې دی، چې راښکنې يا تشنج وپېژندل شي. ددې د پاره چې په يوې ميلې کې د پوټنسيال توپير وڅېړو، مونږ بايد دا ډول يو درز مصنوعي جوړ کړو، چې په دې کې مونږ دغه ميله په منځ کې بېل کړو. د مقطع په ځای کې مونږ يوه داخلي قوه منځ ته راوړو، چې دا د موقعت له مخې، د لويوالي له مخې او د جهت له مخې د بيروني قوې سره برابر وزن ساتي. دلته بيا هم داخلي قوې دي چې د بېل شوي مقطع په واسطه بيروني قوو ته، کوم چې په هغه کې تر فشار لاندې د برابر وزن شرطونه استعمال شوي دي.
تر هغه پورې چې د ميلې قوه S_1 د ميلې د محور په ثقل مرکز واقع وي، څه شي چې دلته ضرور دي، د عرضاني مقطع د سطح په سر راښکنې په منظم ډول وېشل کيږي (تقسيميږي).
که څه هم دا مطلق په دې ډول نه دی؛ د معمول له مخې دقيقې غوښتنې د پاره عملي

ساختماني ستاتيک اخستنه د حقيقي بدلون د پاره مزاحمت نه کوي. مونږ د ميلې د پاره بيا هم دا فرمول لرو:

$$\sigma = P : F$$

کوم چې دې څخه مونږ د پوټنسيال توپير په عرضاني مقطع کې څېړلای شو.
زمونږ په مزو کې يا په ميلو کې مونږ د راښکنې فشار لرو، هغه ميلې چې د ځبښنې اغيزې لاندې دي، د ځبښنې فشار دی. دا چې يو نری ځبښونکی لرگی د وزن په وجه ماتيږي، بايد دلته لومړی يادا وري (ذکر)وشي. د ځبښنې فشار د پاره مخې ته علامه منفي (-) اچول کيږي.
مونږ د S_1 ميله او د S_2 ميله چې د فولادو څخه جوړ شوي، قبلوو، چې دا د گرد اوسپنې څخه دی چې قطر يې d = 5,0 mm دی، مساحت يې په دې ډول دی:

$$F = d^2\,\frac{\pi}{4}\quad 5{,}0^2\,.\,0{,}79\ \approx\ 20{,}0\ \text{mm}^2$$

يا

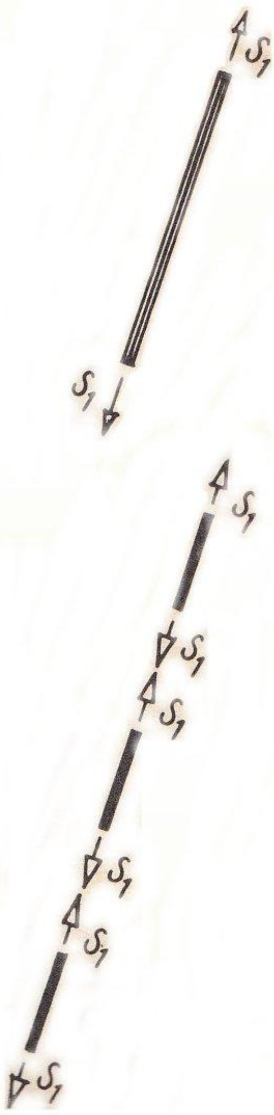
$$F \approx 0{,}2\ \text{cm}^2$$

دلته د ميلې قوه S = 255 kp سره. د پوټنسيال توپير يا تشنج يې په دې ډول دی:

$$\Sigma = 255 : 0{,}2 \approx 1280\ \text{kp/cm}^2 \approx 1{,}28\ \text{Mp/cm}^2$$

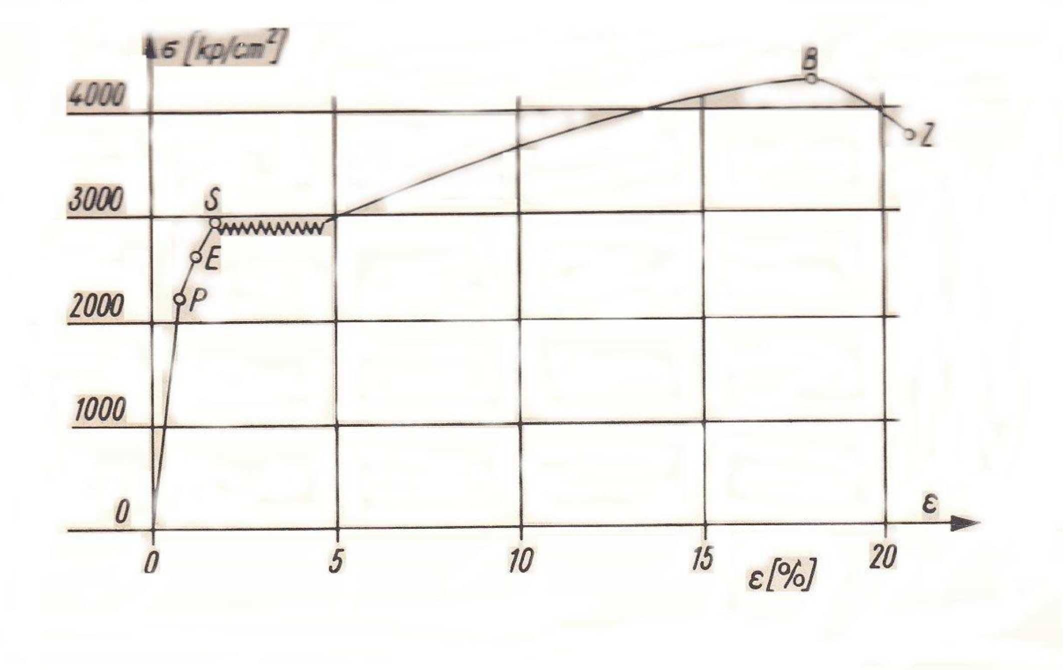
د يو فولاد د پاره چې جنسيت يې St 37 اوسي، د اجازه ورکړل شوی σ = 1,60 Mp/cm^2 سره دا کفايت کوي. مطلب دا که په اعدادو سره دا واضح کړو: نو تقريباً د پنځو بوجيو سمتو څخه زيات په يو سيم کې چې قطر يې 5 mm وي ځوړند شي، بې له دې چې اجازه ورکړل شوي راښکنې ته ورسيږي يا حتأ زيات شي.

په لاندې انځور کې د ميلې په قطع شوي ځای کې د ميلې قوې دي چې د بيرونی تجاوز کوونکي د ميلې قوو سره توازن جوړوي:



يا د سانتي متر مربع پورې مربوطه عرضاني مقطع کولای شي د اجازه ورکړل شوي د پوټنسيال توپير د 32 سمټو بوجېو (Zentner) په اندازه ونيول شي. دغه اجازه ورکړل شوي راښکنې دا ډول ټاکل شوي، چې په کافي اندازه حفاظت د هغې د اوچتې راښکنې د پاره وجود ولري، کوم چې په هغې کې پاتي شوي شکل بدلونې منځ ته راځي. د يو St 37 فولاد د پاره د راښکنې او انبساط عمومي تړاو په لاندې ګراف کې ښودل شوی دی.

د فولاد د پاره د راښکنې او انبساط دیاګرام



د متناسبوالي سرحد = P : د پوټنسیال توپیر او انبساط یو د بل سره په تناسب برابر دي.

د ارتجاعي قابلیت سرحد = E : $0{,}01\% \leq$ د P د نقطې او د E د نقطې تر منځ وړوکی پاتې شکل بدلونه.

د جریان سرحد(په راښکنې = S
کې د فاصلې سرحد ؛ په
فشار کې د ځېښلو سرحد)

د P په نقطه کې د راښکنې په زیاتېدو سره په اوله کې انبساط هم متناسب زیاتیږي، چې دا د St 37 فولاد د پاره تقریباً $\sigma = 2000\ \text{kp/cm}^2$ دی. په دغه ساحه کې ټول شکل بدلونه بېرته شاته ځي، که چېر ته وزن زیات شي. که راښکنې زیاتې شي، نو بیا ډېرې وړې پاتې شوي شکل بدلونې منځ ته راځي. د E نقطه د هغې د پوټنسیال توپیر ټاکي، تر هغه چې دغه واړه پاتې شوي شکل بدلونې د 0,01 % څخه ټیټ وي. د St 37 د پاره د S په نقطه کې مساوي $\sigma = 2400\ \text{kp/cm}^2$ فولاد زیات په جریان راځي. بې ددې چې وزن لوړ شي، د راښکلو په کوښښ کې امتحاني میله راښکل کیږي.

د دا ډول شکل بدلونې سره په کلکونې کې زیاتوالی راځي، او هغه وزن چې ورته کوښښ کیږي، باید بېرته لوړ شي، ددې د پاره چې میله تقریباً په $\sigma = 4000\ \text{kp/cm}^2$ کې په ماتېدو راولي. مطلب دا چې دقیق ماتېدنه وروسته شروع کیږي. د B په ماتېدونکي سرحد کې دغه

امتحاني ميله په يو ځای کې په ټينګولو کوښښ کوي، ددې عرضاني مقطع تنګيږي، داسې چې دا بيا په يو کم وزن سره شکيږي.
د St 37 فولاد څخه مونږ اوريدلي، چې د هغې اجازه ورکړل شوې د پوټنسيال توپې σ = 1600 kp/cm^2 دی. دا د ټولو اصلي وزنونو د پاره اعتبار لري. د اصلي او اضافي وزنونو د پاره اجازه ورکړل شوې د پوټنسيال توپير σ = 1800 kp/cm^2 نيول کيږي. دلته اضافي وزنونه د باد او واورې وزنونه دي. که چېرته بارورونکي عناصر فقط د اضافي وزنونو تر اغيزې لاندې وي، نو د اصلي وزنونو د پاره بايد د ټولو نه ټيټ اجازه ورکړل شوی د پوټنسيال توپير په نظر کې ونيول شي. تر يو حده غوښتنو ته اجازه ورکړل شوی د پوټنسيال توپير تقريباً 200kp/cm^2 ته ټيټيږي. په مجموع کې ليدل کيږي چې اجازه ورکړل شوی د پوټنسيال توپير د مثال په ډول د St 37 فولاد د پاره ارتجاعي سرحد څخه په زښت زياتې فاصلې کې دی. دا خسمانه يا ګرنټي ده.
دغه خسمانه د نورو ټولو ساختماني موادو د پاره هم بايد اعتبار ولري، ولو که دغه د خسمانې عددونه هلته بل رقم اوسي، په کلکوالي ټول مخ ته ښکاريدونکي اغيزې او ټول جانبي اغيزې پوښل کيږي، کوم چې د محاسبې په طريقې دا ساده کيږي. همدا رنګه د وزن په رانيولو کې غېر دقيقوالی منځ ته راځي، خپله په موادو کې هم، د قوې په محاسبو کې، د پوټنسيال توپير په څېړنه کې او د ساختمان پر مخ وړلو کې. برسېره پر دې دې سره زيان رسونکي يا تاواني اغيزې، کوم چې د وخت په تېريدو کې منځ ته راځي، په کافي اندازه په نظر کې ونيول شي.
دا خو کومه مانا (معنی) نه لري، چې د ستاتکي ساختماني شيانو په ګرنټي باندې زيات اعتماد وشي. زښت ډېر بايد دلته پاملرنه وشي، چې زښت ډېر نه ښکاريدونکي نيمګړتياوې او هم نورې نيمګړتياوې، چې مخه يې نه نيول کيږي، ورباندې اضافه کيږي. دا ډېر ژر خسمانه له منځه وړي.
لاندې ورکړل شوي خسمانې دي چې د فولاد د پاره د DIN 1050 معيار د دريم جدول له مخې ورکړل شوي دي.

خسمانه يا ګرنټي $V = \sigma_F : \text{zul}\ \sigma$

دلته zul σ اجازه ورکړل شوی د پوټنسيال توپير دی.

St 37 $\sigma_F = 2400\ kp/cm^2$ zul $\sigma = 1400\ kp/cm^2$ $v = 1{,}7$
$= 1600\ kp/cm^2$ $v = 1{,}5$
$= 1800\ kp/cm^2$ $v = 1{,}3$

St 52: $\sigma_F = 3600\ kp/cm^2$ zul $\sigma = 2100\ kp/cm^2$ $v = 1{,}7$
$= 2400\ kp/cm^2$ $v = 1{,}5$
$= 2700\ kp/cm^2$ $v = 1{,}3$

دلته σ_F د پوټنسیال توپیر جریان دی. دا د S په نقطه کې د پوټنسیال توپیر دی.
د هوک (1702 – 1635) *Hooke* څخه منځ ته راغلی، چې انبساط د پوټنسیال د توپیر سره متناسب دی.
دا په دې ډول ښودل کیږي:

l د یوې راښکلې میلې اوږدوالی په سانتي متر cm

Δl د میلې په اوږدوالي کې زیاتوالی په سانتي متر cm ، وروسته د هغه نه چې میله تر فشار لاندې راغله، دا بیا د انبساط په نامه ښودل کیږي، چې په دې ډول دی:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$$

د پوټنسیال توپیر په حېث معلوم دی چې:

$$\sigma = P : F$$ کوم چې

P قوه ده چې دې سره میله د راښکنې تر فشار لاندې راځي او

F د عرضاني مقطع مساحت (cm^2).

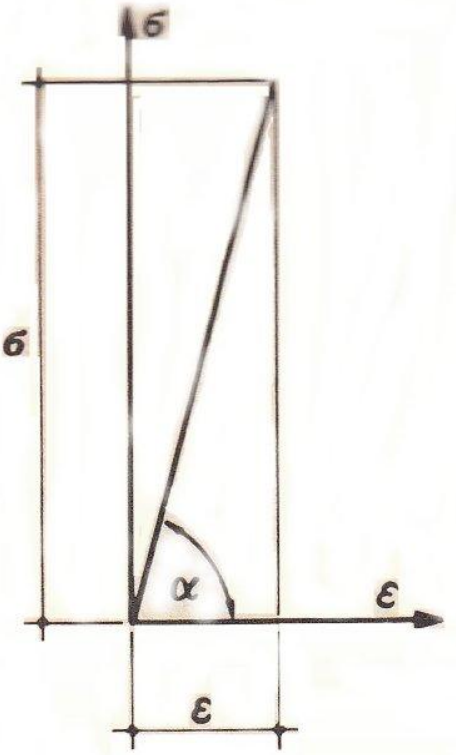
د انبساط او د پوټنسیال د توپیر تر منځ متناسبوالی په دې ډول لیکل کیږي:

$$\sigma = E\ .\ \varepsilon$$

په څه کې چې E د تناسب ضریب دی، د ارتجاعي مودول په حېث هم ښودل کیږي. دا په kp/cm^2 سره ورکول کیږي. E د پوټنسیال توپیر له مخې یو درې اړخه لید دی، مطلب دا چې د یوې سطح په سر مربوطه یوه قوه. دا د تیوري له لحاظه قوه ده، کوم چې ضرور دی، ددې د پاره چې د یوې میلې اوږدوالي ته دوه وارې انبساط ورکړل شي. لکه څنګه چې وویل شول، دغه د پوټنسیال توپیر د تیوري له لحاظه طبعت دی، ځکه چې ډېر پخوا راهیسې د متناسب سرحد څخه اوړي. دلته د هوک د قانون له مخې شکل ته تغیر ورکول کیږي:

$$E = \frac{\delta}{\varepsilon}$$

په لاندې انځور کې د پوټنسیال توپیر او مربوطه انبساط تر منځ د کنج په حېث ارتجاعي مودول ښودل شوی:



ښه نو E د α زاویه د σ او ε تر منځ Tangens جوړوي.

د یو نیم ساختماني موادو د پاره لاندې ارتجاعي مودولونه ورکړل شوي:

د فولادو د پاره	$E_{St} = 2100000\ kp/cm^2$
د نښتر لرګی	
د تارونو سره موازي	$E_{H\,ll} = 100000\ kp/cm^2$
په تارونو باندې عمود	$E_{H\perp} = 3000\ kp/cm^2$
د ډیوالونو د پاره	$E_M = 100000\ kp/cm^2$

مونږ اوس کولای شو چې د دغو دواړو سیمانو د اوږدوالي تغیر وڅېړو، کوم چې په دې کې د مثال په ډول وزن $P = 100$ kp ځوړند دی. د میلې قوت $S = 255$ kp ټاکل شوی. د $F =$ 0,2 cm^2 عرضاني مقطع سره لاس ته راځي:

$$\sigma_Z = 255 : 0{,}2 = 1280\ kp/cm^2$$

که چېرته $\sigma = \varepsilon . E$ وي، نو

او د $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$ سره

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{\sigma}{E} \qquad \Delta l = \frac{\sigma . l}{E}$$

د مزي اوږودوالی l = 6,12 m = 612 cm . نو بیا

ددې د پاره چې دلته مونږ یو اسانه نه هېرېدونکې قیمت ولرو، نو مونږ غواړو چې لاندې ورکړل شوي عددونو نه کار واخلو: σ = 1000 kp/cm^2, l = 10,0 m . بیا نو دا د فولادو د پاره په دې ډول دی:

$\Delta l = \frac{1000 . 1000}{2100000} = 0,40$ cm که دا مکمل عدد ته پورته کړو، نو = 5 mm

که دا په جملو سره ووایو: د لس مترو په اوږودوالي او د یو مېګا پونډ (زر کیلو پونډ) د پوټنسیال توپیر سره یوه فولادي میله د نیم سانتي متر شاوخوا ته انبساط کوي.
همدارنګه د څلورم فصل څخه د دېوالونو د پاره مونږ کولای شو زیات ټکان خوړنه محاسبه کړو. مونږ د ودانۍ په منځ کې دېوال انتخابوو او غواړو چې وټاکو، کوم ډول ټکان خوړنه د تاکاو په دېوال کې منځ ته راځي.

P = 19330 kp

F = 36 . 100 = 3600 cm^2

h = 230 cm

$\sigma = P : F$ = 19330 : 3600 = 5,4 kp/cm^2

$$\Delta l = \frac{5,4 . 230}{100000} = 0,012 \text{ cm} = 0,12 \text{ mm}$$

دغه لګېدنه کومه مانا نه لري.

دولسم فصل

د اولیه موادو په کرېدنې کې د پوټنسیال توپیر Biegespannungen (Bending stresses)

فرضیې او غوښتنې یا شرطونه، کوم چې د کرېدونکي تیوري بنسټ دی، د یو تیر په عرضاني مقطع کې د دغې تیوري په مرستې سره مونږ د پوټنسیال توپیر، او هم د تیر شکل بدلونه محاسبه کړی شو، په لاندې ډول دي:

a) د تیر محور مستقیم دی او هیڅ کوږ نه دی.

b) د پوټنسیال توپیر د انبساط سره برابر تناسب لري (د هوک د قانون له مخې).

c) د کرېدو تر اغیزې لاندې د تیر عرضاني مقطع د کرېدو نه وروسته هم هوار عرضاني مقطع پاتې کیږي. دې څخه دا منځ ته راځي: انبساط یا په کلکه لګېدنه د صفر د لیکې سره متناسبه فاصله لري. د *b* او *c* څخه لاس ته راځي، چې د پوټنسیال توپیر هم داسې چلند لري لکه د صفر د لیکې څخه په نظر کې ځای فاصلې په شان.

په یو کرېدونکي عرضاني مقطع کې ځېښنونکي او راښکونکي تارونه منځ ته راځي. ددې په منځ کې یوه طبقه پرته ده، کوم چې هلته تارونه نه راښکل کیږي او نه ځېښنل کیږي، چې دا د صفر لیکه ده.

d) د باروړونکي لوړوالی نسبت د هغې اوږدوالي ته کم دی.

e) دلته هم د شکل بدلونه وړوکی پاتې کیږي، دا چې په شکل نه بدلونکي سیستم کې د هغې څېړنه پرمخ وړل کېدلی شي.

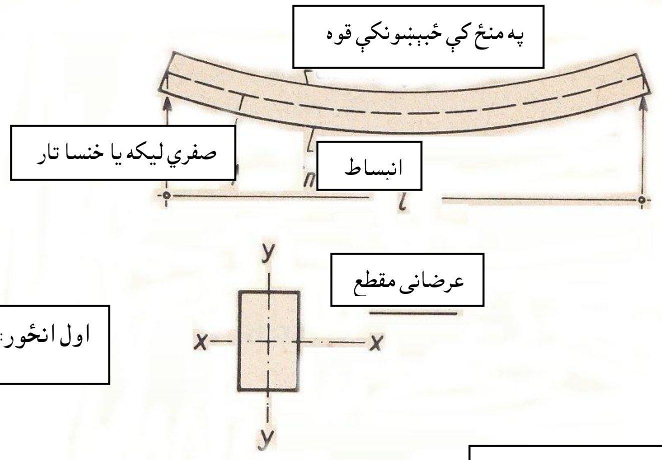
f) عرضاني مقطع د هغې عمودي محور ته متناظر دی. قوې او مومنتونه ټول په برابرې سطح اغیزه کوي. دغه هواره سطح د باروړونکي په اوږدوالي باندې ځي او یو تناظر جوړوي.

g) د ساده کولو د پاره د وزنونو فقط عمودي ترکیبونه څېړل کیږي، دا داسې چې د محوري قوې تقریبي کرېدنه نه، بلکه سوچه کرېدنه منځ ته راځي.

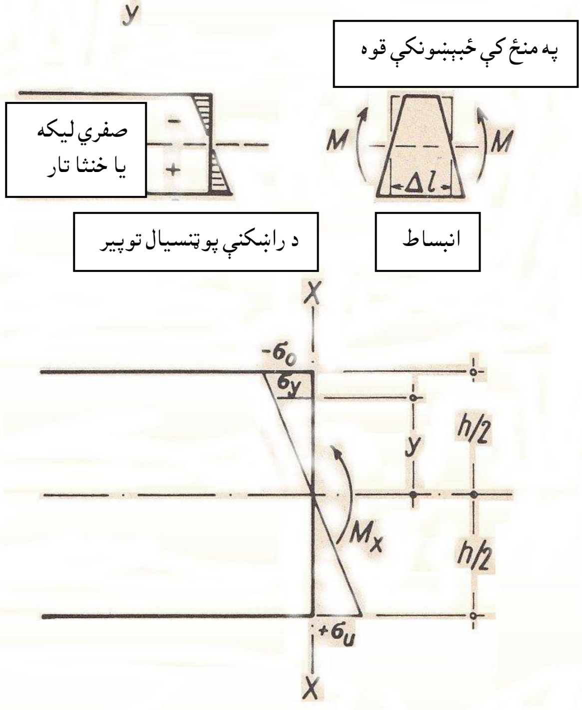
د یو تیر د پاره، کوم چې د هغې عرضاني مقطع یوه جګ ولاړ مستطیل دی، نو په دې حالت کې لومړی مونږ غواړو چې وڅېړو، نو بیا مونږ ته د لاندې ورکړل شوي انځورونو څخه دوهم انځور جوړوي.

بل اخره د یو کرېدونکي تیر د x په ځای کې یوه عرضاني مقطع په نظر کې نیول کیږي:

په دې شرط چې په لاندې دوهم انځور کې هيڅ ظاهري د H قوې منځ ته را نه شي.
د صفري ليکې په سر باندې د پوټنسيال توپير د نتيجې سره يوځای کيږي.



اول انځور: په تير کې د پوټنسيال توپير او شکل بدلونه



M_x = کږېدونکی مومنت (= د مقطع ښي او کيڼ ټولې مومنتونه

σ_o = په پورتني څنډې کې د پوټنسيال توپير

σ_u = په لانديني څنډه کې د پوټنسيال توپير

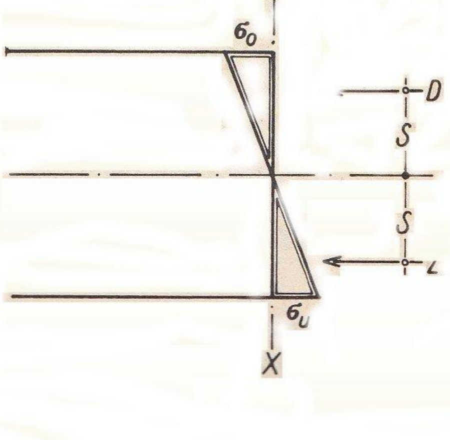
σ_y = د صفري ليکې څخه په y فاصلې کې د پوټنسيال توپير

h = د عرضاني مقطع جګوالی

Y = د صفري ليکې څخه د σ_y پوټنسيال توپير فاصله

b = د عرضاني مقطع پلنوالی

دوهم انځور: د $x - x$ په عرضاني مقطع کې د کږېدو پټنسيال توپير



دريم انځور: په $x - x$ عرضاني مقطع کې داخلي قوو ته د قوو جوړه

$$R_o = \sigma_o \cdot \frac{h}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot b = \frac{1}{4}\sigma_o \cdot h \cdot b$$

دهمدې په شان سړی کولای شي چې د پوټنسیال توپیر سره د صفري لیکې لاندې هم وکړي

$$R_u = \sigma_u \cdot \frac{h}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot b = \frac{1}{4}\sigma_o \cdot h \cdot b$$

R_o په څرګند ډول یوه فشاري قوه ده. مونږ دا په دې ډول لیکو:

$$R_o = D = \frac{1}{4}\,\sigma_o \cdot h \cdot b$$

او په همدې ډول R_u یوه راښکونکې قوه ده. نو ځکه

$$R_u = Z = \frac{1}{4}\,\sigma_u \cdot h \cdot b$$

د دغې نتیجې متجاوزه نقطه د صفري لیکې څخه په لاندې فاصلې کې واقع ده:

د $\sum H = 0$ غوښتنې یا شرط سره $D = Z$ منځ ته راځي، چې دلته افقي، بیروني قوې وجود نه لري. د $\sum M = 0$ غوښتنې یا شرط سره بیا هم په لاس راځي:

$$D = Z \text{ او دلته } - M_x - D \cdot s - Z \cdot s = 0$$

$$- M_x - D \cdot s - D \cdot s = 0$$

دلته د منفي علامو څخه مطلب دادی، چې د D او Z قوې اصلاً متقابل جهت ته ورکړل شوي دي.

$$M_x = 2 \cdot s \cdot D \text{ او دلته}$$

$$M_x = 2\,\frac{h}{3} \cdot D \qquad s = \frac{2}{3} \cdot \frac{h}{2} = \frac{h}{3}$$

او دلته

$$M_x = 2\,\frac{h}{3}\,\frac{1}{4}\,\sigma_o \cdot h \cdot b \qquad D = \frac{1}{4}\,\sigma_o \cdot h \cdot b$$

$$M_x = \sigma_o\,\frac{h^2 \cdot b}{6}$$

دې سره مونږ د یو مستطیل عرضاني مقطع په پورتني تارونو کې د پوټنسیال توپیر او د کږېدونکي مومنت تر منځ یوه ساده اړیکه لرو. خپله دې ته مونږ کولای شو چې د دغې اړیکې سره د بیروني فشار، کوم چې دا په کږېدونکي مومنت کې ښودل کیږي او په بیروني تارونو کې د پوټنسیال توپیر تر منځ قناعت وشي. خو مونږ غواړو چې نور لږ څه شکل بدلونو باندې کار وکړو:

په بیروني تارونو کې $h/2$ ته د پوټنسیال توپیر داسې چلند کوي لکه د σ_y د پوټنسیال توپیر y ته. دا داسې:

$\sigma_o : h/2 = \sigma_y : y$ یا

$$\sigma_o = \frac{\sigma_y . h}{y . 2}$$

د M_x او σ_o تر منځ په مساوات کې ورکړل شوي قیمت څخه لاس ته راځي:

$$M_x = \frac{\sigma_y . h}{2 . y} \cdot \frac{b . h^2}{6}$$

دغه فرمول په بل ډول لیکو

$$M_x = \sigma_y \cdot \frac{b . h^3}{12} \cdot \frac{1}{y}$$

ښودنه (اظهار): د $\frac{b . h^2}{12}$ فقط هغه برخې لري، کوم چې فقط په پام کې نیول شوي عرضاني مقطع پورې تړلي وي. دې ته سرې د I مومنت عطالت اظهارونه وایي. د مستطیل عرضاني مقطع د پاره مونږ دا ډول خبرنه لرو، چې دغه د عطالت مومنت په دې ډول دی:

$$I = \frac{b . h^3}{12}$$

نو بیا زمونږه اړیکه په دې ډول ده:

$\sigma_y = M_x \cdot \frac{1}{I} \cdot y$ او $M_x = \sigma_y \cdot I \cdot \frac{1}{y}$

د څنډې پوټنسیال توپیر σ_o د پاره $y = \frac{h}{2}$ دی. مطلب دا چې:

$$\sigma_y = \sigma_o = M_x \frac{1}{I} \frac{h}{2}$$

په دې کې $\frac{h}{2 . I} = \frac{1}{I} \cdot \frac{h}{2}$ دی

د $\frac{2\,I}{h}$ د پاره سرې د مومنت مقاومت W وايي. دغه د مومنت مقاومت دلته د عمودي عرضاني مقطع د پاره په دې ډول دی:

سره په دې ډول دی: $I = \frac{b\,.h^3}{12}$ او په عمودي عرضاني مقطع کې د $W = \frac{\frac{I}{h}}{2} = \frac{2\,I}{h}$

$$W = \frac{2\,.b\,.h^3}{12\,.h} = \frac{b\,.h^2}{6}$$

دې سره په لاس راځي:

$$\sigma_o = \frac{M\ [\mathrm{kp\ .cm}]}{W\ [cm^3]} \qquad = [kp/cm^2]$$

دا په يوې عرضاني مقطع کې د لوړ پوټنسيال توپير د محاسبې فرمول دی. برسېره پر دې دلته افقي محور ته متناظر اوسېدو په وجه په پورتني او ښکتني څنډو کې د پوټنسيال توپير برابر دي، په دې ډول:

$$\sigma_o = \sigma_u = \frac{M}{W}$$

دا په يوې محاسبې کې په ثبوت رسول کيږي، چې σ_o او σ_u د اجازه ورکړل شوي σ zul حد څخه وانه وړي (تجاوز ونه کړي). د اجازه ورکړل شوي σ zul د معلوم لويوالي سره معکوساً په فرمول کې ورکوو، دا داسې دی:

$$\mathrm{erf}\ W = \frac{vorh\ M_x}{\mathrm{zul}\ \sigma}$$

په دې فرمول کې:

erf W لازمي د مومنت مقاومت،

vorh M_x مخکينی کړېدونکی مومنت او

zul σ اجازه ورکړل شوی د پوټنسيال توپير دي.

که بې د يوې شېبې نه مونږ د مومنت عطالت او د مومنت مقاومت ته نږدې ولاړ شو، نو غواړو چې يو مثال راوړو، چې دې د پاره د يو چت بارووړونکی د دريم فصل د دفترونو د پاره ودانۍ څخه اخلو.

مونږ منو، چې د (لومړي ځای) ښودنې لاندې د باروړونکو تر منځ کلک شوي د چتونو تختې تياره په ثبوت رسېدلي اوسي، داسې چې په دوهم ځای کې د چت بارووړونکی ونيول شي. نو دا بيا د ستاتکي محاسبې له مخې په دا ډول ښکاري:

دوهم ځای (2 Pos.) د چت بارورونکی

اوږدوالی $l = 7{,}0$ m

د وزن تر اغیزې لاندې پلنوالی $b = 3{,}50$ m

فشار:

$3{,}50 \,.\, 745 = 2608$ kp/m د اول ځای څخه (745 د دریم فصل څخه اخستل شوی)

$= 252$ kp/m خپل وزن او په سر یې نور

$q = 2860$ kp/m مجموعه

د بارنیونکو ځایونو قوې:

$A = B = 0{,}5 \,.\, 7{,}0 \,.\, 2860 = 10010$ kp

کږېدونکي مومنتونه:

$$\max M = q\frac{l^2}{8} = 2860\;\frac{7{,}0^2}{8} = 17518 \text{ kpm}$$

درې اړخیز: د St 37 فولاد

$\text{Zul}\ \sigma = 1600$ kp/cm^2 اجازه ورکړل شوی د پوټنسیال توپیر

دلته د بارورونکي پورتنۍ پټې د اهن کانکریټي چت په واسطه ډډې ته کېدو څخه ساتي.

$$\text{erf } W = \frac{1751800}{1600} = 1096 \text{ cm}^3$$

لاندې ورکړل شوي عرضاني مقطع انتخاب شوي:

I 360 $W_x = 1090$ cm^3 $g = 76{,}1$ kp/m
$\max \sigma = 1751800 : 1090 \approx 1{,}60$ Mp/cm^2

IPB $W_x = 1150$ cm^3 $g = 93{,}0$ kp/m
$\max \sigma = 1751800 : 1150 \approx 1{,}52$ Mp/cm^2

IPBl 300 $W_x = 1260$ cm^3 $g = 88{,}3$ kp/m
($h = 290$ mm) $\max \sigma = 1751800 : 1260 = 1{,}39$ Mp/cm^2

IPBv 220 $W_x = 1220$ cm^3 $g = 117$ kp/m
($h = 240$ mm) $\max \sigma = 1751800 : 1220 = 1{,}43$ Mp/cm^2

IPE 400 $W_x = 1160$ cm^3 $g = 66{,}3$ kp/m
$\max \sigma = 1751800 : 1160 = 1{,}51$ Mp/cm^2

په یو صحیح ستاتکي محاسبې حالت کې د پورته ورکړل شوي لست څخه فقط یوه اندازه ده.
دلته باید وښودل شي، چې د هدف د پاره کوښښ په مختلفو ډولونو سره لاس ته راوړل کېدی شي.
پورته ورکړل شوي اندازې د یو جدول څخه اخستل شوي دي، کوم چې په دې کې ستاتکي اندازې موجودې دي. نو داسې په هیڅ وجه د فولادو څخه په ودانۍ کې هوار پروفیلو ته ضرورت نه شته او یا څرګنده (معلوم) عرضاني مقطعې د لرګو څخه په ودانۍ کې هر وار محاسبه شي.
مونږ د دغې یوځای کولو څخه ګورو، چې ټیټ ترین باروړونکی (IPBv 220) د h = 220 mm سره لوړترین وزن ته ضرورت دی، کله چې د لوړترین باروړونکي (IPE 400) د ټولو نه سپک اوسي. د فشار په مانا د وزن د پاره دا وړوکی دی نظر رانیول شوو یا په ښه اخستل شوو فولادو اندازو ته.
پورته ورکړل شوي نښې عبارت دي له:

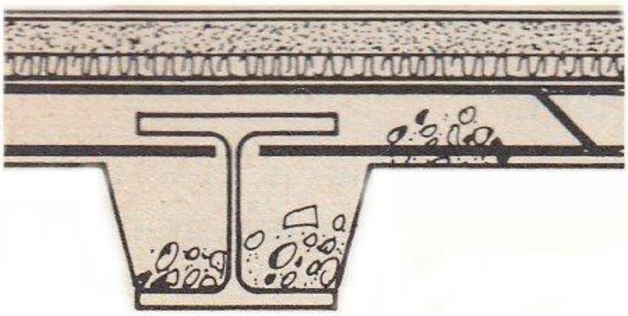
I پخوانی او هم د نورمال پروفیل په حېث (NP) ښودل کیږي.
IPB پخوانی او هم د Peiner[10] پروفیل (IP) په حېث ښودل کیږي. تر 300 mm پورې لوړ د سر لولې پلنوالی بیا هم مساوي لوړوالی لري. د 300 mm څخه پورته لوړوالي سره مخ په پورته د سر لولې پلنوالی په 300 mm کې پاتې کیږي.
IPBl د IPB ساده وینا. د باروړونکي لوړوالی کم دې نظر د پروفیل نمرې ته.
IPBv د IPB قوي شوی وینا. د باروړونکي لوړوالی زیات دې نظر د پروفیل نمرې ته.
IPE د I باروړونکي منځنی (متوسط) پلنوالی، چې اروپایي پروفیل هم نومول کیږي.

لکه څنګه چې وویل شول ددې په برخه کې ویناوي په جدول کې وجود لري. د هر سمبول شاته ورکړل شوي نمرې، د مثال په ډول I 360 یا IPB 260 د باروړونکي لوړوالی ښایي. په IPl پروفیل کې بیا هم د باروړونکي لوړوالی لږ څه کم ښایي او په IPv پروفیل کې لږ څه زیات ښایي.
دلته د پروفیل په حېث باید IPBl 300 د 290 mm د باروړونکي لوړوالي سره انتخاب شي، او هغه هم په دې وجه، څکه چې دا د منځ ته راتلونکو وزنونو په مقایسه ټیټ پروفیل دی. د دغه ساختمان قېمت ته باید سړی پام ونیسي، چې جګ باروړونکي د قېمت له لحاظه مناسب

[10] Peiner = دا په المان کې د فولادي باروړنکو جوړولو شرکت دی.

وي، په مجموع کې ودانۍ هغه وخت ګرانیږي، کله چې دې سره د منزلونو لوړوالي لوی شي. بیا نو دې سره د ساختمان حجم هم لوړیږي. دا یو غولونکی منل دي، چې د یو غټ ساختماني جګوالي له مخې د ټولې ودانۍ قیمت څخه فقط یوه برخې ته راجع شي. سړی فکر کوي، چې د مثال په ډول د ودانۍ مخونه یا فاساد په مساحت کې زیاتیږي. او همدارنګه د لیفت د پاره ډغوله (تش ځای). اکثراً باید زینې هم د زیات جګوالي په وجه اوږدې شي. دا طبعي ده چې په لوړپوړو ودانیو کې د باد د فشار په زیاتېدو په لوړې ودانۍ زښت زیات پام یو رول لوبوي. په مجموع کې دې څخه معلومیږي، چې د ساختماني تنظیم له مخې یو لوړترین (maximal) جګوالی د ټولې ودانۍ د پاره امر شوی اوسي.

لاندې ورکړل شوی انځور د باروړونکي په منځ کې د اهن کانکریت څخه د چت تخته ښايي:



که ټیټ ترین پروفیل انتخاب شو، هغه دا چې IPBv 220 د h = 24 cm سره، نو داسې کېدی شي چې د ټول ساختمان جګوالی د 7,0 cm شاو خوا ته ټیټ شی، خو یوائې د چت باروړونکو د پاره، چې

117 – 88,3 = 28,7 kp/m

د وزن د پاره ډېر ارزښت لري. دا % 32 کیږي.

د لوړترین پروفیل سره، IPE 400 ته مکمل چت د 11,0 cm شاوخوا لوړیږي، خو خپله د چت باروړونکی د

88,3 – 66,3 = 22,0 kp/m

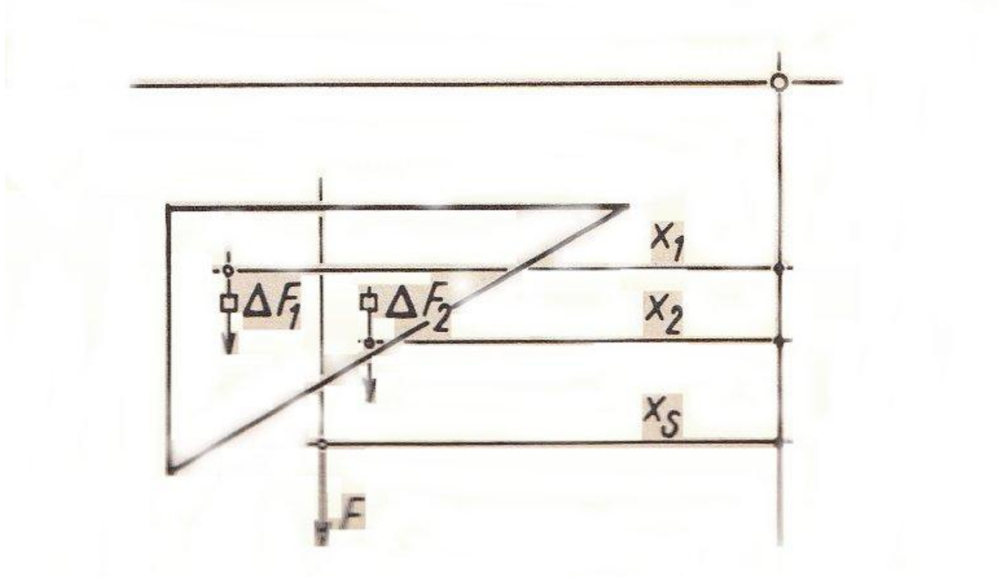
په اندازه او یا د % 25 شاوخوا سپک کیږي.

د دغه انتخاب شوي پروفیلونو سره مونږ دغه دواړه تر ډېره حده په منځ کې ورکوو.

مونږ د مستطیل د خاصو او عادي حالاتو د پاره د عطالت او د مقاومت په مومنتونو پوه شولو. د تناظر په اساس د پوټنسیال توپیر د صفري لیکه د عرضاني مقطع د ثقل په ټکي

واقع دی. ددې د تکمیلولو د پاره دلته مونږ غواړو چې نورې څېړنې وکړو، چې ایا په سوچه کږېدنې کې تل، مطلب دا چې د افقي د ثقل محور د پاره غېر متناظر د پروفیل عرضاني مقطع، وجه ده یا علت دی. دې سره لومړی مونږ باید د ثقل د نقطې د مفهوم سره پوره معلومات تر لاسه کړو.

په لاندې انځور کې د یوې سطح اصلي لیکې د برخه یي قوو د نتیجې اغیزه لروني لیکو په حېث ښودل شوي:



سړی په یوې سطح F کې د هرې سطح برخو ΔF د یو کتلې ځای نیولو سره فکر وکړي، دا داسې چې د سطح هره برخه د ځمکې څخه راښکل کیږي. اوس نو د برخه یي سطحو په واسطه ښودل شوي د قوو برخو د پاره د ستاتیک د معلومداره قانون له مخې یو حقیقي شکل جوړوي. د هغې لویوالی د قوو د برخو مجموعي سره برابر دی او د هغې حالت باید په دې ډول وي، چې د نتیجې په وجه همدې په شان اغیزه لاس ته راځي، لکه د ځان ځان ته قوو په شان هم. ددې مطلب دادی، چې د ځان ځان ته د سطحو د مومنتونو مجموعه باید برابر اوسي نظر د مجموعي سطحو مومنت پورې مربوطه د هر خپلې خوښې مربوطه نقطې ته. دا په دې ډول:

$$F \,.\, x_s = \sum \Delta F \,.\, x$$

که دقیق وویل شي د y جهت د پاره:

$$F \,.\, y_s = \sum \Delta F \,.\, y$$

ددې څخه د ثقل د نقطې فاصلې د مربوطه نقطو څخه نتیجه تر لاسه کیږي، مطلب دا چې د اړم د لاستي نتیجې:

$$y_s = \frac{\Sigma\Delta F .y}{F} \text{ او } X_s = \frac{\Sigma\Delta F .x}{F}$$

که اوس نو سړی دا ډول یوه سطح د هغې د ثقل په نقطې کې وځړوي، دا په هرې خپلې خوښې حالت کې بې تغیره پاتې کیږي: دا په برابر حالت (توازن) کې دی. د ثقل نقطې د پاره د مربوطه ټکي په حیث د اړم لاستی نتیجې ته د صفر سره برابر دی، چې دلته نتیجه د ثقل د ټکي له لارې ځي. د دغې مربوطه ټکي د پاره اعتبار لري، چې د ټولو کینڼ او ښي خوا ته څرخېدونکي مومنتونو مجموعه د سطحو د برخو ښودلو په واسطه ځان ځان ته قوې باید صفر اوسي. دغه مساوات په دې ډول دی:

$$F \,.\, y_s = \sum\Delta F \,.\, y \text{ او } F \,.\, x_s = \sum\Delta F \,.\, x$$

که دلته $x_s = 0$ او $y_s = 0$ اوسي، نو:

$$\sum\Delta F \,.\, y = 0 \text{ او } \sum\Delta F \,.\, x = 0$$

دا په جملو کې په دې ډول دی، چې د ټولو سطحي برخو د مومنتونو مجموعه د ثقل محور پورې مربوطه صفر دی.

د برابر وزن شرط یا غوښتنې $\sum H = 0$ څخه مونږ کولای شو چې منشأ واخلو:

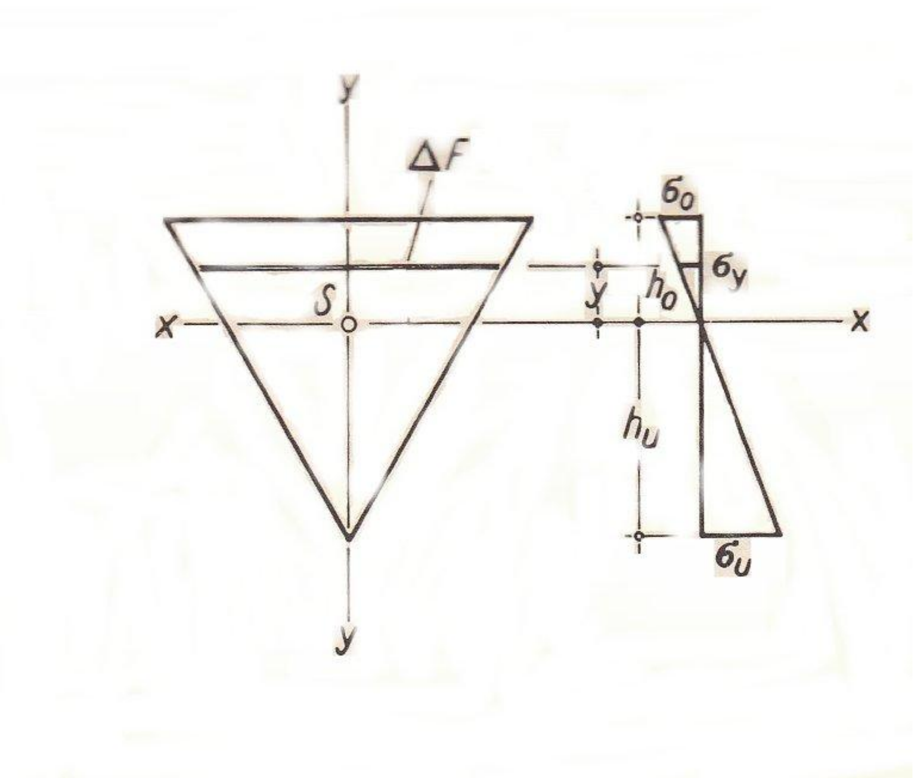
$$D = - Z$$

مونږ کولای شو چې دا په دې ډول هم ولیکو

$$D + Z = 0$$

مطلب دا چې د ټولو داخلي د پوټنسیال توپیرونو مجموعه د صفر سره برابره ده. مونږ لاندې عرضاني مقطع په نظر کې نیسو:

په لاندې انځور کې خنثی محور د یوې عرضاني مقطع د ثقل نقطې څخه تیریږي، ښودل شوی:



دلته S د ثقل ټکی (نقطه) دی

د سطحي برخو ΔF د پاره په دې ډول دی:

$$\Delta F\ .\ \sigma_y = \Delta F \sigma_o\ .\ \frac{y}{h_o}$$

مطلب دا چې په دغه وړو برخو کې داخلي قوې نه جوړیږي. نو بیا دلته د $D + Z = 0$ د پاره

$$\sum \Delta F\ .\ \sigma_y = \frac{\sigma_o}{h_o}\ \Sigma \Delta F\ .\ y = 0$$

په کوم چې د ټولو سطحو وړو وړو برخو مجموعه پورتني او ښکتني د صفري لیکې سره تړي. دغه ښودنه (اظهار) کېدی شي چې فقط په هغه وخت کې صفر شي، کله چې دغه ښودنه د مجموعي نښې لاندې صفر اوسي. ددې مطلب دا دی:

$$\sum \Delta F\ .\ y = 0$$

دا د ثقل محورونو پورې مربوطه د عرضاني مقطع د ټولو سطحو د وړو وړو برخو مومنت د پاره ښودنه ده.

دې څخه دا مطلب دی: د سوچه کرېدنې څخه د پوټنسيال توپير صفري ليکې مساوي دي دکوږ شوي ميلې د ثقلي محور سره. دغه ليکې سرې د کرېدونکي ليکو په نامه هم ښودلی شي.

دیارلسم فصل

د عطالت او مقاومت مومنتونه Trägheits- und Widerstandsmomente (inertia and resisting moments)

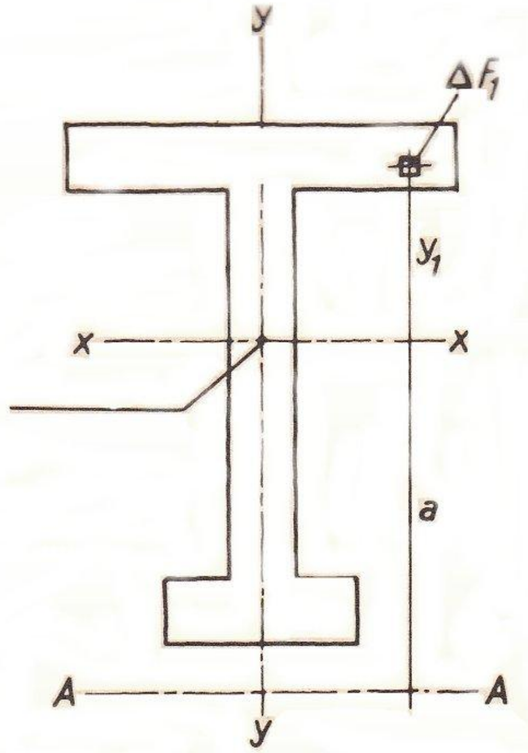
په دولسم فصل کې مونږ د عطالت او مقاومت مومنت د یو مستطیل معمولي عرضاني مقطع د پاره وټاکل. د مغلقو عرضاني مقطعو د پاره، د مثال په ډول د یو دوه سره (ډبل) T پروفیل د پاره د عطالت او مقاومت مومنت ټاکنه دومره اسانه نه ده لکه د مستطیل عرضاني مقطع په شان. په خاصه توګه دا په هغه وخت کې اعتبار لري، کله چې ددې عرضاني مقطعې متناظر نه وي. په مجموع کې مونږ بیا هم دا کار پرېښود، چې د داډول عرضاني مقطع د پاره اندازې وڅېړو. لکه څنګه چې وویل شو، چې دا سړی په جدول کې ترتیب شوي پېدا کولای شي. عمومي تفاهم د پاره څکه باید مونږ دلته بیا هم لږ څه وړاندې پورته ولاړ شو.

د عطالت مومنت سره مونږ په دولسم فصل کې د cm^4 څلورو خواوو وپېژندل. سړی دا د دوهم تنظیم د سطحي مومنت په حېث هم ښودلی شي. دلته محوري، قطبي او د مرکز نه تښتېدونکي عطالت مومنتونه وجود لري. مونږ دلته خپل ځان فقط د محوري عطالت مومنت سره مشغولوو، مطلب دا چې د یو محور پورې مربوطه د دوهم تنظیم د سطحي مومنت سره.

په دولسم فصل کې څېړل شوی عطالت مومنت د مستطیل عرضاني مقطع د پاره یو دا ډول محوري عطالت مومنت دی.

دغه محوري عطالت مومنت مساوي دی د ټولو سطحو وړو وړو برخو مجموعه ضرب د یوې اخستل شوي محور ته د هغې د فاصلې مربع سره.

په لاندې انځور کې ښودل شوی، چې د یو عرضاني مقطع عمومي محورونه د ثقل نقطې څخه تېرېږي:



په خاصه توګه مونږ د عطالت مومنت سره علاقه لرو، کوم چې د یو ثقل نقطې څخه تېرېدونکي لیکو پورې اړه لري، لکه څنګه چې مونږ ولیدل، د پوټنسیال توپیر صفري لیکې د یو ثقلي محور سره یوځای کیږي. د ثقلي نقطو څخه تېرېدونکي د ډېرو ثقلي محورونو څخه دوه په خاصه توګه ښودل شوي، کوم چې د هغې د پاره د عطالت مومنت د یو محور پورې مربوطه لویترین او د بل محور پورې مربوطه وړوکی ترین اندازه منل کیږي. دغه محورونه په عرضاني مقطع کې د عمومي محورونو په حېث ښودل کیږي. دا یو پر بل عمودي واقع دي. په متناظرو عرضاني مقطعو کې دغه عمومي محورونه مساوي دي د عرضاني مقطع تناظر سره. دغه د عمومي محور پورې مربوطه د عطالت مومنتونه د عمومي عطالت مومنتونو په حېث ښودل کیږي. دا په دې ډول چې I_x د عمومي محور $x - x$ پورې مربوطه عمومي عطالت مومنت دی، او I_y د عمومي محور $y - y$ پورې مربوطه د عمومي عطالت مومنت دی. د پورته تشریحاتو نه وروسته د محورونو د پاره د عطالت مومنت په دې ډول دی:

$$I_y = \sum\Delta F \,.\, x^2 \quad \text{او} \quad I_x = \sum\Delta F \,.\, y^2$$

دا په تمامي حساب (اینتیګرال) (Integralrechnung) سره په دې ډول ښودل کیږي:

$$I_y = \int x^2 dF \quad \text{او} \quad I_x = \int y^2 dF$$

مونږ د فرمولونو څخه ګورو، چې فقط په هغه وخت کې دوه د عطالت مومنتونه جمع کېدی شوي، کله چې هغه په ګډه د ثقل محور او یا په ګډه نیول شوی محور ولري. که چېرته دغه ممکن نه وي، نو باید دغه د عطالت مومنت اول په ګډه نیول شوي محور، مطلب دا چې پر یو بل محور د خپل ثقل محور په حېث، ونیول شي. مونږ غواړو چې دا په لاندې عمومي فرمول کې یو وار په کار واچوو او د عطالت مومنت د $x - x$ د ثقل په محور نه، بلکه د $A - A$ په نیول شوي محور باندې وښودل شي. نو بیا د I_x د $I_x = \sum \Delta F \,.\, y^2$ غوندی نه، بلکه:

$$I_A = \sum \Delta F \,.\, (a \pm y)^2 = \sum \Delta F \,(a^2 \pm 2ay + y^2) =$$

$$= a^2 \sum \Delta F \pm 2a \sum \Delta F \,.\, y + \sum \Delta F \,.\, y^2$$

په دې کې $I_x = \sum \Delta F \,.\, y^2$ د $x - x$ محور پورې مربوطه د عطالت مومنت دی. دلته د $2a \sum \Delta F \,.\, y$ جمع صفر کېږي، په دې چې $\sum \Delta F \,.\, y$ د سطح د وړو وړو برخو مجموعي مومنت په حېث د ثقل محور شاوخوا ته صفر دی.

برسبېره پر دې

$$a^2 \,.\, \sum \Delta F = a^2 \,.\, F$$

دې سره محاسبه په دې ډول کېږي:

$$I_A = I_x + a^2 \,.\, F$$

دلته باید د عرضاني مقطع د عطالت مومنت ته د هغې د مساحت څخه نور محصول او د هغې ثقلي نقطې او د نوی نیول شوي محور تر منځ د فاصلې مربع جمع کېږي. د دغه مساوات څخه ـ چې د شتاینېریش قانون (Steinerscher Satz[11]) په نوم هم یادېږي، برسبېره پردې تعقیبېږي، چې د یو ثقلي محور پورې مربوطه د عطالت مومنت وړوکی دی نظر نورو هر یو د ثقل محور ته موازي لیکو پورې مربوطه د عطالت مومنت ته. بیا نو

$$I_x = I_A - a^2 F$$

که چېرته د عطالت مومنت علاوه د نورو نه، نه جمع کېدونکی وي، نو بیا په هیڅ وخت کې د مقاومت مومنتونو ته اجازه نه شته چې ځان ځان ته د مختلفو جګو برخو څخه یوځای شوي عرضاني مقطع جمع شي. او په هغه صورت کې بیا هم نه، کله چې د دغو برخو د ثقل محورونه ونړېږي. دا باید په اوله کې زښت ډېر د ځانګړو عطالت مومنتونو مجموعه د *Steinersche* قانون په اساس جوړه شي. نو بیا سړی کولای شي، چې د مقاومت مومنت جوړ کړي، په کوم

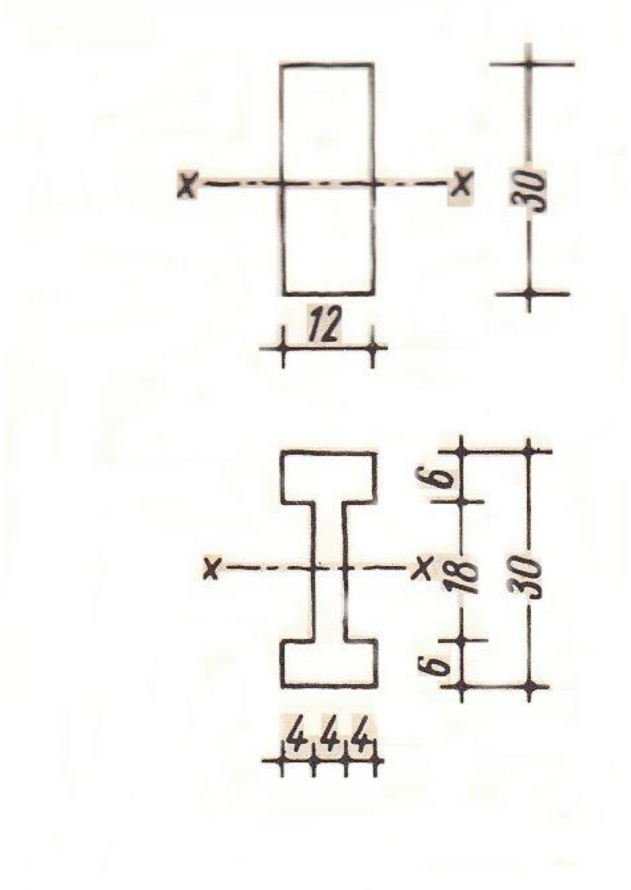
---

[11]) Steinersche Satz – دا د Jakob Steiner چې د سویس یو ریاضي پوه وو، ده د یو کلک جسم د عطالت مومنت د موازي پورې وهنه د څرخېدونکي محور د پاره محاسبه کړې.

کې چې سرې ټول د عطالت مومنت د صفري ليکې د څنډو تارونو په فاصلې باندې تقسيم کړي.
لاندې مثالونه کولای شي چې د عطالت د مومنت څېړنه واضح کړي. په دولسم فصل کې مونږ وليدل، چې د يو جګ ولاړ د مستطيل عطالت مومنت د افقي ثقلي محورونو $x - x$ پورې مربوطه لاندې اندازې اخستل کيږي:

$$I_x = \frac{b\,.h^3}{12}$$

په لاندې انځور کې جګ ولاړ مستطيل او دوه سره (ډبل) T عرضاني مقطع ښودل شوی:



د مستطيل د پاره په دې ډول دی:

$B = 12$ cm $h = 30$ cm $F = 12\ .\ 30 = 360$ cm^2

$$I_x = \frac{1}{12}\ 12\,.\,30^3 = 27000\ \text{cm}^4$$

$$W_x = \frac{I}{h/2} = 27000 : 15 = 1800\ \text{cm}^3$$

د دوه سره (ډبل) T عرضاني مقطع د پاره په دې ډول دی:

F = 12 . 30 – 2 . 4 . 18 = 360 – 144 = 216 cm

360 cm^2 د = 60 %

$I_x = \frac{1}{12}\ 12 \,.\, 30^3 - \frac{1}{12}\ 8 \,.\, 18^3$

= 27000 – 3900 = 23100 cm^4

27000 cm^4 د = 86 %

$W_x = \frac{I}{h/2} = 23100 : 15 = 1540\ cm^3$

1800 cm^3 د = 86 %

دلته د پوښ ورکړل شوي مستطيل د مکمل عرضاني مقطع دواړو برخو مساحت ويستل کيږي، داسې چې د يو دوه سره (ډبل) T عرضاني مقطع منځ ته راځي. دا چې د ويستل شوي برخو مساحت يو ډول دثقل نقطه لري لکه د مکمل مساحت په شان، نو کېدی شي بې د کوم جنجاله هم منفي کوونه اجرأ شي.

دلته بايد علاوه ددې نه د دوه سره (ډبل) T عرضاني مقطع اهميت وښودل شي. فقط په 60% سطح کې د مکمل عرضاني مقطع په همدې جګوالي کې د عطالت مومنت لا هم 86% دوه سره (ډبل) T عرضاني مقطع لري. دا هم په مطلب رسيږي، چې دلته په ښکاره ډول د هغې د سطحې وړې برخې اکثراً د عطالت مومنت کې منځ ته راځي، کوم چې هغه د ثقل محور ته لويه فاصله لري. په کوم وخت کې چې په دوه وارې فاصله کې دغه برخه څلور واره کيږي، په درې واره فاصله کې نه وارې او همداسې نور، بيا نو دغه فاصله په محاسبه کې په مربع سره مخکې وړل کيږي.

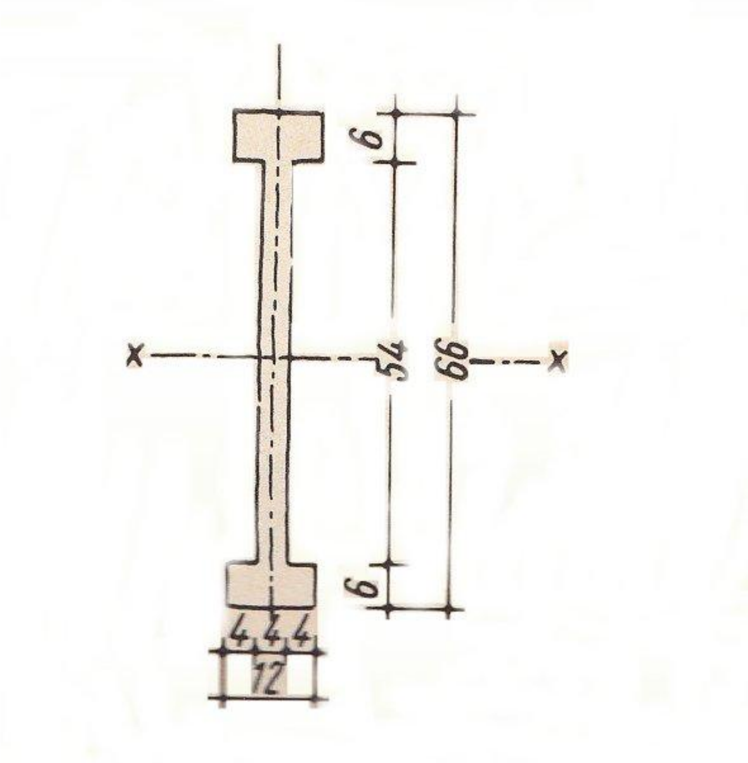
د لا واضح کولو د پاره مونږ غواړو چې د دوه سره (ډبل) T عرضاني مقطع وڅيړو، دا په دې ډول، که چېرته مونږ ددې منځنۍ برخه يا پټلۍ نور اوږود کړو، چې مکمل د نوي دوه سره T عرضاني مقطعې مساحت بيا 360 cm^2 شي، مطلب دا چې د مکمل عرضاني مقطع سطح لري.

F = 2 . 12 . 6 + 54 . 4 = 144,0 + 216,0 = 360 cm^2

$I_x = \frac{1}{12}\ 12 \,.\, 66^3 - \frac{1}{12}\ 8 \,.\, 54^3 = 287500 - 105000 = 182500\ cm^4$

W_x = 182500 : 33 ≈ 5530 cm^3

په لاندې انځور کې د دوه سره T عرضاني مقطع په مساوي سطح کې لکه د مکمل عرضاني مقطع په مساوی پلنوالي کې ښودل شوی:



دا د درې وارو څخه زيات دی نظر په همدې ډول مساحت کې د مکمل عرضاني مقطع ته.
اوس نو مونږ لا زيات غواړو چې د يو ترکيب شوي عرضاني مقطع وڅېړو، په کوم کې چې د ثقلي محور حالت په اوله کې بايد محاسبوي وڅېړل شي.

$F_o = 2 \,.\, 6 \,.\, 12 = 144 \text{ cm}^2$
$F_u = 2 \,.\, 6 \,.\, 6 = 72 \text{ cm}^2$
$F_{st} = 4 \,.\, 60 = 240 \text{ cm}^2$

$\sum F = 456 \text{ cm}^2$

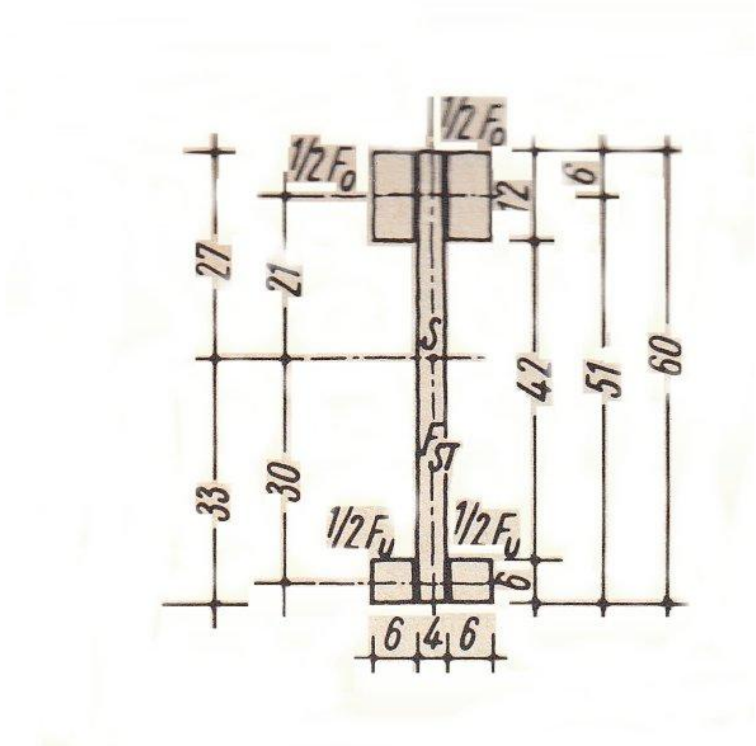
د لانديني څنډې د ثقل د نقطې فاصله په دې ډول دی:

$$X_s = \frac{144\,.54 + 72\,.3 + 240\,.30}{144 + 72 + 240} =$$

$$= \frac{7776 + 216 + 7200}{456} =$$

$$= \frac{15192}{456} \approx 33,0\ m$$

لاندې انځور د عطالت مومنت په یو غیر تناظر عرضاني مقطع کې څېړنه ښايي:



د پورتني محاسبې له مخې په دې ډول دی:

$$I = \frac{1}{12}\ 12 \, . \, 12^3 = 1728\ \text{cm}^4$$

$$+\ 144 \, . \, 21^2 = 63504\ \text{cm}^4$$

$$+ \frac{1}{12}\ 12 \, . \, 6^3 = 216\ \text{cm}^4$$

$$+\ 72 \, . \, 30^2 = 64800\ \text{cm}^4$$

$$+ \frac{1}{12}\ .4 \, . \, 60^3 = 72000\ \text{cm}^4$$

$$+\ 240 \, . \, 3^2 = 2160\ \text{cm}^4$$

$$= 204408\ \text{cm}^4$$

اول، دریم او پنځم اندازې یا قېمتونه د خپل عطالت مومنتونه دي، او هر ځل نېغ په نېغه (مستقیماً) دې نه وروسته راتلونکي اندازې یا قېمتونه د Steinersche قانون له مخې د F . a^2 برخې دي.

دلته د دواړو څنډو تارونو ته لا زیاتې مختلفې فاصلې دي. ددې څخه دوه د مقاومت مومنتونه جوړیږي:

$W_{xo} = 204408 : 27 \approx 7600 \text{ cm}^3$ د سرني څنډې یا غاړې د پاره

$W_{xu} = 204408 : 33 \approx 6200 \text{ cm}^3$ د لاندیني څنډې یا غاړې د پاره

که چېرته سرې دوه مستطیلي عرضاني مقطع د مثال په ډول د لرګو څخه ځان ځان ته یو پر بل باندې ورکړی شي، بیا نو د دغو دواړو د لرګو تیرونه هر یو ځان ته په منځ کې کګیږي.

که د هر یو تیر د پاره د عطالت مومنت د I_1 سره اوسي، نو بیا مجموعي د عطالت مومنت په دې ډول دی:

$$I = 2 . I_1$$

سرې هیڅ تر لاسه کولای نه شي، کله چې دا دواړه تیرونه یو بل ته نږدې پراته وي. په اوله کې که چېرته د یو پورې وهنې په مقابل کې ټینګ دواړو تیرونو په منځ کې ارتباط ته پاملرنه وشي، نو سرې ډېر تر لاسه کولای شي. بیا نو دغه دواړه تیرونه لکه د همجنس مجموعي عرضاني مقطع په حېث چلند کوي.

د مجموعي عرضاني مقطع لوړوالی د $2\ h_1$ څخه زیات دی.

$$I = \frac{b\ .\ (2\ h_1)^2}{12} = \frac{8\ b\ .\ h_1^3}{12} = 8\ .\ I_1$$

$$W = 8\ \frac{b\ .h_1^3}{12}\ .\frac{2}{2\ h_1} = 4\ \frac{(b\ .h_1)^2}{6} = 4\ .\ W_1$$

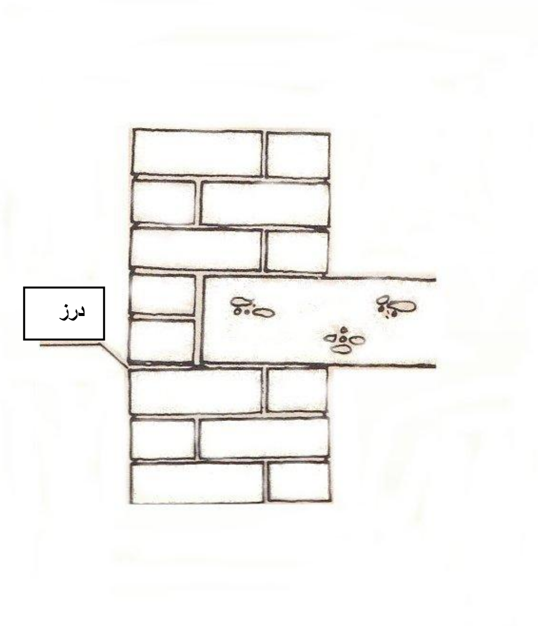
ددې مطلب دادی، چې د باروړلو توان څلور واره زیات شوی، کله چې ځان ځان ته یو پر بل باندې پراته تیرونه فقط دوه واري (ډبل) اوسي. نو د لرګو څخه په ودانۍ کې دا لږ څه کمیږي، ددې د پاره چې د نښلېدنې وسیلې کمزوري په نظر کې ونیول شي، بیا دا په پام کې نیول شوی بنسټیز تغیر نه خوري. دا باید واضح شي، چې د یو عرضاني مقطع ځان ځان ته برخې د عرضاني مقطع په باروړونکي توان باندې کومه اغیزه لري.

څوارلسم فصل

کږېدنه او تاوېدونکي لیکې Krümmung und Biegelinie (Bend and elastic curve)

اوس نو مونږ په کافي اندازه د مرستې وسیله په لاس کې لرو، ددې د پاره چې د تاوېدونکي مومنتونو په واسطه منځ ته راغلي د شکلونو تغیر محاسبه وکړی شو. دا ډېر د اهمیت نه ډک دی. که څه هم یو تیر په منځ کې د زیات تاوېدو په وجه یواځې نه نړیږي، که چېرته موجوده ټینګونې د ماتېدنې تشنج څخه په کافي اندازه فاصله ولري، خو ددې په وجه خپله په ودانۍ کې د ضررونو مخنیوی نه شي کېدی. د بارېدونکي اخري ځای زیات غلطه څرخېدنه او ددې په وجه منځ ته راغلی د بارېدونکي قوو ځای بدلونې په برخه کې ویناوې وشوې. خو بیا هم ددې په برخه کې ولاړ دیوالونه دې ته راجع کیږي.

په لاندې انځور کې ښودل شوی چې د یو بارېدونکي په غلطې څرخېدنې په وجه په دېوال کې درز منځ ته راځي:

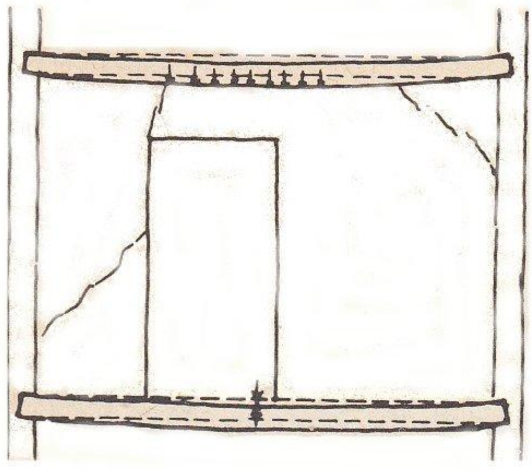


په هوارو بامونو او په کم میلان لرونکي بامونو کې د زیات کږېدو په وجه ژوره یاقوتی جوړیږي، او د دغه ځای څخه اوبه نه شي بهېدی، نو ځکه اوبه ډنډیږي.

د دغې زیات کږېدنې په وجه سپک ښېلونکي دېوالونو ته ضرر هم رسیږي. دا ډول دېوال په عمودي سطح کې د یو ډبلې تختې په حېث نظر چت ته، کوم چې پر دغې دېوال راځي زښت ډېر ټینګ دی. دا هم په منځ کې کږیږي، بیا نو په دغه دېوال کې هم قوطی جوړیږي. چې دغه دېوال ددې په اخر کې لنډیږي. دا چې ددې د پاره دا ډول یو دېوال په فکر کې نه شته، دې ته

باید دا په نظر کې ونیول شي، چې دا په دې حالت کې نه دی، چې په دې ډول خپل بار هم جګ کړی شي. برسېره پر دی، چې پورتنی چت هم د دا ډول په منځ کې کړېدنې په وجه په دا ډول دېوال باندې نړېږي. د هغه ځای څخه په دېوال باندې وزن هم له منځه ځي. البته چې په دا ډول سره دېوالونه چوي (درزونه کوي). په تکرار تکرار دغه درزونه د کېناستنې درزونو په حېث خطاب کېږي.

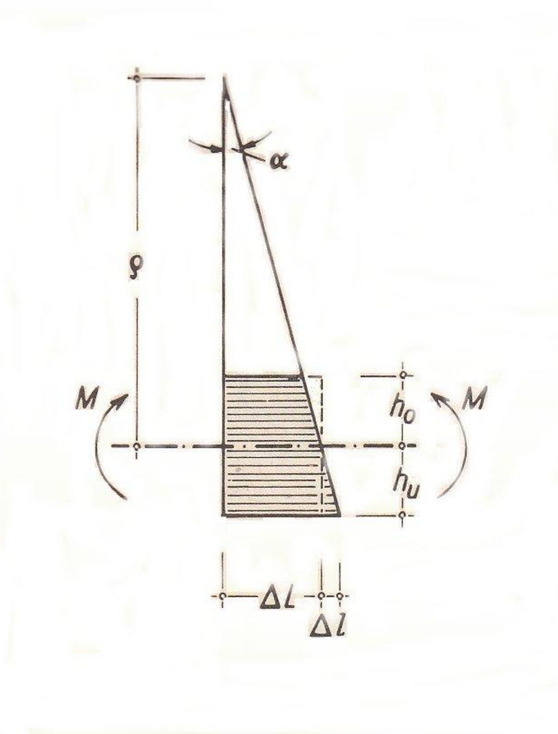
په لاندې انځور کې ښودل شوی، چې د چت په منځ کې د کړېدنې په وجه په سپکو بې وزنه بېلونکو دېوالونو کې درزونه جوړ شوي دي:



مونږ غواړو چې اوس وګورو، چې کوم ډول اړیکه د یو کوږ شوي تیر د پاره مونږ پېدا کړو:

مونږ فکر کوو چې د یو کړېدونکي تیر یوه وړه برخه قطع شوی، بیا نو مونږ کولای شو چې په لاندې ډول سوچ (فکر) وکړو:

په لاندې انځور کې د یو کړېدو ته میلان کونکي تیر کې د دوه ګاونډي عرضاني مقطعو ارتباط ښودل شوی دی:



په پورته انځور کې:

ϱ = د کږېدو شعاع

$K = \frac{1}{\varrho}$ = کږېدنه

ΔL = د يو کوږ شوي باروړونکي څخه يوه وړه برخه

Δl = د ΔL برخې اوږدونه

بيا نو د وړکي کنج د پاره په دې ډول دی:

$\Delta\alpha = \Delta L : \varrho$ يا $\Delta L = \Delta\alpha \,.\, \varrho$

خو دلته هم:

$\Delta\alpha = \Delta l : h_u$ سره کيږي

اوس نو د هوک (Hook) د قانون $\sigma = \varepsilon \,.\, E$ له مخې، چېرته چې

$\varepsilon = \frac{\Delta l}{\Delta L}$ دی.

بيا دا قيمت د هوک په فرمول کې اچوو، چې دا په دې ډول په لاس راځي:

$\sigma_u = \frac{\Delta l}{\Delta L} \,.\, E$

او دې څخه لاس ته راځي

$\Delta l = \frac{\sigma_u \,.\, \Delta L}{E}$

اوس نو دا قيمت مونږ په $\Delta\alpha = \Delta l : h_u$ زياتوو

$\Delta\alpha = \frac{\sigma_u \,.\, \Delta L}{E \,.\, h_u}$

د (Navier) کرېدونکي فرمول له مخې چې $\sigma_u = M : W_u = \frac{M \cdot h_u}{I}$ دی، نو بیا په لاس راځي:

$$\Delta\alpha = \frac{M \cdot h_u \cdot \Delta L}{E \cdot h_u \cdot I} = \frac{M \cdot \Delta L}{E \cdot I}$$

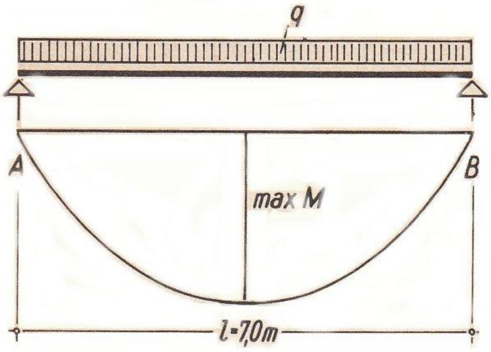
په دغې ښودنې (اظهار) کې حساب بل ډول نه دی نظر د بارورونکي ټوټې په برخه کې د ΔL اوږدوالي د مومنت د سطح محتوي ته، کوم چې د هغې څخه مونږ دا ډول په لاس راوړو: متقابل لوري ته د دوو بارورونکي عرضاني مقطعو د کنج بدلېدنه مساوي دی د دواړو عرضاني مقطعو تر منځ د مومنت د سطح محتوي تقسیم پر $E \cdot I$ سره، او یا

$$\alpha = \frac{F_M}{E \cdot l}$$

چېرته چې F_M د مومنت سطح مانا (معنی) لري.

اوس مونږ غواړو چې د ساختماني ستاتیک لومړي ټوک د دولسم فصل څخه د چت بارورونکي د پاره د دواړو بارېدونکو غلطه څرخېدنه وڅېړو. هلته اعظمي تاوېدونکی مومنت $\max M = 17518$ kpm وو.

په لاندې انځور کې په اوږدو پراته مساوي وزنونو سره د مومنت سطح ښایي



دلته د مومنت سطح د یو پارابول په واسطه محدوده شوې ده. ددې د پاره دا په دې ډول دی:

$$F_M = \frac{2}{3} \cdot l \max M$$

بیا نو

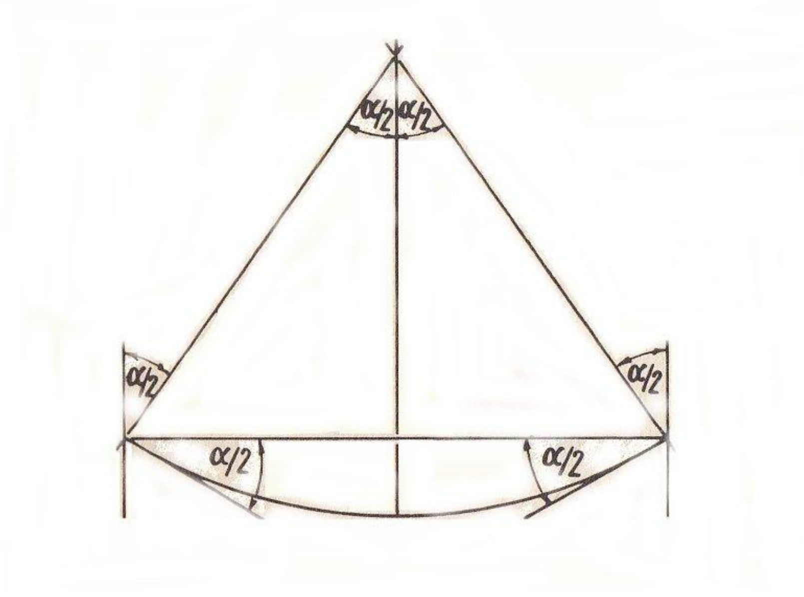
$$\alpha = \frac{2 \cdot l \cdot \max M}{3 \cdot E \cdot I}$$

د IPB1 300 د پاره د $I_x = 18260 \text{ cm}^4$ عددونو سره په دې ډول دی:

$$\alpha = \frac{2.1751800.700}{3.2100000.18260} = 0{,}021$$

د دغې زاویې ورکوټي والي په وجه کېدی شي چې د α د پاره $\alpha = \tan\alpha$ ورکړل شي، کوم چې دغه زاویه د $\alpha = 1^{\circ}10'$ سره مطابقت کوي. د 0,021 لیندۍ (کمان) اوږدوالي ته دقیقه زاویه $1^{\circ}12'$ ده.

په لاندې انځور کې د بارېدونکي غلطه تاوېدنې زاویه ښایي:



مونږ کولای شو چې دی څخه هم دا وټاکو، چې څنګه هر بارېدونکی خپله غلط تاویږي، چې دلته د تناظر په وجه زایه نیمای کیږي. نو په دې ډول بیا هر بارېدونکی تقریباً د نیمې درجې شاو خوا ته تاویږي، کوم چې حتماً دا به یو بې غوري اوسي. په ډېرو نریو باروړونکو کې کېدی شي چې دا هم زیات اوسي. مونږه اوس د IPB1 300 په ځای نری IPBv 220 ټاکو، کوم چې په همدې ډول غوښتنه کفایت کوي، چې اجازه ورکړل شوی تشنج د خپل حده وانه وړي، نو بیا دغه پروفیل $I_x = 14600$ cm^4 لري. دې سره زاویه $\alpha = 0{,}026$ که دقیق وویل شي نو $1^{\circ}30'$ کیږي.دا تقریباً 25% زیات دی نظر لوړ پروفیل ته.

دا چې $\Delta\alpha = \Delta L : \varrho$ دی، نو په دې ډول سړی کوی شي چې د کږېدو شعاع او د تاوېدونکي مومنت تر منځ اړیکه (ارتباط) وساتي. دې د پاره مونږ لاندې فرمول ټاکو:

$$\frac{\Delta L}{\varrho} = \frac{M.\Delta L}{E.I}$$

که شکل ته تغیر ورکړل شي، په دې ډول کیږي:

$$\varrho = \frac{E.I}{M}$$

د IPB1 د پاره د $M = 17518$ kpm ، زمونږ مثال د پاره په دې ډول دی:
$I_x = 18260\ cm^4$

$$\varrho = \frac{2.100000.18260}{1751800} = 20800\ \text{cm} = 208\ \text{m}$$

او د IPBv د پاره د $I_x = 14600\ cm^4$ سره په دې ډول دی:

$$\varrho = \frac{2.100000.14600}{1751800} = 16600\ \text{cm} = 166\ \text{m}$$

د دا ډول قطر سره یوه دایره سړی کوی شي چې پوره په تصور کې ونیسي. د اعظمي مومنت په ساحه کې د دغې دایرې یوه ټوټه د لینډۍ زمونږ د بارورونکي د تاوېدونکي لیکې یوې ټوټې سره سمون خوري (مطابقت کوي). د هندسی د تحلیل څخه لاس ته راځي، چې په یو پیچومي کې د کږېدنې شعاع، د $y = f(x)$ فعالیت څخه په لاس راځي:

$$\varrho = \frac{(1 + y'^2)^{3/2}}{y''}$$

دا چې مونږ د ډېر ضعیفې کږېدنو سره سر او کار لرو، نو په دې ډول ډېرې ورې برخې په حساب کې نیول کیږي، په هومره اندازه ډېر، چې د طاقت یا توان په حبث ښکاري، په کمې بې غوري سره، په دې ډول چې دغه اظهار په دې ډول ساده کیږي:

$$\frac{1}{\varrho} \approx y'' \quad \text{او} \quad \varrho \approx \frac{1}{y''}$$

اوس نو مونږ د کږېدنې د پاره دا ډول اظهار لرو:

$$\frac{1}{\varrho} = \frac{M}{E.I}$$

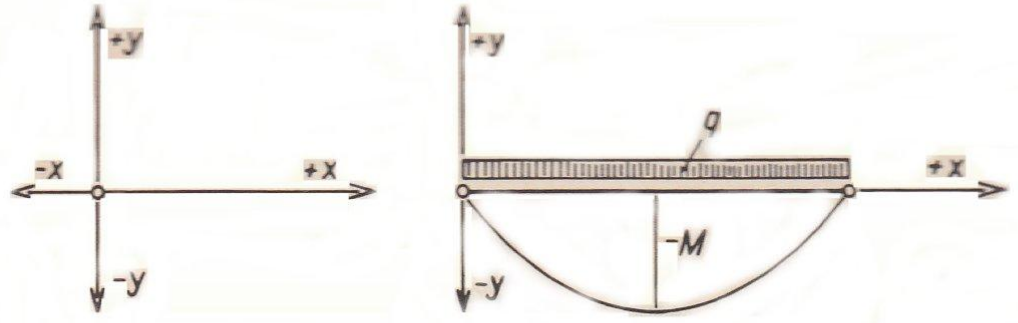
که نور هم زیات وڅېړو دا په دې ډول لیکو:

$$y'' = -\frac{M}{E.I}$$

خو که چېرته کږېدنه د تاوېدونکي لیکې د M مومنت په ځای کې y'' د y دوهمه منشأ وي، بیا نو د دوهمې منشأ کږېدنه د تاوېدنې لیکه ښایي، نو تاوېدونکې لیکه سړی دوه وارې همرنګه ساتلی شي:

$$y'' = -\frac{M}{E.I}$$

د دغې هدف د پاره M باید د x فعالیت په حېث اوسي. برسېره پردې دا سړی د متخصصاتو په سیتم کې د x د محور سره د تیر په محور کې ورکوي او په خاصه توګه په کینې بارېدونکې کې، داسې چې باید د M مومنت د پاره لیکل کیږي.
په لاندې انځور کې د x د فعالیت په حېث د مومنت لیکه ښودل شوی:



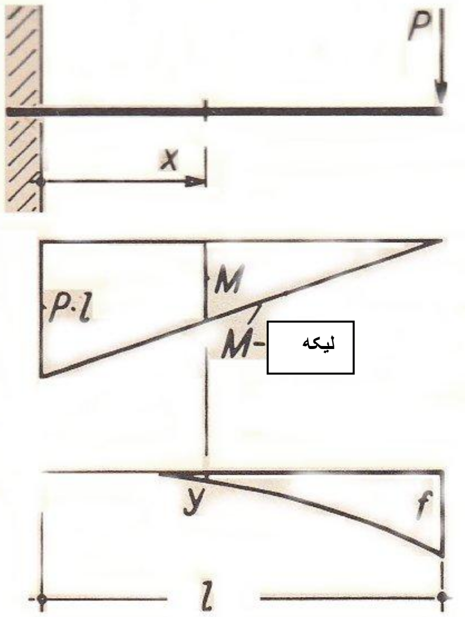
مونږ غواړو چې دا په مثال کې امتحان کړو.
اول مثال: د ځانګړي وزن سره راوتلی بارووړونکی

$$M_x = - P\,(l - x)$$
$$E\,.\,I\,.\,y'' = P\,(l - x)$$

اوله تمامي حساب په دې ډول دی

$$EIy' = P\left(l_x - \frac{x^2}{2}\right) + C_1$$

لاندې انځور د یو راوتلي بارووړونکي د پاره، چې په سر کې یو ځانګړی وزن لري، تاوېدونکې لیکه ښایي:



اوس نو د ثابتې تمامي حساب لويوالی پېدا کول دي. د $x = 0$ مطلب په ټيګونې ځای کې، محور افقي پاتې کيږي او هلته y' د Tangente ميلان د y په کږليچ کې ښايي، داسې چې د $x=0$ د پاره $y' = 0$ دی. دې سره $C_1 = 0$ دی.

د دوهم قدم تمامي حساب په دې ډول دی:

$$EI\,.\,y = P\left(l\frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{6}\right) + C_2$$

دلته هم د ثابتې تمامي حساب ټاکنه ده. خو د $x = 0$ د پاره هم $y = 0$ دی، نو بيا د مساوي شکل ښيي خوا مکمله برخه بايد صفر شي، کوم چې دا يو حالت دی، که چېرته $C_2 = 0$ او سي. دې سره مونږ ارتجاعي ليکو ته مساوات لرو، کوم چې دا سړی تاوېدونکي ليکې هم نومولی شي، چې د راوتلي باروړونکي په اخر کې د ځانګړي وزن د پاره پېدا کيږي. دا په دې ډول دی:

$$y = \frac{P\left(l\frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{6}\right)}{E\,.I}$$

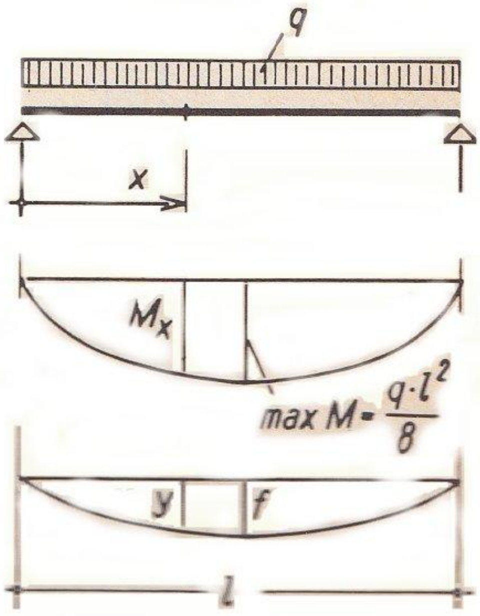
د $y = l$ سره $y = f$ کيږي، کوم چې د دې په منځ کې اعظمي تاوېدنه ښايي.

$$f = \frac{P}{E\,.I}\left(\frac{l^3}{2} - \frac{l^3}{6}\right) = \frac{P\,.l^3}{E\,.I\,.3}$$

او دا چې $M = Pl$ سره دی، نو بيا

$$f = \frac{M\,.l^2}{3\,.E\,.I}$$

دوهم مثال: په اوږدو د مساوي وزنونو سره يو ساحوي باروړونکی.
په لاندې انځور کې په اوږدو د مساوي وزنونو سره د يو ساحوي باروړونکي د پاره تاوېدونکي ليکې ښودل شوي:



په بل ځای کې مونږ پر دوو تکيا ګانو يا پايو باندې د يو باروړونکي د پاره، چې په اوږدو مساوي وزنونو لاندې دی، د تاوېدو مومنت د x له مخې وڅېړه، او ددې د پاره مونږ لاندې فرمول لرو:

$$M_x = q\frac{l}{2}\ x - q\ \frac{x^2}{2}$$

او دې څخه لاندې فرمول په لاس راځي:

$$E\ .\ I\ .\ y'' = -\ M$$

$$E\ .\ I\ .\ y'' = -\frac{q}{2}\ (l\ .x - \ x^2)$$

د اولې تمامي حساب څخه وروسته مونږ دا ډول په لاس راوړو:

$$E\ .\ I\ .\ y' = -\frac{q}{2}\ \left(l\ \frac{x^2}{2} - \ \frac{x^3}{3}\right) + \ C_1$$

او د دوهمې تمامي حساب څخه وروسته مونږ په لاس راوړو:

$$E\ .\ I\ .\ y = -\frac{q}{2}\ \left(l\ \frac{x^3}{6} - \frac{x^4}{12}\right) + \ C_1\ .x + \ C_2$$

اوس نو د $x = 0$ د پاره هم تاوېدونکی ليکه خپله صفر دی، مطلب دا چې $y = 0$ هم. ددې څخه $C_2 = 0$ منځ ته راځي، بيا نو باقي ښې خوا هيڅ نه صفر کيږي. خو د $x = l$ د پاره هم $y = 0$ دی. که دا په فرمول کې واچوو، په لاس راځي:

$$E\;.\;I\;.\;y = -\frac{q}{2}\left(\frac{l^4}{6} - \frac{l^4}{12}\right) + C_1\;.\;l = 0$$

همدارنګه:

$$\frac{q}{2}\frac{l^4}{12} = C_1\;.\;l$$

ددې څخه

$$C_1 = q\;.\;\frac{l^3}{24}$$

د y د پاره په معادله کې دا علاوه کوو:

$$E\;.\;I\;.\;y = -\frac{q}{2}\left(l\;\frac{x^3}{6} - \frac{x^4}{12} - l^3\;\frac{x}{12}\right) = \frac{q}{2}\left(\frac{x^4}{12} - \frac{2\;.l\;.x^3}{12} + \frac{l^3\;.x}{12}\right) =$$

$$= \frac{q}{24}\left(x^4 - 2lx^3 + l^3x\right)$$

د y د پاره اعظمي په $x = l/2$ کې پروت دی. بیا نو دلته په اعظمي کې تانجنت (Tangente) په تاوېدونکو لیکو کې باید افقي ولاړې شي او د y همدارنګه د y' اولنۍ منشأ ، کوم چې د تانجنت (Tangente) جوړوي، داسې باید اوسي $y' = 0$.

که دا دې د پاره په همدې ډول وي، مونږ کولای شو چې کنترول کړو ، په هغه کې چې مونږ د x د پاره $l/2$ د y' **په** معادله علاوه کوو. په دې ډول:

$$E\;.\;Iy' = -\frac{q}{2}\left(l\;\frac{l^2}{4\;.2} - \frac{l^3}{8\;.3}\right) + \frac{q\;.l^3}{24} =$$

$$= -\frac{ql^3}{2}\left(\frac{3}{24} - \frac{1}{24} - \frac{2}{24}\right) = 0$$

په پورته قوس کې څه شې چې حاصلیږي، د صفر سره برابر دی. دنه وروسته مونږ دا ښودلی شو ، چې د $y = f(x)$ په معادله کې $x = l/2$ اچوو ، او په لاس راځي:

$$y = f = \frac{q}{24E\;.I}\left(\frac{l^4}{16} - \frac{2l^4}{8} + \frac{l^4}{2}\right) = \frac{ql^4}{24E\;.I}\left(\frac{1}{16} - \frac{4}{16} + \frac{8}{16}\right) =$$

$$= \frac{5\;.q\;.l^4}{24\;.16\;.E\;.I} = \frac{5ql^4}{384EI}$$

یا د $\max M = q\,\frac{l^2}{8}$ سره

$$f = \frac{5}{48}\frac{Ml^2}{E\;.I}$$

اوس نو مونږ دا د دیارلسم فصل د چت نیونکې د پاره په عددي مثال کې ښکاره کړو.

$L = 7{,}0$ m $= 700$ cm $\max M = 17518$ kpm $= 1751800$ kpcm

$E = 2100000$ kp/cm^2

د IPB1 300 د پاره د $I_x = 18260\ cm^4$ سره په دې ډول دی:

$$f = \frac{5 .1751800 .700^2}{48 .2100000 .18260} = 2{,}3\ cm = \frac{l}{300}$$

او د ټيټ پروفيل IPBv 220 د پاره د $I_x = 14600\ cm^4$ سره په دې ډول دی:

$$f = \frac{5 .1751800 .700^2}{48 .2100000 .14600} = 2{,}8\ cm = \frac{l}{250}$$

په منځ کې تاوېدنې محدودې دي او د مثال په ډول د فولادي باروړونکي اندازو د پاره، چې نظر اوږدوالي ته يې 1/300 يا حتأ 1/500 څخه زيات نه شي، ځکه چې په ساختمان کې د ضررونو مخنيوی وشي. علاوه ددې نه مونږ دا د فرمول څخه ليدلی شو، چې په منځ کې تاوېدنه د مومنت سره په يو خط کې زياتيږي، خو د اوږدوالي سره په مربع کې. د بلې خوا نه دا په دې اندازه وړوکی وي، څومره چې د مومنت عطالت لوی وي.
زمونږ د يو خاص چت نيونکي د پاره، کوم چې ددې کمتر کمه يوه برخه په کانکرېټ کې وي، په منځ کې تاوېدنه محاسبوي نه تر لاسه کيږي، دا چې د سرنۍ پټۍ ازاده شکل بدلونه د کانکرېټ په چاپېرېدو سره مخنيوی کوي. نو ځکه مقايستاً دا ډول ساختمانونه ټينګ وي.
خو بيا هم ساختماني چلند يا جريان ته پاملرنه پکاره ده. اول باروړونکی ايښودل کيږي. بيا دې پسې کانکرېټي تختې کانکرېټول کيږي. دې پورې مربوطه ضروري شکل يا فورم اکثراً د باروړونکي د سر لولې لاندې ځوړندول کيږي، دا په دې ډول چې د اهن کانکرېټ تختې وزن پوره او مکمل فولادي باروړونکی تر فشار لاندې راولي، مخکې ددې نه چې د فولادي باروړونکي او د اهن کانکرېټ تر منځ تړون منځ ته راشي. په منځ کې د تاوېدنې شاوخوا ته د پوښل شوي کانکرېټ مناسبه اغېزه د ټولو نورو وزنونو او فشارونو د پاره په هغه وخت کې اهميت لري، کوم چې دې نه وروسته ورباندې ورکول کيږي.
مونږه په شروع کې د دغې مقطع تمامي حساب مخنيوی کړی وو، کله چې د دواړو عرضاني مقطعو غلطه تاوېدنه يو بل ته وخېژل. دغه غلطې تاوېدنې نظر د مومنت د سطح محتوي تقسيم پر $E . I$ ته اهميت لري. سړی کوی شي چې په دا ډول هم ووايي: سړی فکر وکړي چې باروړونکی د مومنت د سطح په وجه تر فشار لاندې دی، نو په دې ډول ددې مقابل خوا ته غلطه تاوېدنه مساوي ده د مجموعي بار R_M د دغې په نظر کې نيول شوي فشار تقسيم پر $E.I$. بيا نو

$$\alpha = R_M : E . I$$

د راوتلي تير (هغه تير چې يوې خوا ته ټينګ شوی وي) پورې مربوطه، چې د تير په اخر کې د P وزن راځي دا ډول معنی لري:

$$\alpha = \frac{R_M}{E.I} = \frac{1}{E.I}.P.l.l.\frac{1}{2} = \frac{Pl^2}{2EI}$$

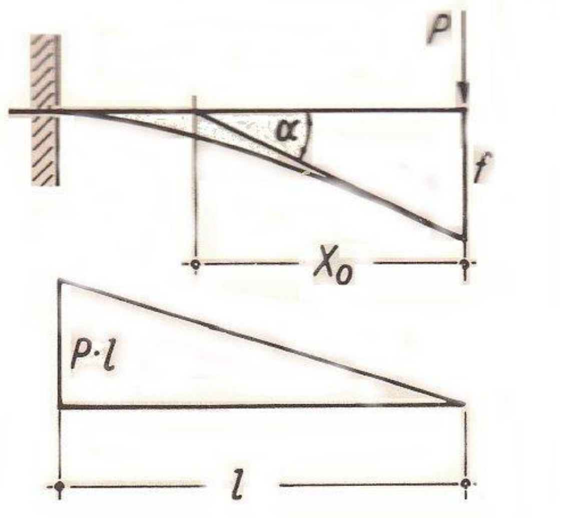
علاوه ددې نه د ليندۍ د ورکوټي والي په وجه دا ، دا ډول اعتبار لري:

$$\alpha = \frac{f}{x_o}$$

او

$$F = \alpha . x_0$$

په لاندې انځور کې د α زاويې او د x_0 درجې څخه په منځ کې د تاوېدنې څېړنه ښايي:



او د α د پاره د اندازې سره په دې ډول دی:

$$f = \frac{P.l^2}{2EI}.x_o$$

او دا چې $P.l = \max M$ دی، نو

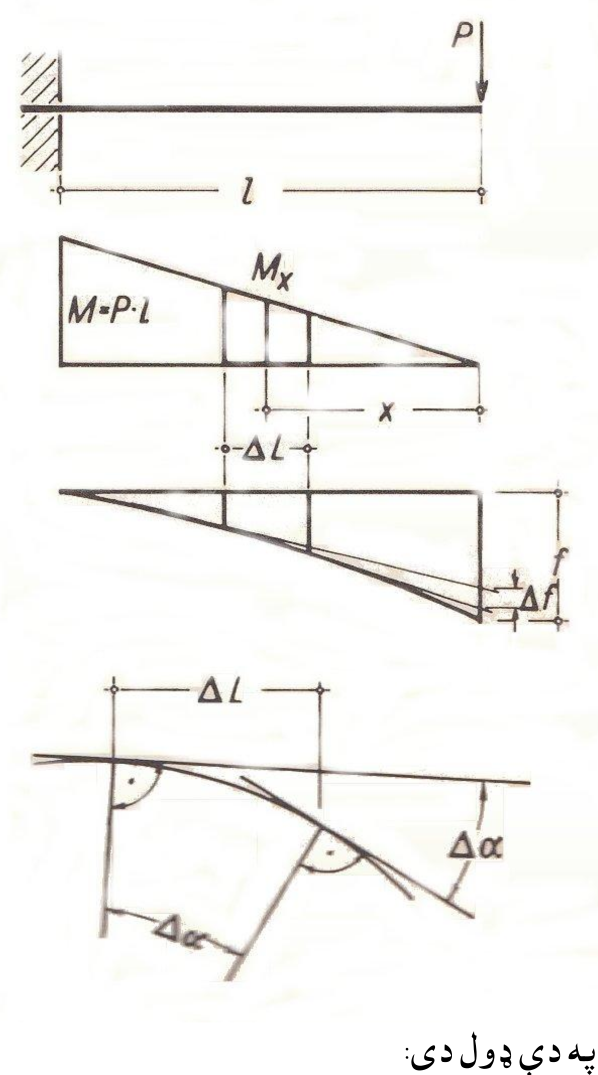
$$f = \frac{\max M.l}{2.E.I}.x_o$$

اوس نو x_0 څه معنی لري، غواړو چې د لاندې په نظر کې نيونې څخه تر لاسه کړو.
دلته زاويه ده، چې د دوو عرضاني مقطعو څخه اخستل کيږي، مساوي دی د دواړو ټانجنټونو (Tangenten) تر منځ زاويې سره.

دلته هم واضح ده، چې د ټینګونکي ځای او د خلاص ځای اخر تر منځ مجموعي غلته تاوېدنه مساوي دی د مومنت د سطح محتوي تقسیم پر $E\ .\ I$ سره. یا که چېرته سړی د مومنت سطح د فشار په حېث وګڼي، نو α مساوي دی د مومنت چې د مجموعي فشار R_M منبع په وجه په نظر کې نیول شوی فشار تقسیم پر $E\ .\ I$ سره.

برسېره پر دې Δf د راوتلي باروړونکي د خلاصې خوا اخر کې د منځ تاوېدنه ده، د راوتلي باروړونکي یوې برخې د ΔL اوږدوالي د دواړو عرضاني مقطعو متقابل خواوو غلطې تاوېدني څخه.

په لاندې انځور کې ښودل کیږي چې په منځ کې تاوېدنه مساوي ده د مومنت د سطح پورې مربوطه په پورې وهنې جهت ستاتکي مومنت تقسیم پر E او I سره:



دا بیا په دې ډول دی:

$\Delta\alpha = \frac{M_x\ .\ \Delta L}{E\ .\ I}$ سره $\Delta f = x\ .\ \Delta\alpha$ او دا چې

نو

$$\Delta f = \frac{M_x \,.\, \Delta L \,.\, x}{E \,.\, I}$$

دا بل ډول نه دی، نظر دې ته چې په منځ کې تاوېدنه $\Delta \boldsymbol{f}$ د یو تیر د ټوټې اوږدوالی ΔL مساوي دی د دغې اوږدې ΔL ټوټې په سر د مومنت د سطح محصول ضرب د پورې وهنې ته فاصله – چې د x دی، تقسیم پر $E \,.\, I$ سره. سړی په موضوع رسیږي، لکه څنګه چې مخکې پېښ شول، چې د مومنت سطح د بار یا فشار په حېث، دا داسې دی

$$M_{\text{x}} \,.\, \Delta L$$

د ΔL په ټوټې باندې یوه برخه فشار او بیا برسېره پر دې د x . $(M_{\text{x}} \,.\, \Delta L)$ محصول بل ډول نه دی نظر یو تاوېدونکي مومنت ته د $(M_{\text{x}} \,.\, \Delta L)$ قؤې او د اړم لاستی x سره. بیا دا په دې ډول دی:

$$f = \sum \Delta f = \frac{1}{E \,.I} \sum M_x \;.\, \Delta L \,.\, x$$

ددې مطلب دادی، چې مکمل په منځ کې تاوېدنه مساوي ده د یوه برخه قوو $(\text{Mx} \,.\, \Delta L)$ څخه د ټولو مومنتونو مجموعه د اړم د لاستي x سره تقسیم پر $E \,.\, I$.

مونږ په یاد راوړو، چې یوه برخه قؤې او یوه برخه مومنتونه په نتیجه یې قؤې (د دوو قوو په منځ کې ویکتوري قوه) او په نتیجه یې مومنتونو کې یوځایي نیول کېدلی شي، چېرته چې دغه نتیجې د لویوالي، جهت او اوږدوالي له مخې همدا خپله اغیزه ولري، لکه د یوه برخه قوو په شان او همدارنګه د یوې برخې مومنت په شان. مونږ کولای شو چې د $(M_{\text{x}} \,.\, \Delta L)$ یوه برخه قوه په یو نتیجې ته یوځای ونیسو، کوم چې هغه بیا دثقل په نقطې تجاوز وکړی. د اړم لاستی د ثقل نقطې او د پورې وهنې جهت تر منځ فاصله ده. مونږ د نتیجې د پاره R_{M} لیکو او د ثقل نقطې فاصلې x_{o} د پاره په دې ډول دی:

$$f = \frac{R_{\text{M}} \,.\, x_{\text{o}}}{E \,.I}$$

ددې مطلب دادی: په منځ کې تاوېدنه مساوي ده د مومنت د سطح مومنت سره، په منځ کې تاوېدونکي جهت پورې مربوطه، تقسیم پر $E \,.\, I$.

د

(د مومنت د سطح محتوي =) $R_{\text{M}} = \max M \,.\, l \,.\, \frac{1}{2}$ سره

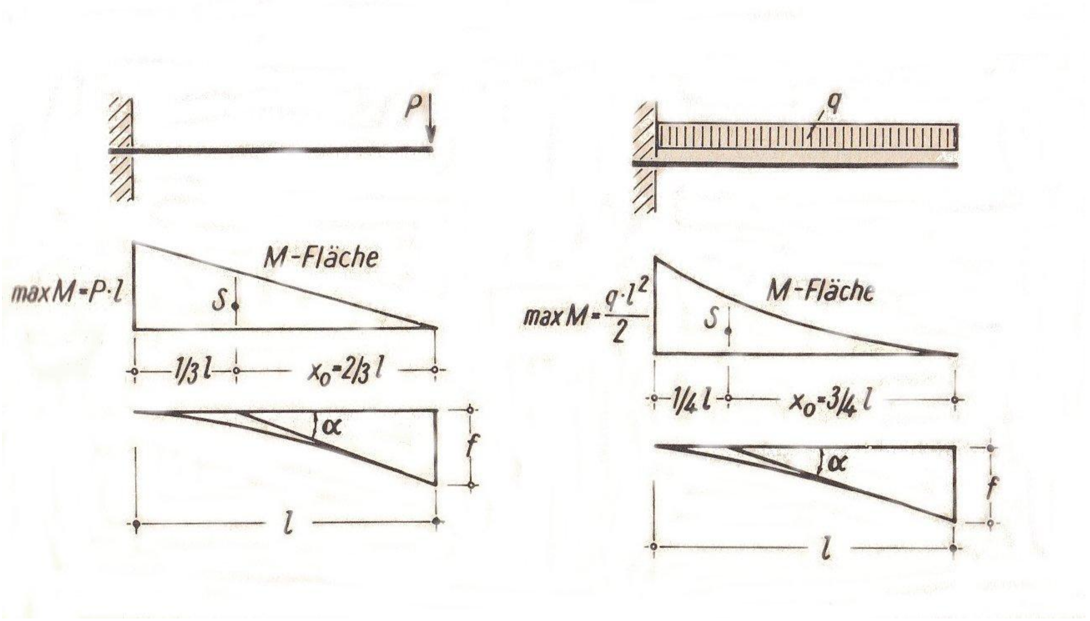
او د $x_{\text{o}} = \frac{2}{3}\, l$ سره په دې ډول کیږي:

$$f = \frac{\max M \,.\, l \,.\, 2 \,.\, l}{2 \,.3 \,.\, E \,.\, I} = \frac{\max M \,.\, l^2}{3E \,.\, I}$$

دغه لکه څنګه چې مونږ د y'' یو ډول (همرنګ) کوونې څخه پېدا کړی وو.

دغه د یو ډول کوونې (همرنګه کوونې) څخه خلاص په نظر کې نیونه د بعضو د پاره حتماً په حافظه کې ساتونکی دی. مونږ غوړو چې ددې څخه ګټه پورته کړو، ددې د پاره په راوتلي باروړونکي کې په منځ کې تاوېدنه، په اوږدو مساوي وزنونو لاندې محاسبه کړو.

په لاندې انځور کې د یو راوتلي باروړونکي په منځ کې تاوېدنه ښایي:



$$\max M = q \cdot \frac{l^2}{2}$$

(د مومنت د سطح محتوي =) $R_M = \max M \cdot l \cdot \frac{1}{3}$ سره

(د ثقل نقطې فاصله =) $x_o = \frac{3}{4}\, l$

$$f = \frac{R_M \cdot x_o}{E \cdot I} = \frac{\max M \cdot l \cdot 3 \cdot l}{3 \cdot 4 \cdot E \cdot I} = \frac{\max M \cdot l^2}{4 \cdot E \cdot I}$$

او د $\max M = \frac{q\, l^2}{2}$ سره په دې ډول دی:

$$f = \frac{q\, l^2}{8\, E \cdot I}$$

د مومنت د سطح پر تیر باندې په نظر کې نیول شوي وزن اغیزې په وجه د شکل بدلونې اهمیت، نه یوازې فقط راوتلی باروړونکی محدودوي، بلکه دا عمومي اعتبار لري.

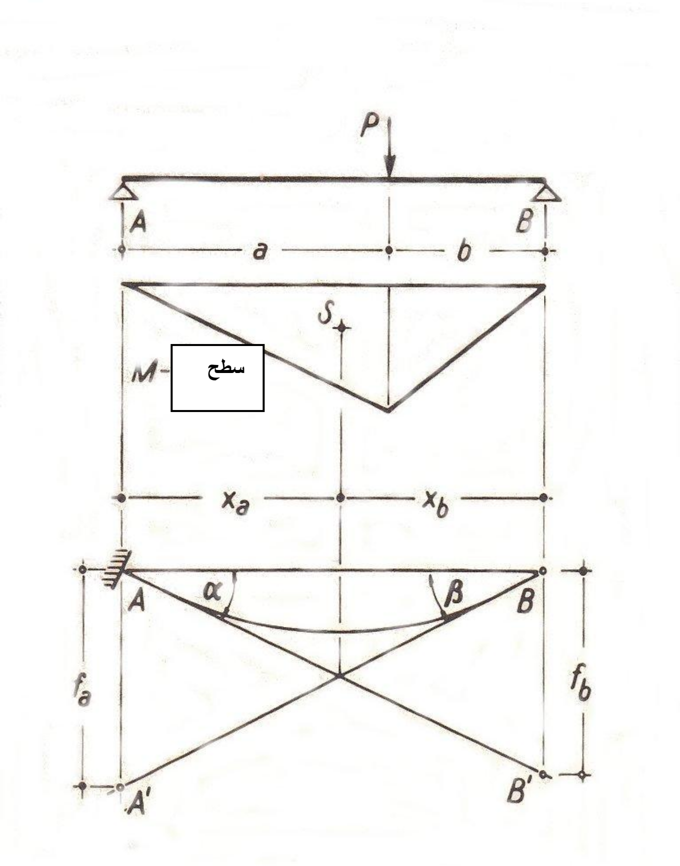
مونږ اول یو تیر د یو ځانګړي وزن سره په نظر کې نیسو: سړی د تاوېدونکي خط باندې د A او B په نقطو کې ټانجنت (Tangenten) رسموي، بیا نو د یو بل ته متقابل پرتو باربېدونکې قوې د اغیزې خط په B' او A' نقطو کې قطع کوي.

دلته مونږ د A په باربېدونکي غلطې تاوېدنې کې، مطلب دا چې د α زاویه ټاکو. دې سره سړی کولای شي چې په A کې دوه بار نیونکي یا تکیاګانې داسې ټینګ په نظر کې ونیسي، چې د

هغې پخوانی حالت د A - B' اوسي، لکه څنګه چې په لاندې انځور کې ښودل شوی. د پورته له خوانه د P د قوۍ سره فشار په وجه او د ښکته څخه پورته د B باربدونکي قوۍ په واسطه دغه تیر داسي په منځ کې کوږ کړي، چې د هغې خلاصه اخره برخه د B' نه B ته رسیږي. دا تیر بیا هلته f_B په منځ کې تاوېدنه جوړوي. دا په دې ډول دی:

$$f_B = \frac{R_M \cdot x_b}{E \cdot I}$$

په لاندې انځور کې د د یوساحوي بارورونکي د بارېدنې د ځای غلطه تاوېدنه ښايي:



په کوم کې چې د R_M بیا د مومنت سطح او x_b د ثقل د نقطې فاصلې په وجه د په نظر کې نیول شوي ټولو برخه یې وزن څخه نتیجه د پورې وهنې جهت ته دی.
د α زاویه په هغه وخت کې، کله چې شکل بدلونه په حقیقت کې وړوکی دی – دا دلته فقط د وضاحت د پاره لوی ښودل شوی.

$$\alpha = f_B : l$$

داسې چې اوس زمونږ زیات اظهار په دا ډول دی:

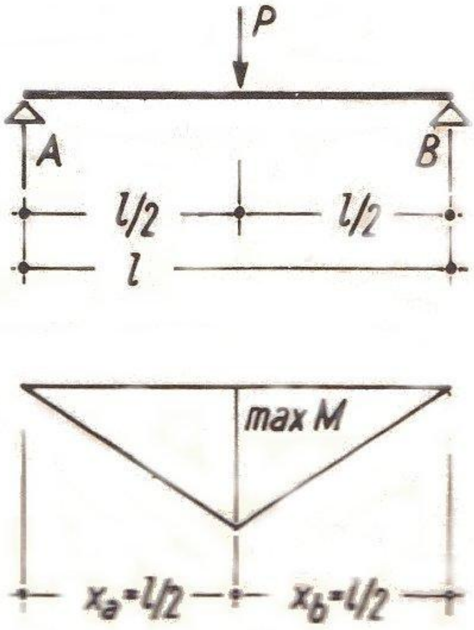
$$\alpha = \frac{R_M \cdot x_b}{l} \cdot \frac{1}{E \cdot I}$$

اوس نو $\frac{R_M \cdot x_b}{l}$ بل ډول نه دی نظر A_M بارېدونکي فشار ته، کوم چې په نظر کې نیول شوي بارورونکي د هغې د مومنت سطح فشار سره، چې سرې لاندې جمله تر لاسه کوي:

«د یو تیر د اخرې زاویې څرخېدنه مساوي ده د مومنت د سطح فشار سره د تیر بارېدونکې قوه تقسیم پر $E \,.\, I$ ».

د بل بارېدونکي د پاره دا په همدې ډول اعتبار لري. دواړه بارېدونکي قوې د A_M او B_M یوځای د R_M جوړوي، ددې مطلب دادی، چې د دواړو په ګډه اخري عرضاني مقطعو څرخېدنه، چې مونږ په بل ځای کې پېدا کړی وو.

په لاندې انځور کې د یو بارېدونکي غلطه څرخېدنه ښايي، کوم چې په منځ کې د یو ځانګړې وزن سره تر فشار لاندې دی:



د یو تیر د پاره، چې په منځ کې یو ځانګړی وزن راغلی، لکه د پورته انځور په شان، دا ډول پېدا کیږي:

$$\max M = P\,\frac{l}{4}$$

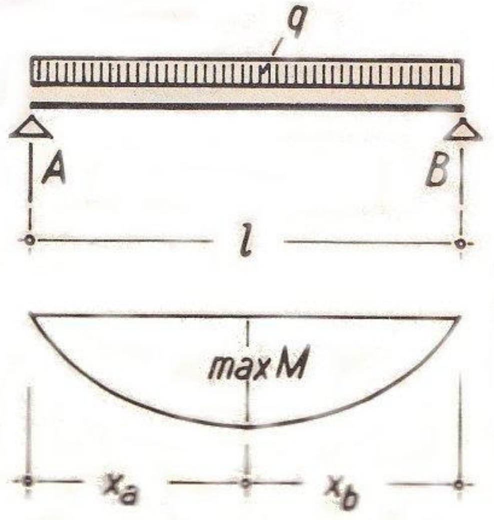
$$R_M = \max M \,.\, l \,.\, \frac{1}{2}$$ (د مومنت د سطح محتوي =) سره

$$x_a = x_b\ 1/2\ l$$ (د ثقل نقطې فاصله =)

$$\alpha = \beta = \frac{R_M \,.\, x_a}{E \,.\, I \,.\, l} = \frac{\max M \,.\, l \,.\, l}{2 \,.\, 2 \,.\, l \,.\, E \,.\, I} = \frac{\max M \,.\, l}{4 \,.\, E \,.\, I}$$

همدا ډول د هغه تیر د پاره چې په اوږدو د مساوی وزن لاندې وي، محاسبه کیږي.

په لاندې انځور کې د بارېدونکي غلطه تاوېدنه ښايي، کوم چې په اوږدو مساوي وزن لاندې دی:



$$\max M = q\frac{l^2}{8}$$

$R_M = \max M \,.\, l \,.\, \frac{2}{3}$ سره (= د مومنت د سطح محتوي)

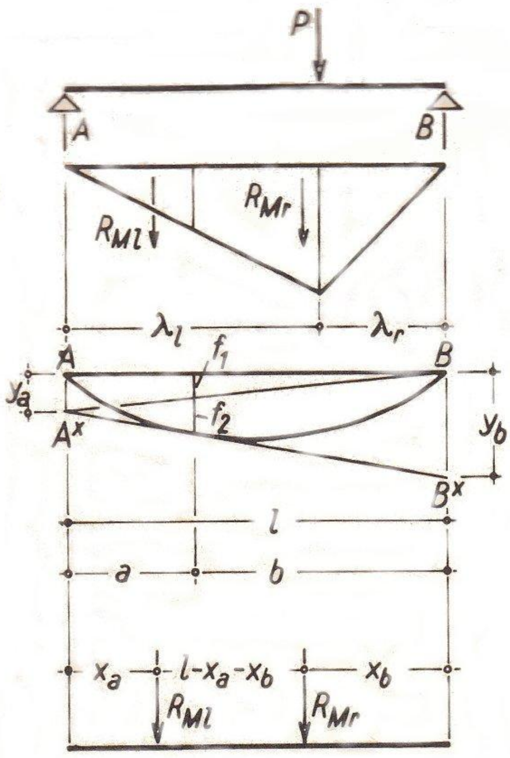
$x_a = x_b \; 1/2 \; l$ (= د ثقل نقطې فاصله)

$$\alpha = \beta = \frac{R_M \,.\, x_a}{E \,.\, I \,.\, l} = \frac{\max M \,.\, l \,.2 \,.\, l}{3 \,.\, 2 \,.\, l \,.\, E \,.\, I} = \frac{\max M \,.\, l}{3 \,.\, E \,.\, I}$$

په همدې ډول نتيجه مونږ ددې فصل په شروع کې پېدا کړ، په دې کې چې مونږ د دواړو عرضاني مقطعو مجموعي غلطه څرخېدنه وخېړل او د متناظر کېدو په وجه په دوو تقسيميږي.

بيا هم مونږ کولای شو چې د دغې يو ساحوي باروړونکي په منځ کې تاوېدنه د دغې په نظر کې نيونې سره تر لاسه کړو. د پلټونکي په ځای کې مونږه تير ښه ټينګ په نظر کې نيسو، او دا هم په هغه حالت کې، کوم چې په همدغه ځای کې په تاوېدونکي خط ټانجنت (Tangente) جوړوي. نو تاوېدونکی خط بيا لکه د راوتلي تير په شان د پورته نه ښکته خوا ته اغيزه لرونکي وزنونه او مخ په پورته اغيزه کونکی بارېدونکي قوه منځ ته راوړي. ټانجنت

(Tangente) په نظر کې نیول شوي ټینګ ځای کې تاوېدونکي خط باندې بارېدونکي لیکې د A^x او B^x په نقطو کې قطع کوي.
په لاندې انځور کې ښودل شوی، چې د یو یوساحوي تیر په سر د خپلې خوښې په ځای کې په منځ کې تاوېدنه ښايي:



بیا نو $f = f_1 + f_2$ سره
یا

$$f = \frac{y_a}{l} \cdot b + \frac{y_b}{l} \cdot a$$

دلته

$f_1 = \frac{y_a}{l}\ b$ او $f_2 = \frac{y_b}{l}\ a$ سره کیږي

او دا چې

$y_a = \frac{R_{Ml} \cdot x_a}{E \cdot I}$ او $y_b = \frac{R_{Mr} \cdot x_b}{E \cdot I}$ سره کیږي،

نو

$$f = \frac{1}{E \cdot I}\left(R_{Ml} \cdot \frac{x_a}{l} \cdot b + R_{Mr} \cdot \frac{x_b}{l} \cdot a\right)$$

د قوس په منځ کې اظهار، د تاوېدونکي مومنت سره د بارېدونکي ځای کیڼې خوا ته د a فاصلې د پاره تقریباً یو ډول (معادل) دی، که چېرته د مومنت سطح د فشار په حېث او همدارنګه د هغې نتیجې R_{Ml} او R_{Mr} وټاکل شي. دا نو بیا په دې ډول دی:

$$A_M = R_{Mr} \cdot \frac{x_b}{l} + R_{Ml} \cdot \frac{l - x_a}{l}$$ او

$$M_{Ma} = A_M \cdot a - R_{Ml}(a - x_a) =$$

$$= R_{Mr} \frac{x_b}{l}\, a + R_{Ml} \cdot \frac{l}{l}\, a - R_{Ml}\, \frac{x_a}{l}\, a - R_{Ml} \cdot a + R_{Ml} \cdot x_a$$

$$= R_{Mr} \frac{x_b}{l}\, a + R_{Ml} \left(\frac{l}{l}\, a - \frac{a}{l}\, x_a - \frac{l}{l}\, a + \frac{l}{l}\, x_a\right)$$

$$= R_{M} \frac{x_b}{l}\, a + R_{Ml} \left(\frac{l}{l}\, x_a - \frac{a}{l}\, x_a\right)$$

$$M_{Ma} = R_{Mr} \frac{x_b}{l}\, a + R_{Ml}\, \frac{x_a}{l}\, b$$

دلته

$$x_a \left(\frac{l}{l} - \frac{a}{l}\right) = x_a \left(\frac{l-a}{l}\right) = x_a\, \frac{b}{l}$$

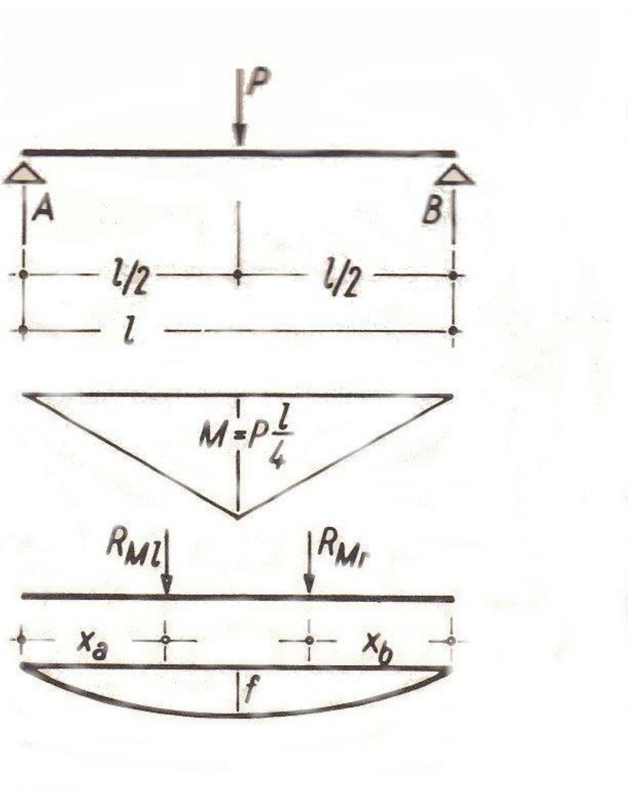
کوم چې $f = \frac{M_{Ma}}{E\,.\,I}$ دي، ددې مطلب په جملو کې په دې ډول دی:

«د یو تیر چې پر دوو پایو یا تکیا ګانو دی، د x په ځای کې په منځ کې کږېدنه مساوي ده د $\frac{1}{E\,.\,I}$ واري د تاوېدونکي مومنت په ځای کې، که چېرته د مومنت سطح د فشار په حېث ټاکل کیږي.»

دغه قانون ددې د کاشف Mohr[12] له مخې د Mohrscher قانون په نوم یادول کیږی. مونږ غواړو چې ددې ساده استعمال، چې هر وخت د وزنونو په حالت کې مخ ته راځي، وازمایو.

په لاندې انځور کې د یو بارو ړونکي، چې په منځ کې یو ځانګړی وزن دی، په منځ کې کږېدنه ښایي:

[12] (Christian Otto Mohr – دا د المان یو انجینېر او ساختماني ستاتیک پوه وو چې د (1835 – 1918) کلونو تر منځ ژوند کړی.



$$x_a = x_b = \frac{2}{3}\,\frac{l}{2} = \frac{l}{3} \quad a = b = l/2 \qquad \max M = P\,\frac{l}{4}$$

$$R_{Ml} = R_{Mr} = M\,.\,\frac{l}{2}\,.\,\frac{1}{2} = M\,\frac{l}{4}$$

$$f = \frac{M_M}{E\,I} = \frac{1}{E\,.\,I}\left(R_{Ml}\,.\,\frac{l}{3l}\,.\,\frac{l}{2} + R_{Mr}\,.\,\frac{l}{3l}\,.\,\frac{l}{2}\right) =$$

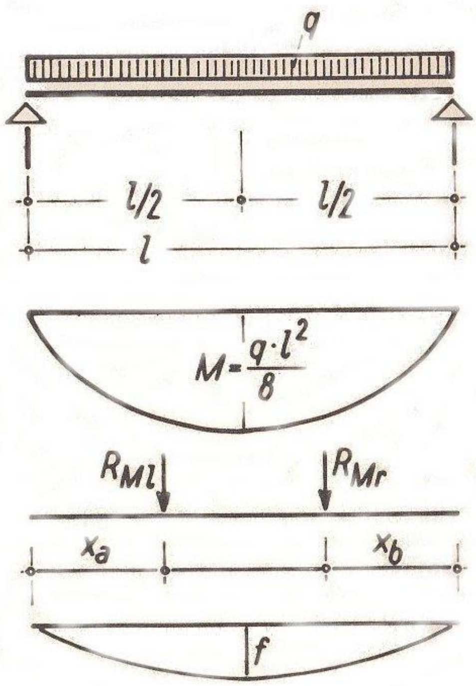
$$= \frac{1}{E\,.I}\,M\,\frac{l}{4}\,.\frac{l}{3} = \frac{M\,l^2}{12\,E\,.I}$$

او د $M = \frac{P\,l}{4}$ سره

$f = \frac{P\,l^3}{45\,E\,.\,I}$ کیږي.

د هغه تیر د پاره چې پر دوه پایو یا تکیا ګانو ایښودل شوی او په اوږدو باندې مساوي وزنونه لري، ددې په منځ کې اعظمي کږېدنې نتیجه په دې ډول پیدا کوو:

په لاندې انځور کې د یو باروړونکي په منځ کې کږېدنه ښايي، کوم چې په دې باندې په اوږدو مساوي وزنونه راغلي:



$$x_a = x_b = \frac{5}{8}\ \frac{l}{2} = \frac{5\,l}{16} \quad a = b = l/2 \qquad \max M = q\,\frac{l^2}{8}$$

$$R_{Ml} = R_{Mr} = M\,.\,\frac{l}{2}\,.\frac{2}{3} = M\ \frac{l}{3}$$

$$f = \frac{M_M}{E\,I} = \frac{1}{E\,.\,I}\left(R_{Mr}\,.\,\frac{5\,.\,l\,.\,l}{16\,l\,.\,2} + R_{Ml}\,.\,\frac{5\,.\,l\,.\,l}{16\,l\,.\,2}\right) =$$

$$= \frac{1}{E\,.I}\ M\ \frac{l}{3}\,.\frac{5\,l}{16} = \frac{5\,M\,l^2}{48\,E\,.\,I}$$

او د $M = q\ \frac{l^2}{8}$ سره

$f = \frac{5\,q\,.\,l^4}{384\,E\,.\,I}$ کيږي.

د همدې په شان نتيجه مونږ د همرنګۍ له لارې تر لاسه کړ.

په مروجو جدولونو کې ډېر وخت منځ ته راتلونکي د وزن حالتونو د پاره فرمولونه دي چې په منځ کې کږېدنې د پاره ورکړل شوي، داسې چې په محاسبه کې د وخت ضايع کېدو سپما پاتې کيږي.

په اخره کې مونږ غواړو چې په منځ کې د کږېدنې اټکلي څېړنې د پاره يو اسانه فرمول تيار کړو. په فولاندي ساختمانونو کې اکثراً بارو ړونکي په اوږدو مساوي وزنونو تر فشار لاندې وي. نو د دا ډول حالت د پاره په منځ کې کږېدنه داسې دی، لکه څنګه چې مونږ ليدلی وو:

$$f = \frac{5\,M\,.\,l^2}{48\,E\,.\,I}$$

علاوه ددې نه

$$\frac{\max M}{I} = \frac{2\,\sigma}{h} \text{ یا } \max\sigma = \frac{\max M}{I}\,.\,\frac{h}{2}$$

دې سره

$$f = \frac{5}{48}\,\frac{2\,.\,\sigma\,.\,l^2}{h\,E} \text{ کیږي}$$

د $E = 2100000\ \text{kp/cm}^2$ سره

$$f = \frac{10\,.\,1000\,.\,\sigma\,.\,100\,l\,.\,100\,l}{48\,.\,2100000\,.\,h}$$

که چېرته σ په Mp/cm^2 او l په متر m او همدا رنګه h په cm وښودل شي، نو بیا دلته

$\frac{10\,.1000\,.100\,.100}{48\,.2100000}$ تقریباً یو 1 جوړوي، چې بیا پر دوو پایو باندې د فولادو ښخه باروړونکي د پاره مونږ دا په لاندې ډول تر لاسه کوو:

$$f \approx \frac{\sigma\left[{}^{\text{Mp}}/_{\text{cm}^2}\right].\,l^2\,[\text{m}]}{h\,[\text{cm}]}$$

مونږ په بل ډول سره دا ولیدل، چې د یو تیر د پاره چې په کافي اندازه ځانګړي وزنونه وباندې دي، د کړېدو مومنت د یو تیر ښخه چې ددې په مطابق په اوږدو وزن وباندې دی، زیات فرق نه لري. مونږ کولای شو چې دغه فرمول هم د اتکلي ښېړنې د پاره هلته په کار واچوو.

مونږ د راوتلي تیر د پاره د همدې په شان فرمول د $f = \frac{M\,.\,l^2}{4\,E\,.\,I}$ ښخه راوتلی، پیدا کړو:

د $\frac{M}{I} = \frac{2\,\sigma}{h}$ سره په دې ډول دی:

$$f = \frac{2\,.\,\sigma\,.\,l^2}{4\,E\,.\,h} = \frac{\sigma\,.\,l^2}{2\,E\,.\,h}$$

د همدغې شرایطو لاندې د مخکې مثال په شان دا داسې دی:

$$f = \frac{1000\,.\,\sigma\,.\,100\,l\,.\,100\,l}{2\,.\,2100000\,.\,h}$$

او دلته دا

$$\frac{1000\,.100\,.100}{2\,.2100000}$$

تقریباً 2,4 جوړوي، بیا نو فولادي راوتلي تیر د پاره دا ډول تر لاسه کوو:

$$f \approx 2{,}4\,\frac{\sigma\left[{}^{\text{Mp}}/_{\text{cm}^2}\right].\,l^2\,[\text{m}]}{h\,[\text{cm}]}$$

مونږ کولای شو چې همدغه نتیجه د لرګو څخه عرضاني مقطع د پاره هم انتقال کړو. د نښتر لرګي د پاره د E مودل په دې ډول دی:

$$E = 100000\ \text{kp/cm}^2$$

که چېرته مونږ هلته هم تشنج په Mp/cm^2 سره ورکړو، نو پر دوو پایو باندې د تیر د پاره مونږ دا ډول تر لاسه کوو:

$$f = \frac{10\,.\,1000\,.\,\sigma\,.\,100\,l\,.\,100\,l}{48\,.\,100000\,.\,h}$$

دلته $\frac{10\,.1000\,.100\,.100}{48\,.100000}$ تقریباً 21 جوړوي.

د لرګي څخه پر دوو پایو باندې باروړونکي د پاره په دې ډول دی:

$$f \approx 21\ \frac{\sigma\left[{}^{\text{Mp}}/_{\text{cm}^2}\right].\ l^2\ [\text{m}]}{h\ [\text{cm}]}$$

او د لرګي څخه راوتلي تیر د پاره

$$f = \frac{1000\,.\,\sigma\,.\,100\,l\,.\,100\,l}{2100000\,.\,h}$$

دلته $\frac{1000\,.100\,.100}{2100000}$ تقریباً 50 جوړوي، چې بیا په دې ډول دی:

$$f \approx 50\ \frac{\sigma\left[{}^{\text{Mp}}/_{\text{cm}^2}\right].\ l^2\ [\text{m}]}{h\ [\text{cm}]}$$

پنځلسم فصل

حرارتي راښکنه يا انبساط Temperaturdehnung (temprature strain)

تر اوسه پورې مونږ د شکل بدلونې په برخه کې څېړنې او تحقیقات وکړل، کوم چې د قؤو په واسطه باعث ګرځېدلی وو. همداسې په اوږدوالي کې تغیرات وو، کله چې پر یوې میلې باندې یو محوري قوه اغیزه وکړي او د کږېدونکي مومنت په وجه کږېدنه موجود وو. نورې شکل بدلونې، لکه د مثال په ډول په پورې وهنې شکل بدلونه او څرخېدنه مونږ بیښې د پامه غورځولی وو. اوس مونږ غواړو چې د ساختماني برخو دا ډول شکل بدلونې سره ځان په کار واچوو، کوم چې د بیروني قؤې په وجه نه، بلکه د تودوخې په وجه شکل بدلونه منځ ته راځي. د دا ډول غوښتنې رقم یو خاص اهمیت لري. یو زښته ډېره برخه د ساختماني تاوانونو، په یو ساختمان کې د تودوخې (حرارت) د تغیر اغیزو ته د نه پام کوونې علت دی.

د ساختماني موادو معلومه پراخېدنه (انبساط) د تودوخې د زیاتېدو په وجه منځ ته راځي او د تودوخې په کمېدو سره دا سره راښکل کیږي. دغه په اوږدوالي تغیر د تودوخې څخه سرې په Δl_t سره ښايي، چې دا په دې ډول دی:

$$\Delta L_t = \alpha_t \cdot t \cdot l$$

چېرته چې

α_t = د تودوخې د پراخېدنې شمېر (تعداد)

t = د تودوخې تغیر په ^{o}C

l = د تودوخې د پراخېدنې اوږدوالی.

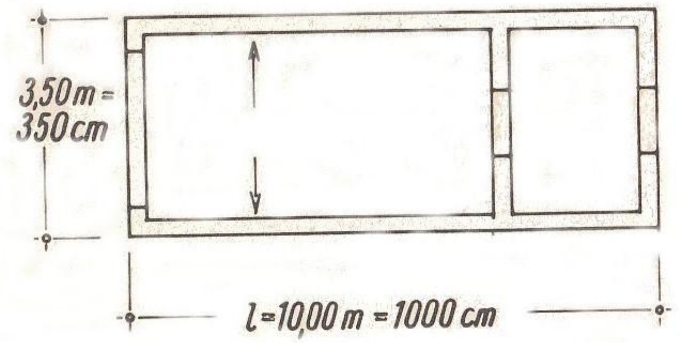
د α_t د پاره په بعضو ساختماني موادو کې ورکړل شوي اندازې په لاندې ډول دي:

فولاد:	0,000012
کانکرېټ:	0,000010
خامه اوسپنه یا د رېځته ګرۍ اوسپنه:	0,000010
د خښتو څخه دېوال:	0,000005
لرګی:	دومره وړوکی، چې په نظر کې ونه نیول شي.

د $\varepsilon_t = \Delta l_t : l = \alpha_t \cdot t \cdot l : l = \alpha_t \cdot t$ سره د تودوخې په انبساط پوهېدل دي.

ددې د پاره چې مونږ یو ښه مفهوم تر لاسه کړو، غواړو چې مونږ یو مثال په نظر کې ونیسو. مونږ یو ګراج او د هغې په خوا کې ننبتی د سامانونو د پاره یوه کوټنۍ، لکه څنګه چې په

لاندې انځور کې ښود شوی دی، ټاکو. دواړه د کلک اهن کانکرېټ تختو څخه، چې ډبلوالی یې $d = 10$ cm اوسي پوښل شوی.
لاندې انځور د یو ګراج زېربنایي طرح ده



مونږ یوار منو، چې په اهن کانکرېټ تختې باندې د 10° تودوخې په زیاتېدو اغیزه کوي. دې سره په اوږودوالي کې زیاتوالی په دې ډول کیږي:

$$\Delta l_t = 0,00001 \ . \ 10^{o} . \ 1000 = 0,1 \text{ cm} = 1 \text{ mm}$$

دا په اول نظر سره کم ښکاري. مونږ غواړو چې وګورو، دا څومره اهمیت لري، که چېرته دا ډول د تودوخې انبساط بې تاوانه اغیزه ونه کړای شي، که بیا هم هیڅ کوم ساختماني حفاظتي مراقبت وجود ونه لري، ددې د پاره چې دا دې سره تړلی حرکت بې د کوم تاوانه ممکن کړي.
مونږ بیا هم دا قبلوو، چې د کانکرېټي تختې او د دېوال په منځ کې کوم درز وجود نه لري، بیا نو د اهن کانکرېټ څخه په دېوال باندې پورې وهنکې قوّه انتقالیږي، کوم چې د هغې لویوالی په اسانۍ سره محاسبه کیږي. ددې د پاره فقط مونږ غواړو چې وټاکو، چې د تختې په سر محوري اغیزه کونکې قوّه باید څومره لوی اوسي، ددې د پاره چې د تودوخې په وجه په اوږودوالي کې تغیر بېرته شاته ټېله شي. د دغې هدف د پاره مونږ د ارتجاعي انبساط د پاره او حرارتي انبساط د پاره مساوي نظر (اظهار) لرو.

حرارتي انبساط $\varepsilon_t = \alpha_t \ . \ t$

ارتجاعیي انبساط $\varepsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{\sigma \ . \ F}{E \ . \ F} = \frac{P}{E \ . \ F}$

$$\alpha_t \ . \ t = \frac{P}{E \ . \ F}$$

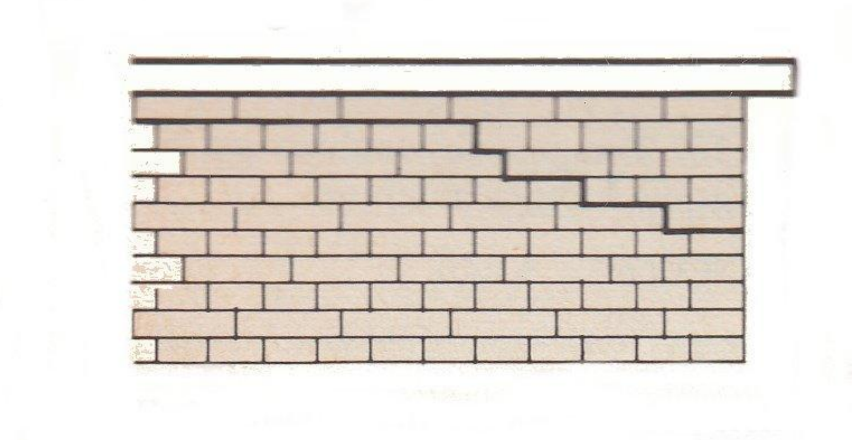
او ددې څخه دا حاصلیږي:

$$P = \alpha_t . t . E . F$$

ددې په ځای چې عددونه ورکړو، په دې ډول دی:

$$P = 0{,}00001 . 10 . 210000 . 10 . 350 = 73500 \text{ kp}$$

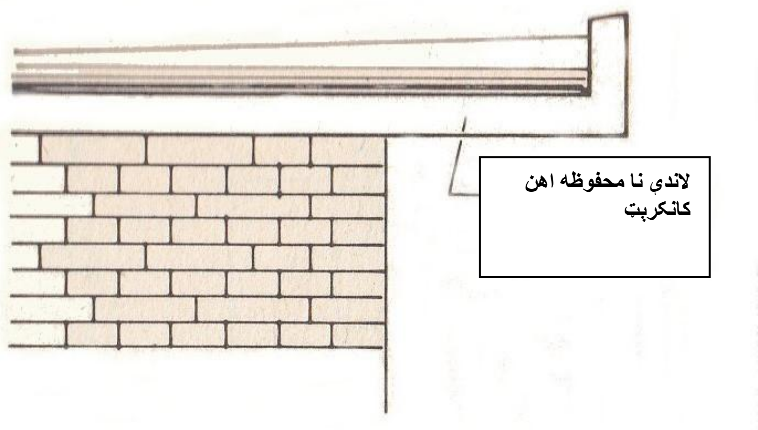
(د اهن کانکریټ د پاره $E = 210000 \text{ kp/m}^2$ د شکل تغیر خوړلو څېړنې د پاره استعمالیږي.)
دغه زښت ډېره قوه ده، نږدې 80 Mp ؛ دا د یو اورګاډي څخه زیات وزن دی، یا د 100 فلکس واګونونو څخه زیات وزن دی! په دې لړ کې فقط 10° تودوخي (حرارت) زیاتی پکې راځي.
دا پوره واضح ده، چې یو دا ډول قوّه دا لاره منځ ته راوړي او د اهن کانکریټ تختې او د دېوال تر منځ سولېدنه یا اصطکاک له منځه وړي. خو دلته د کانکریټ او د پورتني ډبرې د طبقې تر منځ د ښلېدنې تړاو په غټه پیمانه ده یا جامع دی، په خاصه توګه په قوي درز لرنکي ډبرو کې، څنګه چې ړومبی ورڅخه توقع ده، مستقیماً د تختې لاندې یو درز دا سې نه چوېږي. دا درزونه، کوم چې جوړیږي، اکثراً د ډبرو یوې طبقې څخه ټيټ وي. نظر د شوتې (مثالې) جنسیت او د وزن لویوالي ته د ودانۍ په چتونو کې درزونه په نورمال افقي مخه یا طرف وځي او زښت ډېر د دېوال په درزونو کې مخ په ښکته دوام کوي.



په پورته انځور کې ښودل شوی، چې د بام په تختې کې د تودوخي په وجه په شکل بدلونې کې د درزونو جوړېدل څنګه دي.

دا داسې هم نه دی، چې په همدغه اندازه تودوخي (حرارت) د لاسه ورکولو سره، دغه درزونه بېرته بند شي. هیڅ کله هم نه، په دې چې د درزونو په پرانیستلو کې دانه لرونکي مواد د درزونو د شوتې (مثالې) یا د دېوال د خښتو هم د دغو درزونو سره لګېدونکي نري درزونو ته ننوځي او دا بیا د اهن کانکریټ او دېوال د تنګېدو په مقابل کې مقاومت کوي. ددې په ځای اوس اوفقي درزونه پوره خلاصیږي، که چېرته دا نه وو پیښ شوی. د دغې درز په سر تخته شاته ښوییږي. د بلې تودوخي (حرارت) په زیاتېدو سره دغه لوبه بېرته د سره شروع کیږي. یو

د بل سره لګېدونکي درزونه ببرته تر فشار لاندې راځي، ببرته په درزونو کې دانه لرونکی مواد توئيږي او داسې نور. بيا نو دا درزونه په زيات ملي متر سره پراخيږي.
اکثراً دا ډول د درزونو پراخوالی سبب (علت) ګرځول کيږي، د دعوه کولو د پاره کېدی شي چې دا د تودوخي تاوان نه اوسي، په دې چې د محاسبې په اساس دا ډول لوی درزونه منځ ته نه راځي. دا داسې دی لکه چې مونږ وليدل، او په حقيقت کې هم همداسې. فقط د وخت په تېرېدو سره دغه درزونه لوئيږي. دا دومره لوئيږي، چې دانه لرونکي مواد په پراخېدني او په غونجېدني سره کېدی شي چې ډډې ته شي، نو ځکه دا ډېر مقاومت نه شي کولای.
د درز د جوړېدنې او د علت څرګندونې هم ښه واضح شوي دي، چې دا ډول چاود يا درزونه تش په تراشولو او بيا په شوتې (مثالي) سره په بندولو نه ورکيږي. سړی بايد ددې علت العلل ولټوي، او دا په کافي اندازه د تودوخي په مقابل کې عايق او يا خو د فعاليت په اساس ښه متحرک درزاوسي.
دلته د استوګنې کولو کوټو د پاره يو اصول او مقررات وجود لري، دا د DIN 4108 الماني معيار دی، چې د ساختماني څارنې (مراقبت) د پاره د وزارت له خوا نه د يوې لايحې په حېث په مخ وړل کيږي. دغه اصول او مقررات بايد استفاده کوونکو او اوسېدونکو ته يقيني شي، چې يو ګټوره اقليم په ودانۍ کې حاکم دی. خو دې سره بيا هم هيڅ يقيني نه شي کېدی، چې په ساختماني برخو کې هيڅ د تودوخي غوښتنه صورت نه مومي. دا د دغې معيار وظيفه نه ده.
د ساختمان د پاره بايد يا خو يو څه اضافي کار وشي، او يا خو په ودانۍ يا ساختمان باندې د تودوخي د غوښتنو اغيزې په پام کې ونيول شي.
بله دا چې د پورته نه د تودوخي ساتنې څخه کومه زياته استفاده نه شي کېدی، که چېرته د ټنډې سطح او يا لاندې برخه يې نامحفوظ پاتې شي، د مثال په ډول لکه د لاندې انځور په شان، چې بام يې راوتلی دی.
په لاندې انځور کې د اهن کانکرېټ راوتلی بام ښودل کيږي، چې لاندې برخه يې نامحفوظ دی:



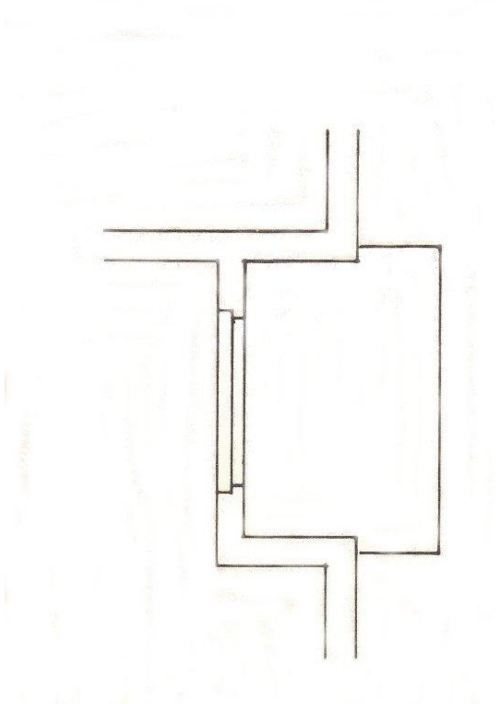
سړې په دا ډول یو حالت کې د اوړي او ژمي په موسم کې یو وار د سوچه یا پاکې هوا تودوخي ته فکر کوي. یو اځې د موسمي شرایطو پورې مربوطه فرق د 40° درجو څخه زیات د فکر کولو نه دی. خو مونږ په خپل مثال کې فقط 10° په نظر کې نیولی وو.

مګر باید دا هم وویل شي، چې دلته محاسبه شوې قوه د 80 Mp شاو خوا ته د دغې لویوالي په اندازه منځ ته نه راځي. دا په دغه لویوالي سره په هغه وخت کې راځي، که چېرته د ېوال په مکمل ډول غېر ارتجاعیي اوسي، خو دا داسې نه دی. په دېوال کې یوه اندازه شکل بدلونې هم امکان لري. برسېره پردې دا داسې نه دی، چې تخته په اخر کې بې پورې وهنې پاتې کیږي او فقط یوې خوا ته پراخیږي. ژبټت ډېر کېدی شي چې ونیول شي، چې تقریباً د منځ څخه دواړو خواوو په جهت په ښوځېدو (حرکت) راځي. په دې لحاظ باید د نیول شوي محاسبه شوي قؤې لاندې یوه لوړه درجه یا اندازه ښودل کیږي، یوه غېر مناسبه پورتنۍ اندازه، کوم چې دا تر لاسه کېدی نه شي. خو یو پر څلورمه به یې هم زیات وي. دا به په 40°C کې تقریباًد 80 Mp شاوخوا ته وي.

د ګراجونو او همدې په شان کوټو د پاره، کوم چې تل په اسانۍ سره جوړیږي، او ګټور تمام شوي، په منځ کې تېر شوي کانکرېټي تختې د درزونو په واسطه تقسیمیږي. او یا که خپله تیار جوړې شوي تختې وي، دا خپله په طبعي ډول یو اندازه درزونه جوړوي.

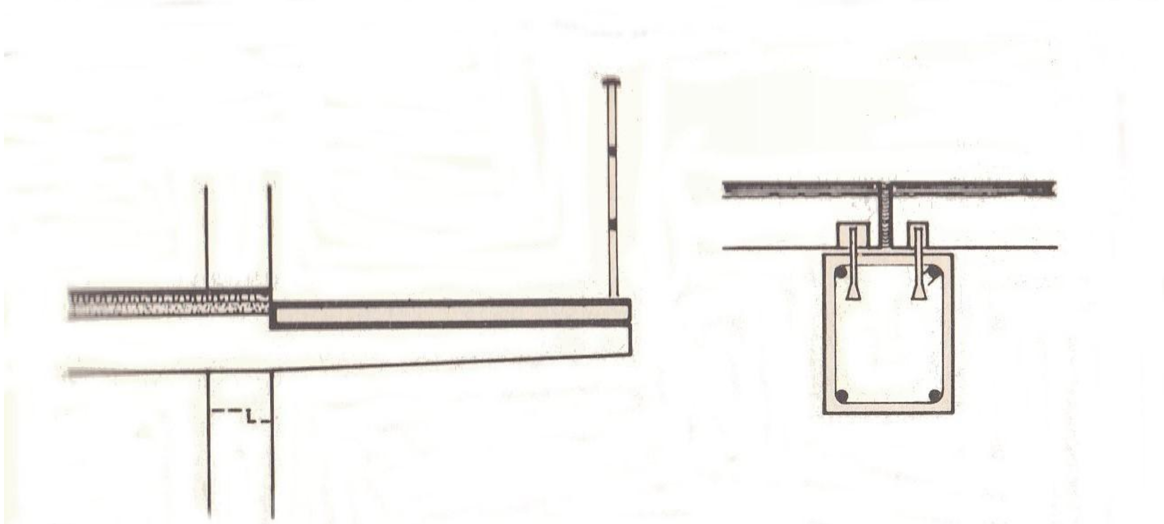
خو فقط د ګراج د بامونو تختې او د بام راوتلي برخې د تودوخي (حرارت) د اغیزې په وجه د خطر لاندې نه دي. د مانا (معنی) په لحاظ دا د تیرونو تختو، سر پوښل شوي لارو او د همدې په شان په ازاده تودوخي (حرارت) تغیر خوړلو سره بې ددې چې مخنیوی وشي،بل وخت ته ځنډول شوي اهن کانکرېټ د پاره اعتبار لري. که دا د یو معین اوږودوالي د حد څخه واوړي، نو په دې صورت کې خوځېدونکي درزونه تقریباً د 3 m مترو څخه تر 5 m مترو پورې فاصله

حتماً ضرور دی. په بل جهت کې د ودانۍ څخه د یو راوتلي اهن کانکرېټ تختې اکثراً کم تر خطر لاندې دي، ځکه چې دا په دغه جهت کې په ازاده خپل شکل ته تغیر ورکولای شي. خو بیا هم ډېر پام پکار دی، که چېرته د یوې برنډې په ډډه کې د ازادې شکل بدلېدنې مخنیوی کیږي، کله چې په لاندې انځور کې ښودل شوی.
لاندې انځور د یوې برنډې طرح ده، چې د کانکرېټي تختې ډډې یا غاړې په ازاده تودوخې په وجه د انبساط مخنیوی کوي:



کله کله د یو بالکون، د یو سر پټې لار یا د چوترې په سر د ډېر قوي حرارت بدلېدو په مقابل کې په کافي اندازه یوه محافظتي طبقه په نظر کې نیول کیږي. یقیني ده چې دا ډول طبقه د لمر د مستقیمو وړانګو اغیزه کموي. خو دلته د اوړي او د ژمي تر منځ د هوا د تودوخې فرق پاتې کیږي.
د بام په هغه کوټو کې چې د اوسېدو د پاره لا تیار شوي نه وي، د بام او د اهن کانکرېټي تختې تر منځ فضأ ځانته د ډېر قوي حرارت بدلېدو په مقابل کې هیڅ په کافي اندازه محافظت نه شي کولای. مکمل ددې خلاف! د اوړي په موسم کې د لمر د ډېرو ژورو وړانګو په وجه هلته تودوخي جوړیږي، کوم چې دا د هوا د تودوخې څخه ډېره اوچته لویږي. نو بیا دا ډول تختې باید د پورته څخه د دا ډول تودوخې په مقابل کې اضافي عایق شي. که نه نو د چت په جګوالي کې اکثراً په نري ډډې کې د افقي درز په حېث اغیزې ښودل کیږي. په نري ډډو کې ددې د پاره، ځکه چې د ودانۍ د اوږودوالي په جهت طبعي لویې پراخېدنې، مطلب دا چې په زیات اوږودوالي سره جوړیږي.

د بالکون په تختو او د همدې په شان نورو ساختمانونو کې د انبساط درزونه د ښکلا په مقایسه ټول بل ډول دي. که چېرته دا په ډېر پام سره جوړ نه شي،نو بیا دا اکثراً د شروع نه بې اغیزه پاتې کیږي. دا باید هم په ډېر پام سره د چتلې او لنده بل څخه وساتل شي، که نه نو دا بیا د ودانۍ پر مخ د چتلۍ لیکې جوړوي، چې ډېر بد ښکاري.
ډېر ساده دادې، چې په بالکون کې د اهن کانکرېټ تخته د ودانۍ څخه ونه ویستل شي، بلکه ددې په ځای هغه باروړونکي تیرونه، کوم چې پر هغه تیار جوړ شوي تختې د ودانۍ د مخ سره موازي ایښودل کیږي او د ودانۍ سره کلکول کیږي.
دغه ساختمان یقیناً په اوله کې په عذابونکې اغیزه لري، خو بیا هم په اوس وخت کې د ودانۍ مخ ته د لمر څخه ساتنې د پاره بالکونونه راویستل کیږي. ددې ګټه دا ده، چې د ودانۍ دننه د اهن کانکرېټ او د ودانۍ بیرون د اهن کانکرېټ د تختې تر منځ د تودوخې پول څومره چې امکان لري ډېر کم ساتي. اهن کانکرېټ ډېر ښه د تودوخې انتقالونکی دی او که چېرته سړی ددې په مقابل کې څه ونه کړي، نو بیا د هغه تختو په واسطه، کوم چې د ودانۍ دننې څخه بیرون ته راوتلې دي، په زیاته اندازه تودوخې د دننه څخه بیرون ته د یو اهن کانکرېټي تختې په مقایسه ، کوم چې پر بیروني دېوال تمامیږي او بیرون ته راوتلی د نیمې خښتې په ډبلو الې دېوال او بیا اخېر په واسطه ساتل شوی وي،انتقالیږي.
لاندې ورکړل شوی انځور د تیارو تختو څخه جوړ شوی بالکون دی:



مونږ په نظر کې نیسو ، چې مکمل د 3,50 m په اوږدوالي د اهن کانکرېټ څخه یو تیر چې بیرون ته راوتلی، دې د پاره عرضاني مقطع تقریباً $b = 20$ cm او $h = 35$ cm او د یو متر څخه زیات راوتلې برخه ضرور دی. ددې مطلب دادی، چې د یو 3,50 m محاسبه شوي محور فاصلې سره ځانته د اهن کانکرېټ مساحت $F_1 = 20 \, . \, 35 = 700$ cm^2 لرو ، کوم چې دا د

تودوخي په انتقالولو کې برخه لري، که دا ډول راوتلې برخه د ودانۍ په دننه کې هیڅ نه وي ټینګ شوی او په پایو باندې د کږېدو په مقابل کې ټینګ نه وي ترل شوی.
د یو راوتلي اهن کانکرېټ څخه تخته باید تقریباً 12 cm ډبل اوسي. دا نو بیا د 3,50 m اوږود محوري فاصلې د پاره د اهن کانکرېټ مساحت په دې ډول دی:

$$F_2 = 250 \;.\; 12 = 4200 \text{ cm}^2$$

دا بیا 6 واره لوی دی!
یقیناً سړی کوی شي چې په شکل بدلونې باندې د تودوخي اغیزې او د خپلې خوښې د تودوخي د انتقال عاقبت هم بل ډول وي نظر ساختماني اقداماتو سره مخامخېدو ته. خو سړی باید دا ډول اقدامات په ښه عایق کولو سره په حقیقت بدل کړي.

شپاړلسم فصل

ښوئيدنې او چپه کېدنې Gleiten und Kippen
(gliding and overturning)

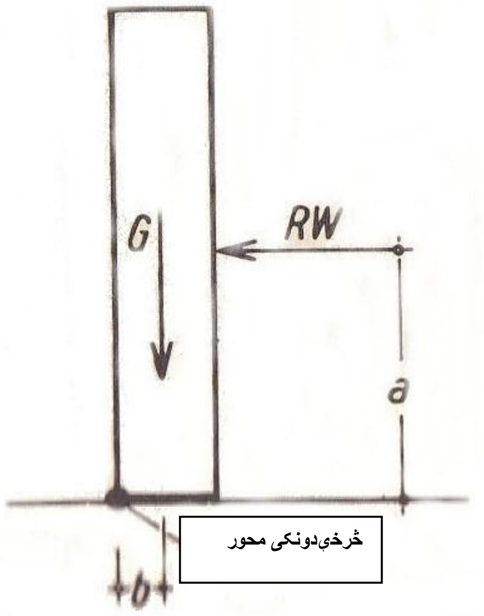
تر اوسه پورې مونږ خپل نظر دا ډول ښودلې وو ، چې ساختمان د ځمکې سره داسې ټينګ شوی، چې راساً په دغې نقطې کې د ځېږنې د پاره هيڅ کوم ضرورت نه شته. اصلاً بيا هم مونږ ساختمانونه وڅېړل، ددې د پاره چې مونږ معلوم کړو ، چې څنګه په هغې کې بيروني وزنونه او قؤې اغيزې کوي. خو بيا هم دا کافي نه ده. نو ځکه چې د افقي قوو تر اغيزې لاندې کېدی شي چې يو ساختمان يا يوه ساختماني برخه د ځمکې د ډوغل يا کندې په سر او يا د بل ساختماني برخې په سر پورې ووهل شي او چپه شي. ددې ساده مثال ځانته ولاړ دېوال دی، د مثال په ډول د احاطې يو دېوال چې د باد تر اغيزې لاندې وي. په همدغې مثال کې مونږ غواړو چې چپه کېدنه د نږدې څخه وڅېړو.

د چپه کېدو په برخه کې سړی پوهيږي چې يوه ودانۍ يا د ودانۍ برخه د افقي محور شاوخوا ته څرخي. د دغې افقي محور حالت د ودانۍ يا د ودانۍ د برخې هغه ډډه، کوم چې د بار شوي ځای په مقابل کې واقع دی، فرضول کيږي. دغه فرضيه يوه ډېره طبعيي تيورې ده. ددې معنی دا ده، چې په دې لحظه کې، کله چې ساختماني برخه په چپه کېدو شروع کوي، نو بيا ټولې عمودي اغيزه کوونکي وزنونه او قؤې پر همدغې ليکې (خط) تمرکز ورکول کيږي، کوم چې بې حده (بې انتحا) لوی تشنج بايد منځ ته راغلی وای. ددې مطلب دا دې، چې د چپه کېدونکي څنډه يا غاړه خپل شکل ته تغير ورکوي، بيا نو وزنونه او قؤې نور نو په يوې ليکې نه ځي، بلکه په نري پټيو کې. نو په دې اساس چپه کېدونکې څنډه په عرضاني مقطع کې لږ څه شاته پورې وهل کيږي. نو دا د چپه کېدو د پاره يو يقيني منفي اړخ دی، کوم چې مونږ يې بيا ګورو.

لومړی مونږ يو وار په چپه کېدونکي څنډې کې مخکې څنډه په نظر کې نيسو ، بيا نو مونږ دا ډول حالت لرو: د ښي خوا نه اغيزه کوونکې قؤې R_w کوښښ کوي چې دېوال کيڼې خوا ته وګرځوي يا چپه کړي. د چپه کېدنې محور پورې مربوطه د چپه کېدو مومنت په دې ډول جوړيږي:

$$M_K = R_w \,.\, \alpha$$

په لاندې انځور کې د يو ځانته ولاړ دېوال د خاص حالت مومنت او د چپه کېدو مومنت ښودل شوی:



ښي خوا ته تاوېدنې کې د دېوال خپل وزن G د اړم لاستي b سره، د اسې چې چپه کېدونکي ته متقابل اغيزه کونکی مومنت، چې د خاص حالت مومنت نومول کيږي، په لاندې ډول نيول کيږي:

$$M_{St} = G \cdot b$$

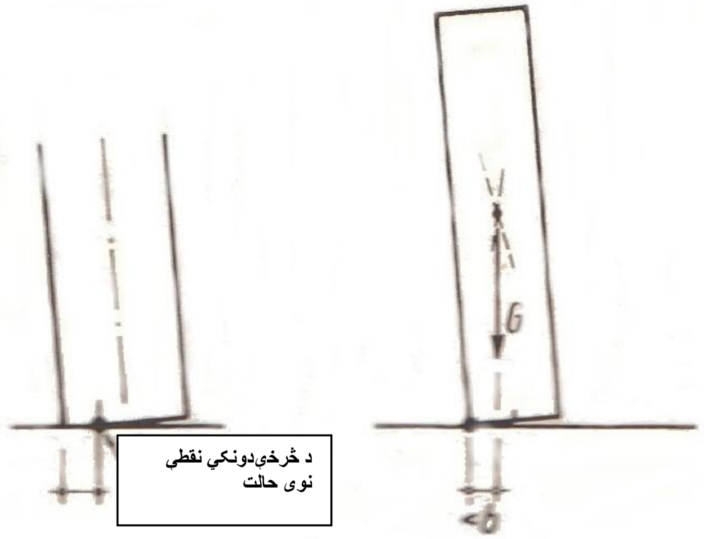
سړی بايد دې سره داسې تصور وکړي، چې د چپه کېدو په لحظه کې د ولاړ درز څخه تر چپه کېدونکي څنډې پورې هوا ده. نو بيا په دې صورت کې دېوال د چپه کېدو څنډې شاوخوا ته څرخېدو سره د لاندې بنسټ څخه بېليږي.

ددې د توازن ساتلو حالت د پاره بايد د دغې په نظر کې نيول شوي دېوال ټولو اغيزه کوونکو قوو مومنتونه صفر اوسي، دا په دې ډول:

$$\sum M = 0 = G \cdot b - R_w \cdot \alpha = 0$$

دا به د دغې شېبې (لحظې) د پاره يو شرط اوسي، چېرته چې د R_w قوې ډېره کمه لوړېدنه کفايت کوي، چې دېوال وغورځوي. خو مونږه ددې په برخه کې وغږېدو، چې د چپه کېدونکي څنډې ځای په دغه شېبه (لحظه) کې شاته پورې وهل کيږي، په کوم چې د b د اړم لاستی د خاص حالت مومنت وړونکی کيږي. خو بيا هم د اړم لاستی د دېوال اسانه ميلان کموي.

په لاندې انځور کې ښودل شوی، چې د خاص حالت مومنت د اړم لاستی وړوکی کیږي:



خو بیا هم دا کفایت نه کوي، چې فقط موازنه (توازن) په ثبوت ورسول شي، بلکه دا باید د چپه کېدو په مقابل کې یقیني کېدل هم وړاندې شي. د چپه کېدنې په مقابل کې د غه حفاظت په نورمال حالت کې د $s = 1{,}5$ سره غوښتل کیږي. ددې مطلب دادی، چې د خاص حالت مومنت باید کمتر کمه $s \geq 1{,}5$ واره لوی دی نظر چپه کېدونکي مومنت ته.

د $\sum M = 0$ د پاره زمونږه معادله په دې ډول ده:

$$G \cdot b - s \cdot R_w \cdot \alpha = 0$$

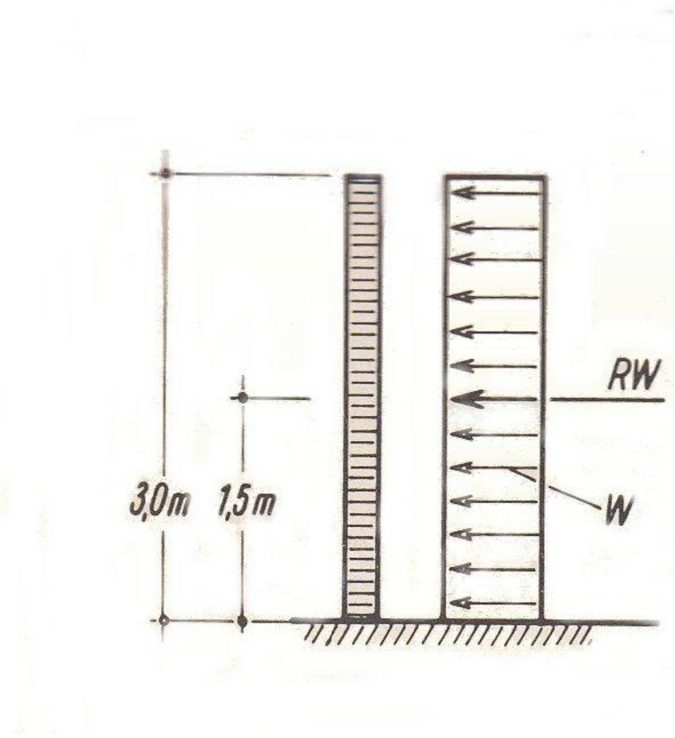
$$s \cdot R_w \cdot \alpha = G \cdot b$$

او ددې څخه خسمانه یا امنیت په دې ډول لاس ته راځي:

$$s = \frac{G \cdot b}{R_{w} \cdot \alpha} = \frac{M_{St}}{M_k} \geq 1{,}5$$

اوس مونږ ګورو، چې ایا پر ځکه باندې ځان ته ولاړ یو دېوال لکه څنګه چې په لاندې انځور کې ښودل شوی چې $h = 3{,}0$ m لوړوالي او $d = 24$ cm ډبلوالي سره د باد په مقابل کې په کافي اندازه د نه چپه کېدو ګرنتي کولای شي.

په لاندې انځور کې په یو دېوال د باد فشار ښودل شوی



وزن:

a) دېوال

د بندیځ فشار $q = 50\ kp/m^2\ (h < 8{,}0\ m)$

ضریب $c = 1{,}2$

$$\omega = c\ .\ q = 1{,}0\ .\ 50 = 60\ kp/m$$

$$R_W = h\ .\ \omega = 3{,}0\ .\ 60 = 180\ kp$$

b) خپل وزن یې:

د 100 M_Z ښخه دېوال $\gamma = 1800\ kp/m^3 = 1{,}8\ Mp/m^3$

$$G = d\ .\ h\ .\ \gamma = 0{,}24\ .\ 3{,}0\ .\ 1800 = 1296\ kp$$

$$a = 1{,}50\ m \qquad b = 0{,}12\ m$$

د چپه کېدو مومنت:

$$M_K = R_W\ .\ a = 180\ .\ 1{,}50 = 270\ kpm$$

د خاص حالت مومنت:

$$M_{St} = G\ .\ b = 1296\ .\ 0{,}12 = 156\ kpm$$

ددې مطلب دادی، چې د خاص حالت مومنت په هیڅ وجه د چپه کېدو مومنت څخه لوی نه دی، بلکه لا ډېر وړوکی. دېوال چپه کیږي. که د دېوال لوړوالی تقریباً 1,70 m ته ټیټ شي، بیا نو دا دېوال د چپه کېدو په مقابل کې یو وار ګرنټي کېدی شي، په دې ډول:

$$R_W = 1{,}7\ .\ 60 = 102\ kp \qquad G = 0{,}24\ .\ 1{,}7\ .\ 1800 = 734\ kp$$

a = 0,85 m b = 0,12 m

د چپه کېدو مومنت:

M_K = 102 . 0,85 = 87 kpm

د خاص حالت مومنت:

M_{St} = 734 . 0,12 = 88 kpm

یو دېوال چې d = 24 cm ډبل وي او لوړوالی یې د یو پوړ (منزل) په اندازه وي، د درېدو توان نه شي لرلی، تر څو چې ددې په سر کوم چت نه وي ورکړل شوی. دا دېوال باېد د پورته خوا نه ټینګ شي، تر څو د چپه کېدو څخه وژغورل شي. علاوه ددې نه په دې کې خپل وزن هم راځي، کوم چې چت پر دې باندې اېښودل کیږي او د همدې په شان ددې د درېدو توان لوړوي.

ځانته ولاړ دېوالونه په خاص پاملرنې سره جوړول کیږي. سړی پام نیسي، چې د منزلونو دېوال د جوړولو په جریان کې، که فقط د لنډ وخت د پاره هم وي، لکه د ځانته ولاړ دېوالونو په شان د باد تر اغیزې لاندې وي. د یو ناڅاپه سخت باد سره، لکه څنګه چې مونږ ولیدل، چې تړل شوي نه وي، نو دا ډول دېوالونه چپه کیږي، کوم چې د بده مرغه تل دا ډول واقع کیږي.

که چېرته د 1,5 وارې پورې ددې یقیني کېدل ترلاسه نه شو کړی، نو باید ددې لوړوالی نور هم کم شي. ددې په ځای مونږ غواړو چې د دېوال ډبلوالی d = 36,5 cm ته لوړ کړو. د یو دېوال چې لوړوالی یې د h = 2,60 cm څخه زیات وي، ددې د درېدو یقیني کېدنه د s = 1,5 څخه ټیټ دی.

$$M_{St} = G \cdot \frac{b}{2} = b \cdot h \cdot \gamma \cdot \frac{b}{2} = \frac{b^2}{2} \cdot h \cdot \gamma$$

$$M_K = \omega \cdot h \cdot \frac{h}{2} = \omega \cdot \frac{h^2}{2}$$

$$\frac{M_{St}}{M_K} = 1{,}5 \;\rightarrow\; M_{St} \;\geq\; M_K$$

$$\frac{b^2}{2} \cdot h \cdot \gamma \;\geq 1{,}5\, \omega \cdot \frac{h^2}{2} \qquad h \;\leq\; \frac{b^2 \cdot \gamma}{1{,}5 \cdot \omega} = \frac{0{,}365^2 \cdot 1{,}8}{1{,}5 \cdot 0{,}060} = 2{,}68 \text{ m}$$

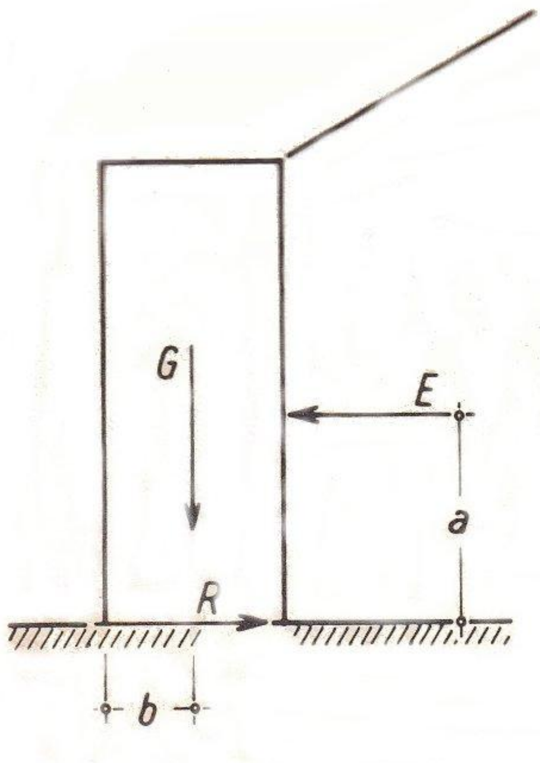
د تکیا دېوالونه هم په همدې شان د ځمکې د فشار په وجه، کوم چې د دېوال شاته زور راځي، چپه کېدی شي. اوس مونږ غواړو چې ببرته د دغې ځمکې فشار ته، چې د دېوال چپه کېدو باعث ګرځي، راشو. دغه افقي قوّه کېدی شي چې دومره قوي وي، چې دغه د تکیا دېوال، کوم چې د ځمکې دفشار تر اغیزې لاندې دی، هیسته وښویوي. دلته د چپه کېدو څخه ساتنې نه علاوه د ښوئیدو د پاره یوه امنیتي تتدابیر باید ونیول شي. علاوه ددې نه، مطلب دا چې په نظر کې نیول شوي د چپه کېدونکې څنډو یا غاړو مومنتونه، په نظر کې نیول شوي درزونو کې یوه قوّه جوړیږي، کوم چې دا د سولېدلو مقاومت دی. که چېرته دا له منځه ولاړ شي، بیا نو دغه د ساختماني برخه په خوځېدو (حرکت) راځي. لکه د لاندې انځور په شان.

دا داسې هم نه دی، دلته باید قوې په برابر حالت (توازن حالت) کې اوسي، چې دا هم دلته په دې ډول:

$$\sum H = 0 = R - E = 0$$
$$R = E$$

دلته هم نااطمناني شته، دا د وزنونو په څېړنه کې، او بیا هم د سولېدنې قوې په حقیقي لوړوالي کې او تر اغیزې لاندې ټولو ساختماني موادو سره، داسې چې دا هم د ماتېدو یا د حرکت یوه لویه اطمنان جوړېدلو حالت غوښتل دي، نو بیا همداسې د ښوېیدو په مقابل کې $s \geq 1{,}5$ یقیني کېدلو ضرورت دی. ددې مطلب دادی، کوم چې په ښوئیدو باندې راوړونکی وزن ته اجازه ده چې تر $1{,}5$ وارې پورې پورته شي، بیا نو باید تل یو بل سولېدونکې قوه R په همدغې اندازې لوړوالي سره، خو متقابل ورکړل شوي جهت سره موجود اوسي.

په لاندې انځور کې ښودل شوی چې د ساختمان په درز کې د R ښوئیدونکې قوه ده چې د ساختماني بنسټ ودانۍ د پورې وهې څخه ساتي:



د سولېدنې علت د متحرکه جسم نا برابروالی (لوړ او ژوروالی) دی، کوم چې په بل نابرابره لاندې طبقو باندې تجاوز کوي. په ښوځېدو سره باید دغه نابرابره ځای و منښل یا وسولول شي.

دغه سولېدنه مستقیماً د قؤې پورې اړه لري، کوم چې دا عمودي په لاندې طبقې باندې فشار راولي. ددې مطلب دادی: څومره چې پر دغې ښویه سطح د قؤې عمودي اغیزه لویه وي، هومره په همدغه ښویه سطح کې د سولېدنې اغیزه لویه ده. ددې څخه لاندې ورکړل شوی د سولېدنې ضریب جوړېږي:

$$\mu = \frac{R}{N}$$

په پورته فرمول کې:

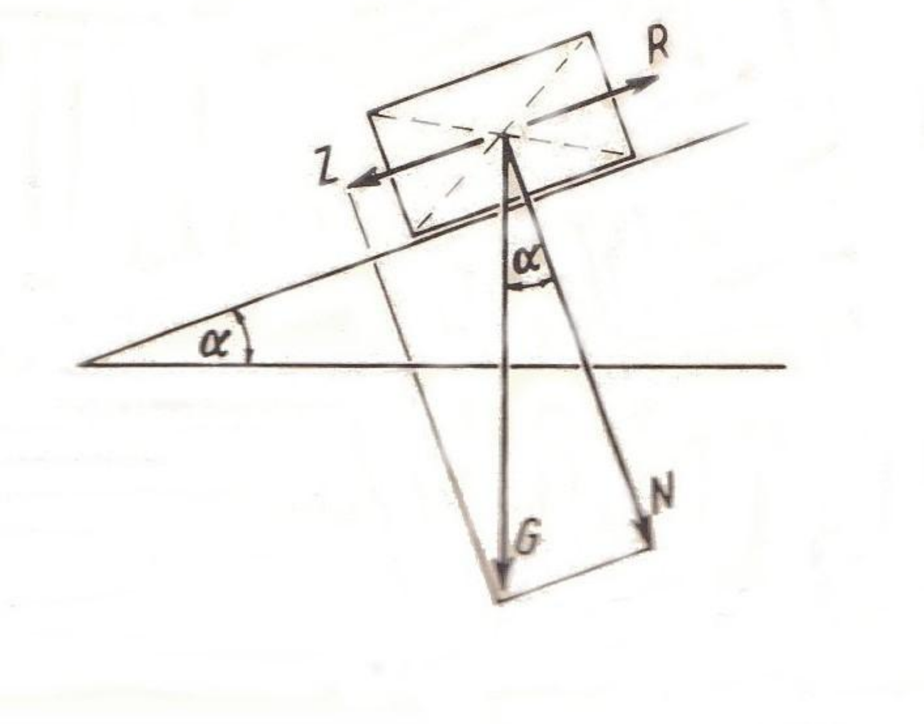
R سولېدنه

N د سولېدنې سطح باندې عمودي قوه ده.

د سولېدنې ضریب د عدد په حېث بل ډول نه دې نظر د یو واحدې قؤې N پورې مربوطه سولېدنې ته. علاوه د کولېدونکي سولېدنې او ښوئېدونکي سولېدنې نه، کوم چې مونږ د پاره کم اهمیت لري، سرې د خوځېدنې سره سولېدنې او دا په ارام حالت کې فرق کولای شي. دې سره ښودل کیږي، چې لوی د سولېدنې مقاومت منځ ته راځي، کله چې په پام کې نیول شوي شکل څخه د ارام حالت نه په حرکت بدل شي. که دغه شکل یو وار په حرکت وي، نو په دې حالت کې د سولېدنې مقاومت وړوکی دی او دې د پاره یوه وړه قؤه کفایت کوي، ددې د پاره چې حرکت په راتلو نکي کې هم وساتي. دا هم د غوښتنې د پاره، کله کله د ډېر واضح اطمینان یو اساس دی. دا باید د افقي قؤې فاصلې سره کم اوسي نظر د سولېدنې مقاومت ته. ځکه چې دا یو وار له منځه وړل شوی وو، نو د حل شوي قؤې په حېث دا وړوکی کفایت کوي، ددې د پاره چې ساختمان په حرکت راولي.

د سولېدنې ضریب د تجربې له مخې په ښویه میلاني سطح باندې ساده ټاکل کیږي. په دې چې د G د قؤې څخه منبع او سېدنکي ترکیبونه Z باید په ښکاره ډول د R د سولېدنې مقاومت سره مساوي اوسي، چې دې سره توازن تر لاسه کړي. دا په دې ډول دی:

په لاندې انځور کې په ښویه میلاني سطح باندې د سولېدنې د مقاومت ټاکنه ښايي:



$N = G \cdot \cos\alpha$ او

$Z = G \cdot \sin\alpha = R$

او علاوه ددې نه

$\mu = R : N$

$$\mu = \frac{G \cdot \sin\alpha}{G \cdot \cos\alpha} = \tan\alpha$$

سړی دغه لاندینۍ طبقې ته تر د α زاويې پورې لا زيات ميلان ورکولای شي، کوم چې پر دې باندې مستقيم يوه ښويه قوّه ايښودل شوی ده، داسې چې د دغې سولېدنې ضريب ټانجن (Tangens) د α زاويه ده. دا مونږ په دې ډول نيسو، چې د $\alpha = 12^{\circ}$ يوې زاويې سره پر يو ميلاني سطح پروت پېدا کونکی جسم مستقيماً په ښوئېدو شروع کوي، د سولېدنې ضريب يې په دې ډول دی:

$\mu = \tan\alpha = \tan 12^{\circ} = 0{,}21$

لاندې د ساختماني موادو د پاره يو نيم د سولېدنې ضريبونه ورکړل شوي دي:

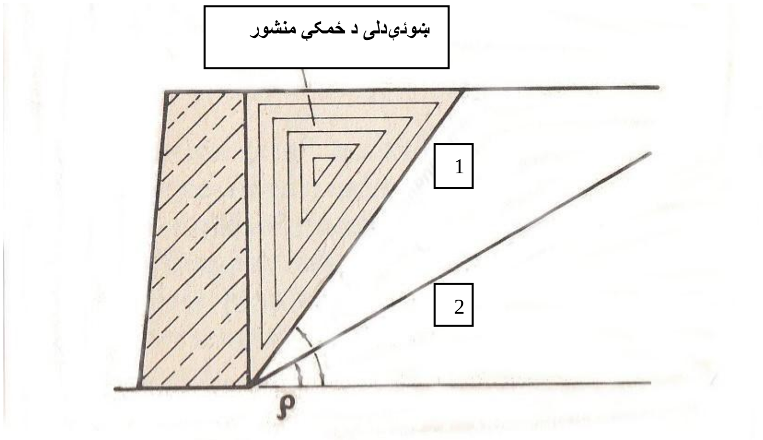
د خښتو د پاره چې خښته پر خښتې د تازه شوتې (مثالې) سره	0,50 – 0,70
په کانکرېټ ديوال د پاره	0,76
په شګې باندې کانکرېټ د پاره	0,56
په فولادو باندې د فولادو د پاره	0,15
په يخ باندې د فولادو د پاره	0,027

د کانکرېټ څخه په يو بنسټ (تهداب) کې، کوم چې پر شګو باندې ولاړ دی، د مثال په ډول د 100 Mp په اندازه يو وزن عموداً د ځمکې درز ته انتقالوي، نو د ځمکې درز پر سر عمودي والې له لارې اغيزه کوونکې قوه 56 Mp د ځمکې د درز په سطح اغيزه کوونکی د سولېدنې قوه وېښوي. دا بايد بيا هم 56 Mp په افقي اغيزه کوونکې قوې، چې پر بنسټ (تهداب) باندې اغيزه کوي، هغه د خپل حالت څخه پورې وهي. د $s = 1{,}5$ په اطميناني کېدنې کې اجازه ده چې دغه وزن بيا هم تقريباً 37 Mp لوی شي.

اوولسم فصل
د ځمکې فشار Erddruck (soil pressure)

د ښوئيدنې او چپه کېدنې سره مربوطه يوځای د ځمکې فشار منځ ته راځي. په دې چې دا يوه قؤه ده، کوم چې د باد په خوا (طرف) کې د ښوئيدنې او چپه کېدنې په مقايسه منځ ته راتلی شي. د ځمکې فشار په برخه کې سړی په ساده ډول پوهېدی شي، چې دا زښت ډېر افقي اغيزه کوونکی قؤه ده، کوم چې دا کوښښ کوي، د مثال په ډول يو د تکيادېوال چې په پورې وهلو يا د ځنډو (غاړو) له منځه تللو سره د خپل پخواني حالت څخه بې ځايه کړي. دا ډول محدود دېوال وجود نه لري، چې د هغې په اطراف کې ځمکه په طبعي ډول پراخه شي. دا کېدی شي چې مخ په ښکته ځمکه جوړه شي، چې د هغې ميلان د داخلي سولېدني په واسطه يوه زاويه جوړوي. دا هغه زاويه ده، چې د خاورې څخه ډکون شوې ځمکې د داخلي نښلېدنې په مرسته هغه ارامه ساتي.
د ځمکې د فشار لويوالی د مختلفو عاملونو پورې تړلی دی. همدا رنګه خپله د ځمکې رقم پورې، د هغې د موقعت ګټوالي او د محدود شوي ساختماني برخې د نه خوځېدنې درجې پورې، کوم چې پر هغې د ځمکې فشار اغيزه کوي. په دې ډول دا د ارام فشار څخه فرق کوي، کوم چې دا بالکل (مطلق) په ټينګو ساختماني برخو اغيزه کوي او دا ډول نومول شوی فعاله د ځمکې فشار منځ ته راځي، د محدود شوي ساختماني برخې شکل بدلونې کې برخه اخلي ، که دا فوق العاده کم هم اوسي.
د ځمکې ارام فشار نظر د ځمکې فعاله فشار ته لوی دی او دا داسې جوړېږي، لکه څنګه چې وويل شول، کله چې د ساختمان په واسطه محدوديد مکمل ټينګ چلند ولري. دلته تقريباً د 1/2000 د دېوال جګوالي پورې ډېر وړوکی حرکت کفايت کوي، ددې د پاره چې فعاله د ځمکې فشار منځ ته راشي. د يو تاکاو د پوړ په جګوالي کې چې تقريباً 2,50 m اوسي، د ځمکې د فشار په وجه تقريباً د 1 mm څخه زيات د تاکاو د دېوال په منځ کې افقي کږېدنه منځ ته راځي. دا يو شکل بدلونه ده، کوم چې دا د قاعدې له مخې په لوړپوړو ودانيو کې تل جوړېږي، دې ته دا کفايت کوي، چې د راجع شوي ساختماني برخې فقط د وړوکي فعاله فشار څخه وروسته محاسبه شي.

په لاندې انځور کې د دېوال په تکيا باندې د ځمکې فشار ښايي



په پورته انځور کې:

1. په مستقیم ډول کم شوی ښویه لیکه

2. په طبعی ډول ځمکې ته میلان ورکړل شوی لیکه

په همدې لحظه کې، چې په دې کې دا ډول وړوکی حرکت منځ ته راځي، د ځمکې ټوله برخه، کوم چې د دېوال سره تکیا لري، ښیلیږي، د طبعیي مخ په ښکته لیکې په سر تقریباً ټوله برخه نه، بلکه فقط ددې یوه برخه. اوس نو فقط دغه وړوکې برخه پر احاطې باندې اغیزه کوي. ددې مکمل محاسبوي څېړنه اسانه نه ده. په نورمال حالت کې دلته په لوړپوړو ودانیو کې فقط په شاقول برابر (عمود) دېوالونه او د ځمکې د ساحې یوه افقي پورتنۍ برخه لیدل کیږي، داسې چې دا د Rankine[13] خاص حالت محاسبې سره ساده کیږي.

څومره چې ژوریږي، هومره د ځمکې فشار زیاتیږي، لکه د اوبو د فشار په شان چلند لري، چې په ژوره کې ددې غټوالی h دی:

او دلته

$$\gamma = 1,0$$

په پورته فرمول کې دا قیمت علاوه کوو

د اوبو دغه ځېښنه هم عمودي او هم افقي اغیزه کوي. د ځمکې په ساحه کې بیا هم د ځمکې افقي فشار فقط د عمودي اغیزه کوونکي فشار نیمايي (کشر) دی. په ځمکه کې عمودي ځېښنه په دې ډول ده:

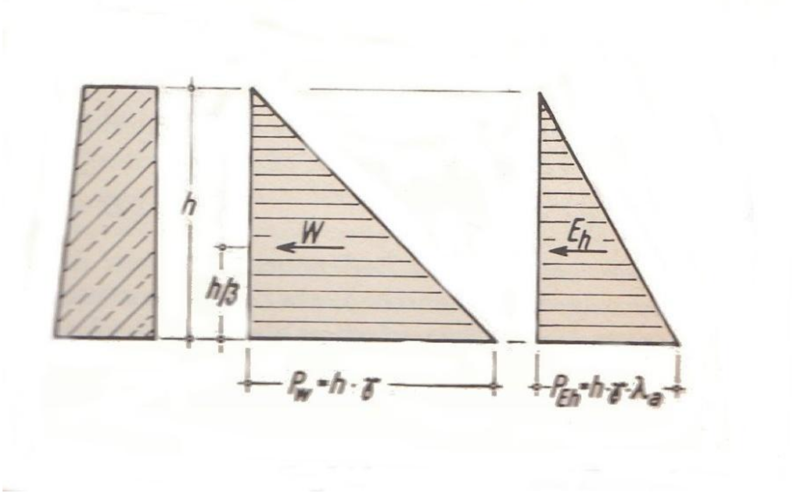
[13] (Rankine دا د سکاټلېنډ یو فزیک پوه او انجینیر وو، چې دې د ځمکې په مېخانیک کې د ځمکې د فشار محاسبه کړې وه.

دلته γ د ځای وزن ښودل کیږي، کوم چې د خاورې د رقم له مخې فرق لري. همدغسې په متوسط ګڼ باره شوي شګې د پاره د ځای وزن $\gamma = 1,8\ \mathrm{Mp/m^3}$ دی. د ځمکې افقي فشار په دې ډول دی:

په کوم کې چې λ_a د ځمکې د فشار ضریب ښودل کیږي، چې دا ارتباط لري د:

داخلي سولېدنې سره
د دېوال د کنج سولېدنې سره (دلته = 0 چې اغیزه کمه ده)
د ودانۍ میلان سره (دلته = 0) او
د دېوال میلان سره (دلته = 0)

په لاندې انځور کې د اوبو او ځمکې د فشار مقایسه ښايي



بیا نو د E_h مکمل د ځمکې فشار په دې ډول دی:

$$E_h = \rho_{Eh}\ .\ h\ .\ \frac{1}{2} = h\ .\ \gamma\ .\ \lambda_a\ .\ h\ .\ \frac{1}{2} = \frac{1}{2}\ .\ \gamma\ .\ \lambda_a\ .\ h^2 = k_e\ .\ h^2$$

په کوم کې چې

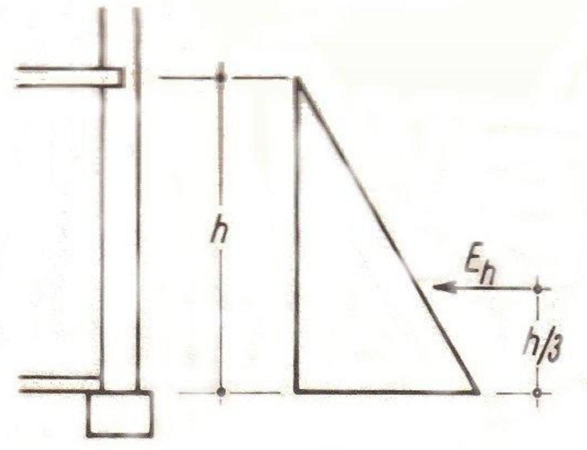
$$k_e = \frac{1}{2}\gamma\ .\ \lambda_a$$

دلته دا د راجع شوي شرایطو لاندې په دې ډول دی:

$$\lambda_a = \tan^2 (45^\circ - \varrho/2)$$

د داخلي سولېدنې د ځای وزن او زاویه د DIN 1055 الماني معیار په دوهمې پاڼې کې ورکړل شوي دي. دې سره ورکړل شوي ویناوې د مروجو فرشونو رقم د پاره اندازې د k_e او د λ_a د پاره په جدول کې ترتیب شوي دي.

په لاندې انځور کې د يو تاکاو په کوټې باندې د ځمکې فشار ښودل شوی



$h = 2{,}40$ m

د ځمکې فرش: کرېړ – شګه، لمده خاوره

$E_h = h^2 \,.\, k_e = 2{,}4^2 \,.\, 0{,}260 = 1{,}50$ Mp

د تاکاو د ځمکې په اوبو کې د همدې مثال په شان حالت دا سې دی، چې ځانته په اوله کې د ځمکې فشار کم دی، دلته د اوبو د فشار په وجه د $\gamma = 2{,}1$ په ځای $\gamma = 1{,}1$ دی. خو په دې کې نور د اوبو فشار زياتيږي.

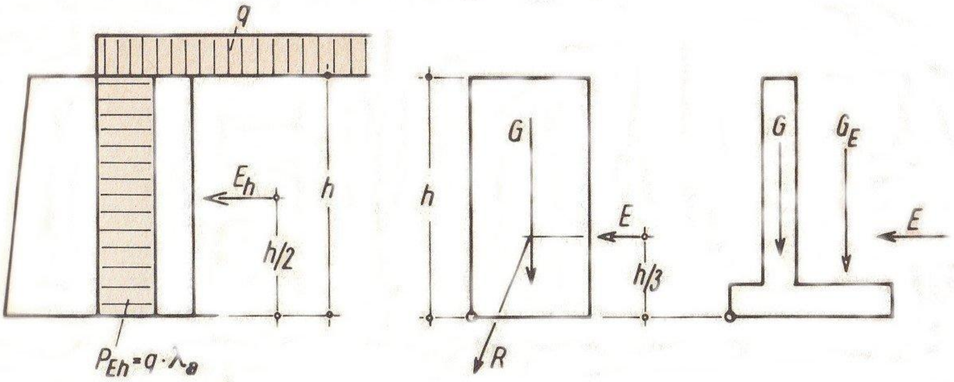
دلته د ځمکې فشار	$E_h = 2{,}4^2 \,.\, 0{,}150 = 0{,}87$ Mp
او د اوبو فشار	$W = 2{,}4^2 \,.\, 0{,}5 = 2{,}88$ Mp
مجموعه	$\sum H = 3{,}75$ Mp

که د ځمکې پر پورتني سطح موټرونو او انسانانو په وجه، خو لوړ ورکړل شوي بنسټ (تهداب) په وجه هم وزنونه راشي، نو دا سې ويل کيږي، مطلب دا چې مستطيلي افقي د ځمکې فشار د ژوروالي پورې کومه اړه نه لري.

ددې ځخه د ځمکې فشار په دې ډول دی:

$$E_h = h \,.\, \rho \,.\, \lambda_a$$

اول انځور: دروند وزن لرونکي　　　　دوهم انځور: د وزن په وجه د ځمکې فشار



د یو وزن د پاره، چې q = 0,5 Mp/m^2 په مساوي ډول تقسیم شي، نو بیا د تاکاو د دېوال مثال د پاره په دې ډول دی:

$$E_h = 2{,}40\ .\ 0{,}5\ .\ 0{,}271 = 0{,}325\ \text{Mp}$$

په کوم کې چې د کرېږ- شګې، لمدې ځمکې د پاره د λ_a اندازه یا قیمت 0,271 دی.

که د تاکاو دېوال دغه وزن د E = 1,50 + 0,32 = 1,82 Mp د هر متر په اوږدوالي کې وزغمي، دا نو بیا هم وڅېړل شي.

د نیم بشپړوالی د غېر فعاله د ځمکې فشار یا هم د ځمکې مقاومت نومول کیږي. دا په هغه وخت کې منځ ته راځي، کله چې د مثال په ډول یو د تکیا دېوال د ځمکې په مقابل کې ځېښنل کیږي. دغه حالت په لوړپوړو ودانیو کې ډېر لږ وي. مخکې د هغې نه چې دغه زمونږ د تاکاو د دېوال په مثال کې د ودانۍ په داخل کې پراته د بنسټ (تهداب) د پټۍ د ډډې سطح نه وروسته کیږي، واضح شي. په دې چې د فشار په وجه د بیرون خوا نه منځ ته راتلونکی د ځمکې فشار سره بنسټ (تهداب) دننه خوا ته او دې سره د ځمکې په مقابل کې ځېښنل کیږي. سړی دغه د ځمکې مقاومت همداسې او ددې په شان حالاتو کې د خپل نظره غورځوي، ځکه چې تل دغه امکان وجود لري، چې دغه د ځمکې سطح د بنسټ د ډډې نه په یوې موقع کې ساختماني هدف د پاره وکیندل شي.

دېوالونه د ځمکې فشار نیسي، لکه څنګه چې مونږ د یوې ودانۍ سره په تړاو کې په دې پوه شو. مونږ لا ګورو، چې دغه دېوالونه د ځمکې فشار فقط په دې ډول نیولی شي، چې لوی وزنونه وجود لري. د ودانۍ څخه بهر، کوم چې دا ډول وزنونه وجود نه لري، نو باید د تکیا دېوالونه ځانته د ځمکې د فشار په مقابل کې مقاومت وکړي. دلته د تکیا دېوالونو دوه لوی ګروپونه دي: ډېر درانده (ډېر وزن لرونکي) دېوالونه، کوم چې دا ځانته د خپل وزن له مخې د

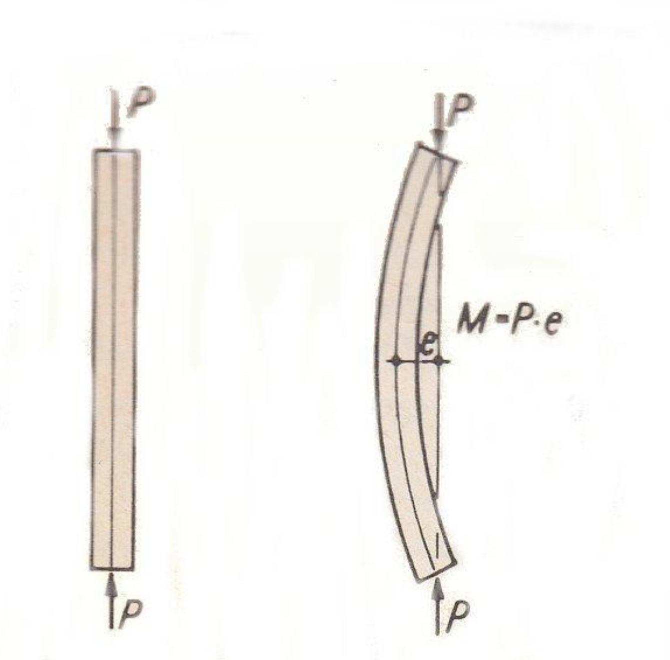
چپه کېدلو او ښوئیدلو په مقابل کې ټینګ دي، او بل یې کنج لرونکي استحکاني دېوالونه دي، چې په دې کې لازمي وزن خپله د ځمکې په واسطه منځ ته راځي.

اتلسم فصل

کړېدنې (قاتېدنې) Knicken (buckling)

که چېرته هم د فولادو په شان د راښکنې او ځېښنې په مقابل کې ټینګوالی مساوي اوسي، نو حتمي ده چې په یو ډول عرضاني مقطع سره یو ځېښنونکې میله یا سیخ ژر خرابیږي نظر راښکونکي میلې یا سیخ ته. مخکې ددې نه چې د دغې مادې د ځېښنې په مقابل کې ټینګوالی تر لاسه شي، نو د وړاندې نه دا په ماتېدو شروع کوي. نو دې سره د ځېښنونکي میلې د اندازه کوونې د پاره د اجازه ورکړل شوي فشار نور په کافي اندازه معیاري نه شي کېدی. یوائې او یوائې ډېر په منځ کې ننویستل شوي میلو یا سیخانو یو د ځېښنونکې میله د ماتېدو په مقابل کې د ټینګېدو نه مخکې خرابیږي. لکه څنګه چې د سترګو نظر ښایي، چې میله په اندازې سره په یوې ډډې قاتېدو ته میلان کوي، لکه د یو ثابت فرضول شوی عرضاني مقطع په مقایسه اوږودوالی زیاتیږي. ددې مطلب دا دې، چې یوه اوږده ځېښنونکې میله مخکې قاتیږي نظر لنډې میلې ته.
خپله په دقیق محوري تجاوز کوونکی د میلې قوّه د ګاونډ عرضاني مقطع دوه اړخیزه تاوېدنې سره په ځېښنونکي میلې کې حسابیږي، کوم چې دا د ساختماني مادې د ټولې عرضاني مقطع په برخه کې پوره په مساوي ډول چلند څخه تمه نه کیږي. او همدا رنګه په راښکل کېدو ته میلان کونکې میله هم د نظر له لحاظه په مساوي ډول د فشار تقسیمات د عرضاني مقطع له لارې منل عملاً حقیقت نه لري. په راښکونکي میلې کې فقط فېصله کوونکي فرق دادی چې په غېر منظم د فشار د تقسیمات په وجه د باروړونکي په حالت کې هیڅ شکل بدلونه منځ ته نه راځي، د ځېښنونکي میلې په جریان کې دا د نورو شکل بدلونو سبب کیږي، کوم چې دا په زیاتېدو ځي تر څو چې په ماتېدو راشي.
د ګاونډ عرضاني مقطع متقابل خوا ته تاوېدنه دا عاقبت لري، چې ځېښنونکی میله لکه د یو تیر په شان په منځ کې یو ډډه یې کړیږي. ددې په وجه د S میلې قوه نور په محور باندې تجاوز نه کوي، بلکه د e اړم په مټ سره د مرکز څخه بهر (خارج) تجاوز کوي، په کوم علت چې کړېدونکی مومنت $M = P \ . \ e$ جوړیږي، کوم چې د هغې خوا نه لا ډېر قوي ځېښنه د مقعرې خوا ته علت ګرځي. بل اخره بیا میله د محدبې خوا نه بهر قاتیږي، چېرته چې بیا عرضاني مقطع د زښت لوی د څنډې فشارونو په وجه د حده ډېر قوي اغیزمنه دي.

په لاندې انځور کې ښودل شوی چې په قاتېدو کې یو کړېدونکی مومنت جوړیږي:



لوستونکی په پام کې نیسي، چې دلته په اوله کې شکل بدلونه منځ ته راځي، کوم چې د بیروني قوې سره متناسب نه ډېرېږي. لکه څنګه چې مونږ دلته ولیدل، چې د قوې غځېدنې ته کوم ضرورت نه شته، ددې د پاره چې د ډډې نه په منځ کې کږېدنې غځېدو ته پرېږدي.
که چېرته هم

$$\sigma = P : F \leq \text{zul}\ \sigma$$

د اندازه کېدونکي قاعدې په حیث کفایت ونه کړي، خو ددې سره سره سړی بیا هم معمولاً اجازه ورکړل شوی فشار ټاکي او یوه اندازه یا درجه د (Omega) ω په کې زیاتوي، چې دې سره یا خو بیروني قوه P ضربول کیږي او یا خو که دا خپله دی نو د اجازه ورکړل شوي فشار په مطابق وړوکی کیږي. دلته د نري میلې تر فشار لاندې راتلونکي حالت د پاره لاندې فرمول ورکړل شوی:

$$\sigma = \frac{P}{F} \leq \text{zul}\ \sigma \qquad \sigma = \omega\ .\frac{P}{F} \leq \text{zul}\ \sigma$$

دې سره د ω اندازې شاو خوا ته د P زیات شوی وزن کېدی شي چې میله د کږېدو خطر څخه د ډېر وخت د پاره ونه ژغورلی شي. که سړی د ω په فشار کې وښايي، داسې په لاس راځي

$$\omega = \frac{\text{zul}\ \sigma}{\text{zul}\ \sigma_{\text{d}}} \text{ یا } \text{Zul}\ \sigma = \frac{\text{zul}\ \sigma}{\omega}$$

دلته فقط لنډ او سرسري ښودنې طریقه د ω طریقې په نوم یادول کیږي. د فولادو د پاره د ω اندازه په DIN 4114 معیار کې، د لرګو د پاره په DIN 1052 معیار کې او د فولادو او کانکرېټ (اهن کانکرېټ) د پاره په DIN 1045 معیار کې ورکړل شوي دي.

د ω شمېرې (عددونه) د ساختماني موادو او نريوالي پورې اړه لري. د ساختماني موادو پورې ارتباط د مختلفو ساختماني موادو د پاره د ω مختلفې اندازې ضروري دي. د نريوالي په حېث لاندې ورکړل شوی تناسب ښودل کيږي

$$\lambda = s_K : i$$

په دې کې

$S_K = \beta \,.\, l$ د قاتېدو اوږودوالی دی

β = د قاتېدو اوږودوالي ټاکنې ته ضريب دی، او

$i = \sqrt{I : F}$ د عطالت شعاع ده

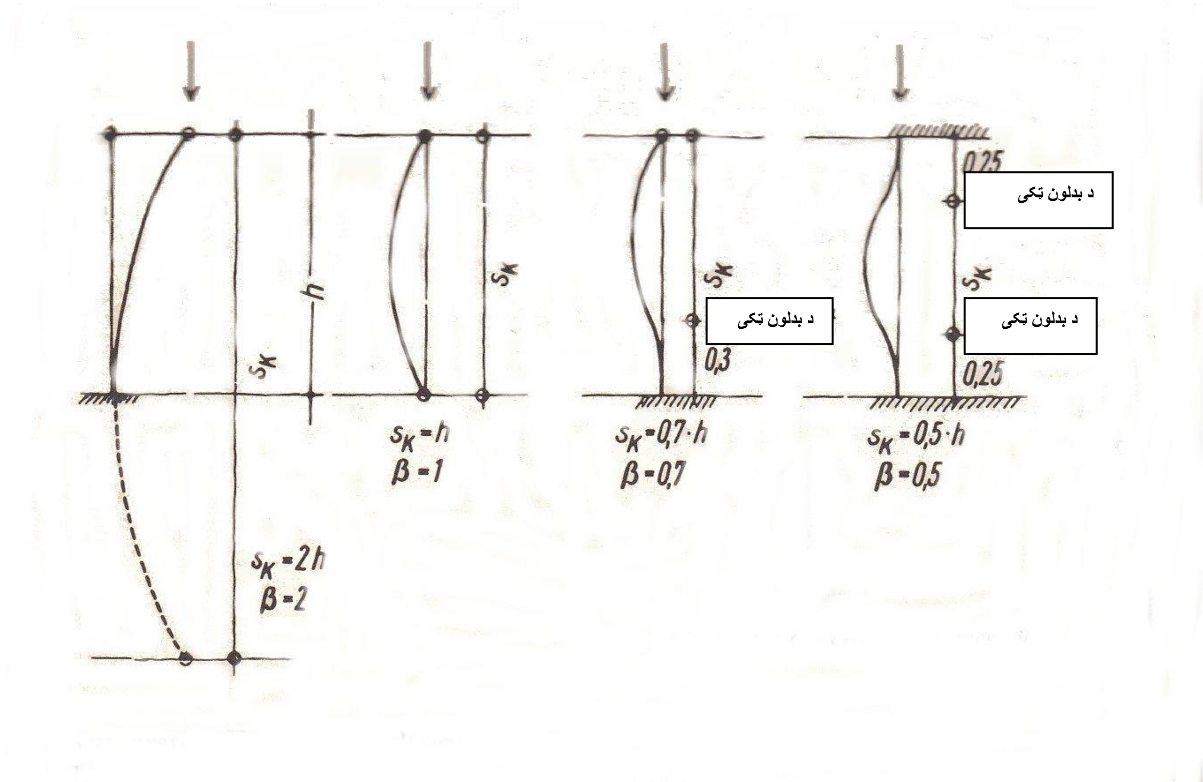
په فولادي ودانيو کې د نريوالي په حېث $\lambda = s_K : d$ تناسب ښودل کيږي، په دې کې چې d د عرضاني مقطع وړوکيترينه اندازه ده. د دېوالونو په جوړولو کې د همدې په شان چلند کيږي، بې ددې چې هلته د ω اندازه د نريوالي پورې ارتباط ورکړل شي. هلته د نريوالي په زياتېدو سره اجازه ورکړل شوی فشار زښت ډېر ټيټيږي (د DIN 1053 معيار ته نظر وکړی).

د عطالت شعاع $i = \sqrt{I : F}$ په برخه کې ويل کيږي، چې دا د عرضاني مقطع يوې ټاکلې نقطې فاصله ده د عطالت د محور څخه. سړی په دغې نقطې کې د عرضاني مقطع ټولې سطح ته پام کوي، چې دا سړی کولای شي په دې ډول وليکي:

$I_y = F \,.\, (i_y)^2$ او همدارنګه $I_x = F \,.\, (i_x)^2$

د β ضريب د s_K قات اوږودوالی په نورمال حالت کې پورته او ښکته مفصل جوړوي، خو په ډډې، ميله شاته ساتل کيږي. دا په دې ډول دی:

په لاندې انځور کې څلور قاتېدونکي حالتونه ښودل شوي:



د پورته انځورونو څخه د کيڼې خوا څخه په اول انځور کې د ميلې يو اخر يې ټينګ شوي او بل اخر يې ازاده خوځېدنکی دی: $\beta = 2$. دا ډول حالت د مثال په ډول د يو قوي ځراغ په پايې کې (د سړک په سر پايه) پېدا کيږي.

دوهم انځور نورمال دی؛ $\beta = 1$. دغه حالت په هغه وخت کې منځ ته راځي، کله چې د يوې ودانۍ په يو سکليټ کې ځان ځان ته د منزلونو چتونه په افقي ډول ټينګ شوي وليدل شي، مطلب دا چې دا د يو يا ډېرو کلکو هستو يا د ارتباطونو په مقابل کې تکيا وکړي.

په دريم انځور کې ښودل شوی چې د ميلې يو اخر سر ټينګ شوی دی؛ $\beta = 0{,}7$.

په دواړو سرونو کې ټينګ شوی حالت، په څلورم انځور کې ښودل شوی؛ $\beta = 0{,}5$.

دلته فقط بيا هم دې ته اشاره کيږي، چې کېدی شي د منزلونو په چوکاټونو کې د β ضريب د 2 څخه هم زيات شي.

مونږ غواړو چې دلته د عملي مثالونو څخه کار واخلو، څه چې په دغه موضوع کې ښودل کيږي. دلته هم غواړو چې مونږ يو مثال په فولادو کې انتخاب کړو.

اول مثال:

د منزلونو تکيا، پورته او ښکته نه دي ټينګ شوي، خو په ډډه ولاړ دی.

بارېدنه (وزن) $P = 50$ Mp

د پوړ (منزل) جګوالی $h = 3{,}50$ m

$\beta = 1$

د قاتېدو اوږودوالی $s_K = 1{,}0 \,.\, 3{,}50 = 3{,}50$ m

د عرضاني مقطع په حېث يو دايروي ګرد نل انتخابيږي.

د فولادو جنسيت St 37

انتخاب شوی ϕ 159/10

بيروني قطر 159 mm

د دېوال ډبلوالی 10 mm

داخلي قطر 139 mm

مساحت $F = 46{,}8$ cm^2

$i = 5{,}28$ cm

د نلونو د پاره $\lambda = s_K : i = 350 : 5{,}28 = 66$ $\omega_{37} = 1{,}24$

$$\sigma = \frac{\omega \,.\, P}{F} = 1{,}24\,\frac{50{,}0}{46{,}8} = 1{,}33\,\frac{\mathrm{Mp}}{\mathrm{cm}^2} < zul\;\sigma = 1{,}40\;Mp/\mathrm{cm}^2$$

د عطالت شعاع په برخه کې ويناوې معمولاً د پروفيلو په جدول کې ورکړل شوي دي. فقط د عرضاني مقطعو مغلقه يوځاې کېدلو د پاره بايد دغه اندازې، لکه د F, I او W، خپله محاسبه شي.د پروفيل جدول او لنډې برخې د مقرراتو له مخې په معلومو جدولونو کې پېدا کيږي. دغه جدولونه په دغه الماني منابعو کې ورکړل شوي (*Finter*: Statische Tabellensammlung, 13. Aufl., Werner-Verlag, Düsseldorf 1970).

دغه مثال ډېر ساده وو. اکثراً د P د تکيا د وزن نه هم يو د کږېدو مومنت نيول کيږي. دا کېدی شي چې په اخر کې د بيروني فشار په واسطه يا په تکيا افقي وزن د مثال په ډول باد په واسطه جوړ شي.

دوهم مثال:

لکه د مخکې په شان، بيا هم يو اضافي د باد وزن اخستل کيږي. دې سره لاندې ويناوې: ودانۍ د 8 m څخه ټيټه ده. نو ځکه د بنديځ فشار $q = 50$ kp/m^2 . دې سره ضريب $c = 1{,}2$ نيول کيږي.

دا بايد بيا هم د فشار او راښکنې څخه بېل (جدا) کار واخستل شي، نو بيا د فشار د پاره $c = 0{,}8$. د ځانګړو باروړونکو د پاره بيا د باد فشار 25% د منلو نه وروسته لوړول کيږي. مطلب دا چې:

$$\omega = 1{,}25 \,.\, 0{,}8 \,.\, 50{,}0 = 50 \text{ kp/m}^2$$

که د تکیا ګانو فاصله a = 2,5 m اوسي، دلته بیا په هر تکیا کې لاندې ورکړل شوی اندازه له منځه ځي.

$$q_w = 2{,}5 \;.\; 50 = 125 \text{ kp/m}$$

مونږ په دې ترخ کې چوپتیا اختیاره کړې وه، د دېوال سطح، لګېدونکی باد په مساوي ډول پر تکیا ګانویو طرفه کوي. دا زښت ډېر د دېوال ساختمان پورې اړه لري. داسې چې په لوړو تکیا ګانو کې د هغې افقي تیر د باد فشار پر تکیاګانو د ډېرو ځانګړو ځایونو یو طرفه کوي. دا هم د پام وړ دی، چې د دېوال عناصر اصلاً فقط په افقي چتونو ټینګ دي او ځکه فقط دا او په هیڅ وجه تکیا ګانې تر فشار لاندې راولي.

دلته د کږېدو مومنت د باد د فشار په وجه دا ډول جوړیږي:

$$M_w = \frac{1}{8} q_w \,.\, h^2 = \frac{1}{8} 125 \,.\, 3{,}50^2 = 191 \text{ kpM} = 19100 \text{ kpcm}$$

دلته دوه ثبوته وجود لري

$$\text{a)} \qquad \sigma = \frac{P}{F} \pm \frac{M}{W}$$ او

$$\text{b)} \qquad \sigma = \omega \,.\, \frac{P}{F} + 0{,}9\frac{M}{W}$$

دا ښکاره ده، چې دلته په اول مثال کې نل (بلول)کافي نه وو، دا چې هلته اجازه ورکړل شوی فشار تقریباً تر لاسه شوی وو، او دلته لا ډېر د $\frac{M}{W}$ او همدارنګه $0{,}9\frac{M}{W}$ پکې اضافه کیږي.

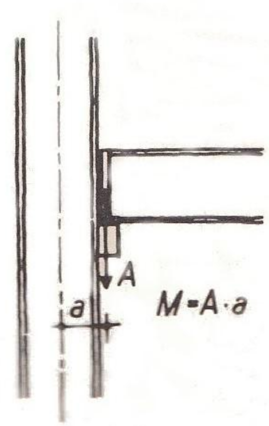
برسېره پر دې د نل عرضاني مقطع ښه وړ (مناسب) نه دی، ددې د پاره چې د کږېدو مومنتونه ونیسي، ځکه چې د ځنډو په ساحه کې د صفر لیکې څخه لوېې فاصلې سره کمه عرضاني مقطع لري. دې سره سره دلته مونږ غواړو چې د نل عرضاني مقطع ټینګ ونیسو، ددې د پاره چې وګورو، چې په کوم یو اندازې سره، که وړوکې د کږېدو مومنت هم عرضاني مقطع تر اغیزې لاندې راولي.

انتخاب شوی	ϕ 191/8	i = 6,48 cm
بیروني قطر	191 mm	λ = 350 : 6,48 = 51
د دېوال ډبلوالی	8 mm	I = 1930 cm^4
داخلي قطر	175 mm	ω_{37} = 1,12
مساحت	F = 46,0 cm^2	W = 1930 : 9,55 = 202 cm^3

$$\sigma = \frac{50{,}0}{46{,}0} \pm \frac{19{,}1}{202} = 1{,}09 \pm 0{,}09 = 1{,}18\frac{Mp}{\text{cm}^2} < zul\ \sigma \qquad \text{(a}$$

$$\sigma = 1{,}15\,\frac{50{,}0}{46{,}0} + 0{,}9\,\frac{19{,}2}{202} = 1{,}25 + 0{,}08 = 1{,}33\frac{\text{Mp}}{\text{cm}^2} < zul\ \sigma \qquad \text{(b}$$

د تکیا عرضاني مقطع ډبله شوه. کېدی شي چې سرې د بیروني قطر د 159 mm په اندازې سره ښه کار واخستلی شي، په هغې کې چې د دېوال ډبلوالی 11 mm ته قوي شي. بیا نو کېدی شي چې عرضاني مقطع د $46,8\ cm^2$ په ځای $51,5\ cm^2$ اوسي. دا 10% زیات دي. خپله یو وړوکی کړېدونکی مومنت فوق العاده اغیزه لري. همدومره زیات، مطلب دا چې په لویو کړېدونکو مومنتونو اعتبار لري. نو ځکه کوښښ هم کېږي، چې د لاندیني تیر څخه قوه د تکیا ګانو ثقل مرکز ته څومره چې امکان لري نږدې ورکړل شي، ددې د پاره چې د اضافي کړېدونکي مومنت مخنیوی وشي.



په دې انځور کې د یو تیر یا باروړونکي بارېدو په وجه په یو تکیاکې کړېدونکی مومنت جوړیږي

مونږ په دې مثال کې هم ولیدل، چې دلته هیڅ یوه عرضاني مقطع د محاسبې له لارې نه ده پیدا شوی. زښت ډېر عرضاني مقطع انتخاب شوی او بیا په ثبوت رسېدلی، چې ایا دغه غوښتنې کفایت کوي. ددې مطلب دادی، جوړونه نظر محاسبې ته مخکې والی لري.

دریم مثال:
په اخره کې مونږ غواړو چې د یو لس پوړه د دفترونو ودانۍ د معلوم زېر بنأ د طرحې څخه داخلي پایې ثبوت کړو. د څلورم فصل له مخې د تکیا ډبل پړی د 460 Mp په اندازه بار یا وزن بنسټ (تهداب) باندې راوړي. دا هم هغه وزن دی، چې مونږ غواړو چې د پایو یا د تکیاګانو د محاسبې اساس وګرځوو، چې دا مونږه د نقشې یا طرح د پاره اکثراً فقط پوهېدل غواړو، چې څنګه عرضاني مقطع کوی شي چې د یو قوي فشار لاندې پایه پیدا کړي.
دا به هغه اندازې وي، کوم چې د نورو پلانېدونکي کارونو د پاره موهم دي. د لاندیني پوړ لوړوالی باید $h = 4,50\ m$ اوسي.
لاندې قېمتونه ورکړل شوي:

$$a = b = 340\ m/m \qquad t = 20\ mm$$

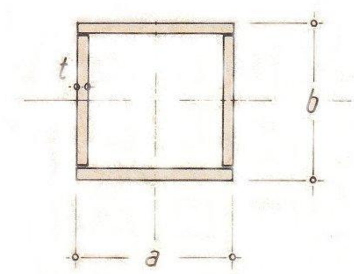
فولاد St 52

$$F = [(2,0\ .\ 34) + (2,0\ .\ 30)]\ .\ 2 = 256\ \text{cm}^2$$

$$I = 2\ .\ \frac{1}{12}\ .2,0\ .\ 30,0^3 +\ 2\ .2,0\ .34,0\ .\ 16,0^2\ =$$

$$= 9000 + 35000 = 44000\ \text{cm}^4$$

لاندې ورکړل شوی انځور د څلورو وېلډینګ شوو تختو څخه د صندق په شکل د پایې عرضاني مقطع ده



د سطح خپله د عطالت مومنت د هغې د وړوکې والي په وجه بې غوره پاتې کیږي

$$i = \sqrt{\frac{44000}{256}} = 13,0\ \text{cm}$$

$$\lambda = 450 : 13,2 = 34 \qquad \omega_{52} = 1,14$$

$$\sigma = 1,14\ \frac{460}{250} = 2,09\ \frac{\text{Mp}}{\text{cm}^2} < \text{zul}\ \sigma = 2,1\ \text{Mp/cm}^2$$

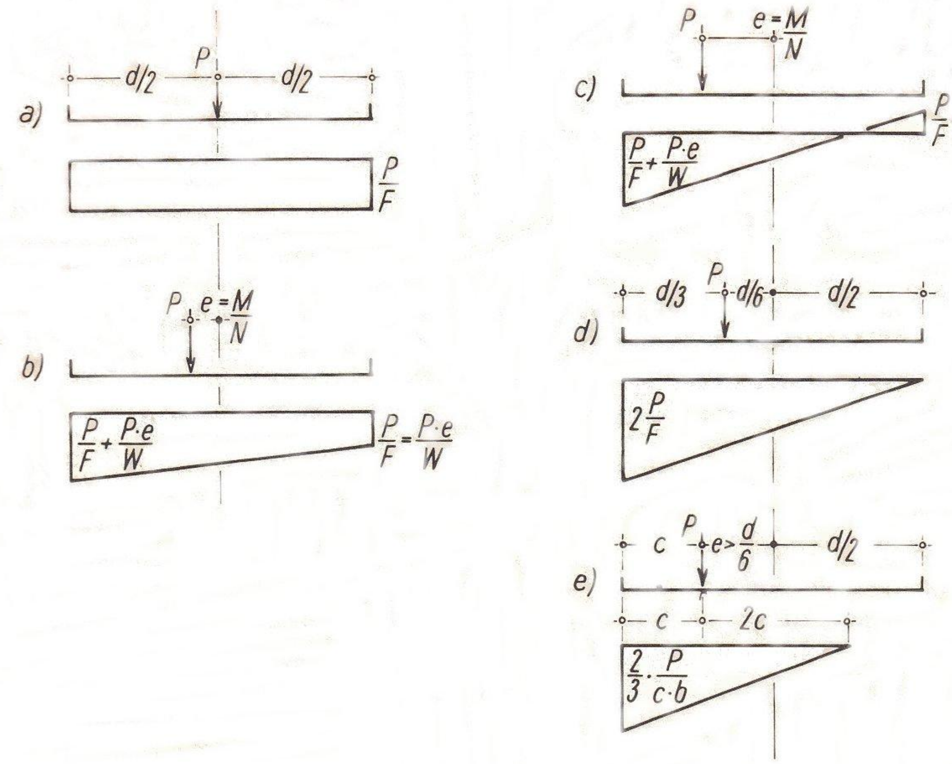
د هر خوا نه بنده شوې عرضاني مقطع طبعي ده چې د پایې یا تکیا د پاره ګټوره ده، ځکه چې دا دواړو خواوو ته د قاتېدو په مقابل کې مساوي خسمانه لري. د ساختمان له لحاظه بیا هم تړل شوي عرضاني مقطعې یو نیم خاص کارونو ته غوښتنې لري، چې دې سره باروړونکی وتړلی شي. د پورتني پوړونو نه وروسته وړاندې بارونه یا وزنونه تل کمیږي او که چېرته سړی بېروني عرضاني مقطع ساتل غواړي، د دېوال ډبلوالی بیا هم د موادو د جنسیت په حېث تل زیات کمېدلی شي. په دغې تړاو (ارتباط) کې دا مناسب نه دی، که چېرته لاندینۍ پایه چې اکثراً تر فشار لاندی وي دا سې په زور ننویستل شوی څومره چې د ساتلو امکان وي.
دا کېدی شي چې په دغه موقع کې په مختلفو غوښتنو سره مختلفو پایو ته پاملرنه وشي. نو په دې ډول بیروني پایې یا تکیا ګانې کم وزنونه لري نظر داخلي پایو ته، یو ډول د پایو فاصلې په نظر کې نیول کیږي،او د کنج پایې د ټولو نه کم. اصلاً کېدی شي چې دا هم په درې

خواوو کې څرګندې شي. څومره دا په حقیقت بدلیږي، دلته دا د مهندسي پلان له لحاظه قضاوت کیږي.
دلته هم اشاره وشوه، چې په قاتېدونکي پایو کې شکل بدلونې نور د وزنونو سره متناسب نه دي او چې علاوه ددې نه د شکل بدلونې په سیستم کې څېړنه اول حقیقي چلند ښایي. دلته د ټوټه ټوټه قوّو سره په قضاوت کولو کې اوله شکل بدلونه منځ ته راځي. د ω طریقه یوه مرسته ښایي، ددې د پاره چې دغه د موضوع څرنګوالی بې د کوم ډېر تکلیفه صحت ومومي. دقیق حل د II نظریې له مخې کیږي. تنظیم، مطلب دا چې د شکل بدلونې په نظر کې نیولو سره، پر مخ وړل کیږي. په ودانیو کې نورې د فشار څېړنې د قاعدې له مخې د I نظریې له مخې کیږي.

نولسم فصل
د طبعيې یا مصنوعي ډبرو څخه لوی دېوالونه Mauerwerk (masonry)

د ټولو خطرناکو د ډبرو څخه دېوالونو ساختمانونه، کوم چې دا مونږ د تاریخ له لحاظه پېژنو، په اوس وخت کې د ډبرو څخه ځان ځان ته دېوالونه زمونږ لوړپوړو ودانیو استعمال د پاره پېدا کیږي. د قاعدې له مخې دغه دېوالونه په دې کې نور نه شي کولای، چې پایو تر منځ فاصله زښت ډېر راکاږي. دا ځان ځان ته د کوټو تر منځ بېلونکی اهمیت لري او تر هغه وخته چې دا د باروړونکي دېوال په حېث پېژندل کیږي، نو دې سره دغه وظیفې هم مخ ته راځي، چې قوې د پورته څخه مخ په ښکته انتقالې کړي.
مونږ پوهیږو، چې دغه دېوال په پوره یو ډول فعالیت سره تل داسې په کار وړل شوي، چې زښت ډېر دا په عرضاني مقطع کې فقط تر فشار لاندې وي. د نن ورځې اعتباري مقرراتو له مخې د ډبرو څخه په دېوالونو کې د راښکنې تشنج ته فقط په پوره ټاکلو شرایطو سره اجازه ورکول کیږي او بیا هم فقط د راښکنې فشار تر اغیزې لاندې د ډبرو څخه وړوکي لوېوالي ته. عملاً سړی ویلی شي، چې د راښکنې تشنج مخ ته راتلنې اجازه نه شته. دا زښت ډېر د دېول د خواصو سره مطابقت کوي، دلته دا د ځېښښنې په مقابل کې د ټینګ په مقایسه فقط ډېر کم د راښکنې په مقابل کې ټینګوالی لري. د کړېدو مومنتونه فقط په هغه وخت کې نیول کیږي، کله چې په عین وخت کې د فشاري قوو اغیزه پاتې منځ ته راغلي کاږه راښکونکي تشنج په سر یې فشار راولي.
د کړېدونکي مومنت او د یوې قوې په عین وخت کې اغیزه د یوې قوې په حېث ښودل کیږي، کوم چې ددې د پاره د $M : N = e$ اندازه د عرضاني مقطع د اصلي ټکي (د ثقل نقطې) څخه بهر تجاوز کوي. کله چې بیا هم په عرضاني مقطع کې هیڅ کوم د راښکلو تشنج منځ ته رانه شي، داسې باید د فشار قوه نه یوازې فقط عمود (قایه زاویه) پر عرضاني قوې اغیزه کوي، بلکه دې ته اجازه نه شته چې د حده زیات د اصلي ټکي پورې مربوطه د مرکز څخه بهر تجاوز وکړي.
په لاندې انځور کې ښودل شوی، چې د P قوې په وجه منځ ته راغلی تقسیمات د مرکز څخه بهر پورې مربوطه ښودل شوی دی.

په لاندې انځور کې د فشار د تقسیمات پنځه امکانات ښودل شوي:



د پورته انځورونو څخه د a انځور په برخه کې مونږ پوهېدلي یو. قوه په اصلي ټکي (په ثقل مرکز) تجاوز کوي، د فشار تقسیمات مستطیل دی. په ټولو ښودل شوو حالتونو کې تل د $\sum M = 0$ د شرط په وجه د فشار ونو څخه لاس ته راغلې نتیجه دقیق د P دوزن تجاوزي نقطې لاندې پروت دی. دا بې د نورو څخه د a انځور حالت د پاره روښانه دی، خو دا بیا د محاسبې نه وروسته هم د نورو حالتونو د پاره په ثبوت ورسول شي.

د b په انځور کې د ثقل د نقطې د e اندازې شاوخوا ته قوّه تجاوز کوي. په څنډې یا غاړې کې د فشار تشنج زیاتیږي، هغه ځای ته چې د P قوّه د ثقل نقطې څخه پورې وهلی دی. په متقابل ورکړل شوي خوا کې دغه تشنج کمیږي. د ثقل نقطې لاندې دغه تشنج په دې ډول دی:

$$\sigma = P : F$$

په څنډو یا په غاړو کې د ځېښنې لوی والی د لا په سر بار شوي د P سوچه اوږدو قوّې څخه د $M = P \,.\, e$ کږېدونکي مومنت سره جوړیږي. بیا نو دا په دې ډول دی:

$$\sigma = \frac{P}{F} \pm \frac{P.e}{W}$$

چېرته چې

W د عرضاني مقطع د مومنت مقاومت دی. که $\frac{P.e}{W}$ د $\frac{P}{F}$ څخه لوی وي، بیا خو کېدی شي چې په یوې ډډې کې σ د راښکونکي فشار اوسي. دا د پورته انځورونو څخه د c په انځور کې

ښودل شوی. ددې تر منځ خاص حالت وجود لري، وروسته د هغې نه چې بلې ډډې ته د P د قوّې په سر د څنډې ځېښنې درجه صفر اوسي، مطلب دا چې:

$$\sigma = \frac{P}{F} - \frac{P\,.e}{W} = 0$$

بيا نو بلې ډډې ته د څنډې فشار په دې ډول دی:

$\sigma = \frac{P}{F} + \frac{P\,.e}{W} = 2\,\frac{P}{F}$ دلته $\frac{P}{F} = \frac{P.l}{W}$ دی.

د e باید دومره لوی اوسي، چې دې سره راساً دا حالت منځ ته راشي؟

د

$\frac{P}{F} = \frac{P\,.e}{W} = 0$ د پاره مونږ کولای شو چې ولیکو

$\frac{P}{F} - \frac{6\,.P\,.e}{F\,.d} = 0$ دلته $W = \frac{b\,d^2}{6}$ او $F = b\,.\,d$

او ددې څخه

$$W = \frac{F\,.d}{6}$$

بيا نو په لاس راځي

$\frac{P}{F}\left(1 - \frac{6\,.e}{d}\right) = 0$ ددې په دوام

$1 - \frac{6\,.e}{d} = 0$ یا $\frac{6\,e}{d} = 1$

دې سره مونږ پیدا کوو چې

$$e = \frac{d}{6}$$

ددې د پاره چې د $\frac{d}{6}$ په اندازه د P قوه د مرکزي ټکي یا ثقل نقطې څخه اخستلی شي، بې ددې چې بلې خوا ته د ګرځېدلي راښکنې وخت اوړود شي. دغه اندازه سرې د هستې یا مرکزي مهم ټکي پراخوالي په نوم هم یادولی شي. د دغې په نظر کې نیول شوي عرضاني مقطع بل جهت ته هم دغه سوچ (فکر) اعتبار لري. د هستې پراخوالي ټولو جهتونو د پاره سرې دا ورکوي او دغه ټکي یا نقطې یو د بل سره تړي، چې بیا سرې یوه هستوي سطح لاس ته راوړي. تر هغه وخته پورې چې دغه تجاوز کوونکی د P بار د هستې په سطح پاتې کیږي، د عرضاني په مقطع هیڅ کوم ځای کې د راښکنې تشنج منځ ته نه راځي.

د پورته انځورونو څخه په e انځور کې د P تجاوز کوونکې قوه خو بیا هم د هستې څخه بهر پروت دی، خو بیا هم لا د عرضاني مقطع په داخل کې. خو په خاصه توګه دا دلته داسې نیول کیږي، چې عرضاني مقطع نه شي کولای کوم د راښکنې تشنج ونیسي. په بیروني مرکز کې تجاوز کوونکی د P قوې او د ځمکې د ځېښنې تر منځ برابر والی (توازن) ځان ځان ته د درې کنجه فشار په واسطه متاثره کیږي (اغیزه کوي). د دغې ځمکې ځېښنې درې کنجه تقسیمات

څخه لاس ته راغلې نتيجه بايد د P قؤې لاندې پروت اوسي. ددې څخه د عرضاني مقطع اوږودوالی لاس ته راځي، په کوم باندې چې د ځمکې ځبښنه اغيزه کوي،$3. C$، دلته د يوې درې کنجه د مرکزي ټکې (ثقل نقطه)، د لوړوالي يو پر دريمه پروت دی. ددې څخه د لاندې فرمول په واسطه د څنډو يا غاړو ځبښنه پېدا کوو:

$$P = \sigma \,.\, 3 \,.\, c \,.\, \frac{1}{2} \,.\, b$$

دلته b د عرضاني مقطع پلنوالی ښايي. بيا نو د څنډې ځبښنه په دې ډول دی:

$$\sigma = \frac{2}{3} \,.\, \frac{P}{c \,.b}$$

د e په انځور کې بيا هم د DIN 1053 معيار له مخې د c . 3 اوږودوالی کم تر کمه تر مرکزې ټکي (ثقل نقطې) پورې ورسيږي، کوم چې د يو مستطيلي عرضاني مقطع د پاره اهميت لري، دا چې c د $\frac{d}{6}$ څخه وړوکی نه اوسي او همدا رنګه e د $\frac{d}{3}$ څخه لوی نه اوسي.

پورته په نظر کې نيول شوي تشنجونو په برخه کې د P او $M = P \,.e$ عېن وخت اغيزې سره طبعي ده چې د بنسټ (تهداب) پورې هم اعتبار لري. هلته هم کېدی شي چې د راښکنې تشنج ونه نيول شي.

مونږ کولای شو چې د پورته انځورونو څخه د a انځور نه تر d انځورونو د پاره فرمول په عمومي ډول سره په لاندې ډول وليکو:

$$\sigma = \frac{P}{F} \left(1 \;\pm\; \frac{6 \,.e}{d}\right)$$

د a انځور د پاره $0 = \frac{6 \,.e}{d}$ دی او د ځمکې ځبښنه ثابت دی $\sigma = \frac{P}{F}$ تر هغه وخته پورې چې $\frac{6 \,.e}{d}$ د 1 څخه وړوکی وي، خو د صفر څخه لوی اوسي، د b د انځور حالت تر لاسه کيږي، او لومړی کله چې $\frac{6 \,.e}{d}$ د يو څخه لوی اوسي، دا بيا د c د انځور د حالت له مخې د فشار تقسيمات منځ ته راځي، که چېرته د راښکنې د تشنج نيونه امکان ولري.

ددې تر منځ د d د انځور حالت پروت دی، که چېرته $\frac{6 \,.e}{d}$ ښه دقيق د يو سره مساوي اوسي. بيا نو $e = d/6$ سره کيږي.

که چېرته د راښکنې تشنج نيونه امکان ونه لري او e د $d/6$ څخه لوی اوسي، نو بيا لاندې فرمول اعتبار لري:

$$\sigma = \frac{2}{3} \frac{P}{c \,.b}$$

ټول هغه څه چې د ډېرو څخه دېوالونو په برخه کې دي، د DIN 1053 په معيار کې يوځای شوي دي. خو د دېوال ډېلوالی د ستاتيک له مخې په ثبوت رسول ضرور دي، که چېرته د دغې دېوال تکميلونه او اندازه کوونه د DIN 4106 معيار سره مطابقت ونه کړي. خو دغه

دېوالونه نه يوائې د درېدو په مقابل کې د ټينګوالي کافي اندازه غوښتنو ته ضرورت دی، بلکه نورې غوښتنې، چې دغه غوښتنې په دېوال کې د غړ، تودوخي او د اور څخه ساتنې دي. په نورمال حالت کې د دېوالونو کمترين ډبلوالی 24 cm دی. ځان ځان ته داخلي دېوالونو ته اجازه ده چې په عېن وخت کې د مختلفو شرايطو لاندې نري هم اوسي. خو سړی کولای شي چې ددې څخه هم صرف نظر شي. هغه دېوالونه چې تر فشار يا بار لاندې دي، بايد د ډډې (عرضي) دېوال سره ښه ټينګ شي. د ټينګ شوو دېوالونو د پاره هم خاصې غوښتنې وجود لري. د دېوالونو پايې او نه ټينګ شوي دېوالونه نظر د همدغو دېوالونو او پايو نري والي ته بايد د دريو خواوو نه ښکاره شي، په کوم کې چې د λ نری والی د دېوال لوړوالي نسبت د دېوال ډبلوالي په حېث تعريف شوی دی، مطلب دا چې $\lambda = h : d$. که چېرته دغه نری والی د 10 څخه پورته وي، نو دا بيا د اجازه ورکړل شوي فشار څخه کمول کيږي.

لاندې يو څو مثالونه ورکړل شوي دي:

په اتلسم فصل کې مونږ يوه فولادي پايه، چې د قاتېدنکي په کږېدونکي ځای اوږدوالی يې $s_K = 3{,}50$ m وو او بار (وزن) يې $P = 50$ Mp وو وڅېړه. دغې تناسب د پاره اوس مونږ غواړو چې د دېوال يوه پايه په نظر کې ونيسو. مونږ د اصلي دېوال په حېث د KMz 350 د ودانيو پخه خښته د سمټو شوتې (مثالي) سره ټاکو (انتخابوو). ددې د پاره دلته په DIN 1053 معيار په 5 جدول کې د يو اجازه ورکړل شوي فشار 30 kp/cm^2 ورکړل شوی دی.

بيا نو لازمي مساحت يې

$$F = P : \text{zul}\,\sigma = 50000 : 30 = 1670 \text{ cm}^2$$

د دېوالونو د پاره معمولاً اساس نيول شوي اندازې، د مثال په ډول د يوې پايې د پاره اندازه $b : d = 36{,}5 : 49{,}0$ ده.

او مساحت يې

$F = b \,.\, d = 36{,}5 \,.\, 49{,}0 = 1788 \text{ cm}^2$ سره کفايت کوي.

بار (وزن) په منځ کې راځي، چې دې سره ځېښنه په دې ډول په لاس راځي:

$$\sigma = P : F = 50000 : 1788 = 28{,}0 \text{ kp/cm}^2 < \text{zul}\,\sigma = 30{,}0 \text{ kp/cm}^2$$

دلته نری والی په دې ډول دی:

$$\lambda = h : \min d = 350 : 36{,}5 = 9{,}6$$

مطلب دا چې د 10 څخه وړوکی دی. نو بيا دلته د اجازه ورکړل شوي فشار کمېدنه منځ ته نه راځي.

په موقع سره يوه څېړنه، لکه د همدغې اتلسم فصل څېړنې په شان داخلي پايې بايد اوس په اصلي دېوالونو کې تنظيم شي.

دلته هم مونږ غواړو چې مصنوعي ډبرې د اوچته اجازه ورکړل شوي فشار سره، د KMz 350 ودانیو د پاره پاخه خښتې د اجازه ورکړل شوي فشار $zul\ \sigma = 30{,}0\ kp/cm^2$ سره انتخابوو.
دلته د پایو وزن $P = 460\ Mp$ دی.
بیا نو لازمي مساحت

$$F = 460000 : 30 = 15300\ cm^2$$

دا یوه مربع ډوله پایه ده، چې د ډډو اوږدوالی یې $d = 124\ cm$ دی.
نو بیا په دې اساس

$$F = d^2 = 124^2 = 15376\ cm^2$$

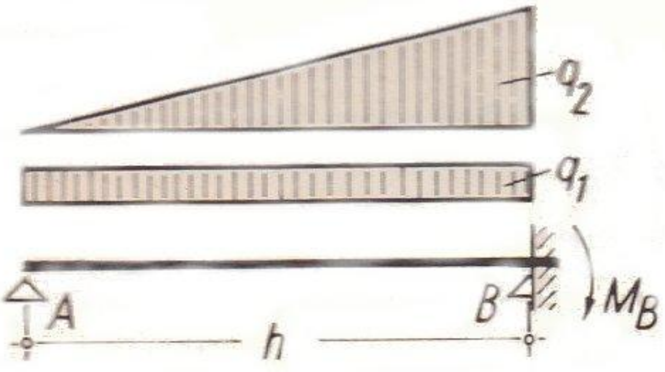
دغه اندازه د پنځو ډبرو یا خښتو سره چې اوږدوالی یې 24 cm وي، جوړېږي. پنځه (5) ډبرې یا خښتې د 24 cm اوږدوالي سره او څلور د خښتو په منځ کې درزونه چې د یو سانتي متر (1 cm) په اندازه دی، 1,24 m جوړوي.
دلته قاتېدنه یا کږېدنه هم کوم رول نه لوبوي (ارزښت نه لري). خو سړی باید دې ته پام ونیسي، لکه څنګه چې مونږ د دفترونو ودانۍ په نظر کې نیولی وو، چې کله ټول 7,0 m په مربع کې یوه پایه چې ډډې یې 1,24 m سره وي په کوټه کې اوږدول کیږي.
په اولسم فصل کې د ځمکې فشار د تاکاو په دېوال باندې وڅېړل شو. دلته مونږ غواړو چې وڅېړو، چې څنګه دغه دېوال باید ترتیب شي، چې دې سره د دغې ټولې هغه غوښتنې چې افقي راځي کفایت وکړي. مونږ دې هدف د پاره داسې ټاکنې لرو، چې دېوال بیا هم پورته ساتل کیږي، خو کېدی شي چې دا خپل هغه شکل چې خلاصه ده، بدله کړي او هلته تقریباً نه مکمل او یا نیمه برخه کلکه شوی وي. ددې خلاف لاندینۍ برخه مکمل ټینګه اوسي.
مونږ د اولسم فصل څخه لاندې قېمتونه اخلو.

$$h = 2{,}40\ m$$
$$q_1 = 0{,}14\ Mp/m\ (= \rho_W \,.\, \lambda_a = 0{,}50 \,.\, 0{,}271)$$
$$q_2 = 1{,}24\ Mp/m\ (= \rho_{Eh} = h \,.\, \gamma \,.\, \lambda_a = 2{,}4 \,.\, 1{,}9 \,.\, 0{,}271)$$

ددې څخه

$$Q_1 = 0{,}14 \,.\, 2{,}40 = 0{,}34\ Mp$$
$$Q_2 = 1{,}24 \,.\, 2{,}40 \,.\, \frac{1}{2} = 1{,}49\ Mp$$

په لاندې انځور کې د فشار هغه شکل دی، چې پر دېوال باندې د ځمکې د فشار څخه منځ ته راځي:



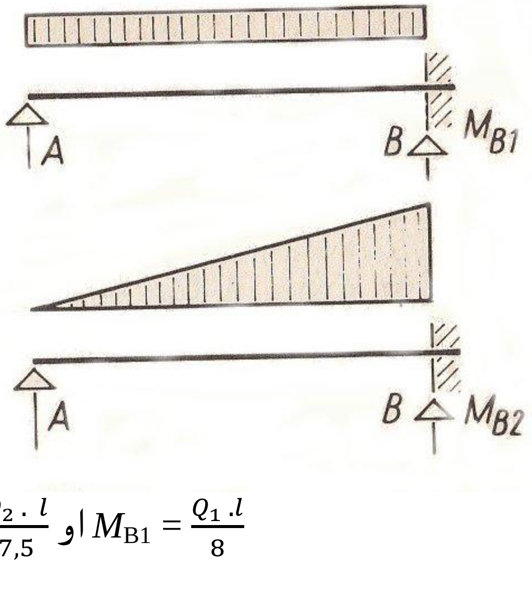
$$A = \frac{1}{3}\ Q_2 + \ \frac{1}{2}\ Q_1 = \ \frac{1}{3}\ 1{,}49 + \ \frac{1}{2}\ 0{,}34 = 0{,}50 + 0{,}17 = 0{,}67\ \mathrm{Mp}$$

$$B = \frac{2}{3}\ Q_2 + \ \frac{1}{2}\ Q_1 = \ \frac{2}{3}\ 1{,}49 + \ \frac{1}{2}\ 0{,}34 = 0{,}99 + 0{,}17 = 1{,}16\ Mp$$

دلته په منځ کې لوړترين مومنت وجود نه لري، بلکه د B په بارېدونکي ځای کې، هلته، چېرته چې موږ مکمله ټينګېدنه منلې وه.

يوې خوا ته د مکملې ټينګېدنې او بلې خوا ته خلاص پروت باروړونکي محاسبه موږ نه شو کولای. موږ ددې په برخه کې وينا د جدول څخه لکه د «ستاتيکي راټول شوي جدول» په شان، چې د ځانګړو فشارونو د پاره د ټينګېدنې مومنت لوېوالي په برخه کې دی:

په لاندې انځور کې د درې کنجه وزنونو او برابر ليکه يې وزنونو د پاره د ټينګېدنې مومنت M_B ښودل شوی:



$M_{B2} = \frac{Q_2\ .\ l}{7{,}5}$ او $M_{B1} = \frac{Q_1\ .l}{8}$

بیا نو په دغه ځای کې زمونږ د ټینګېدنې مومنت په دې ډول دی:

$$M_B = 2{,}40\left(\frac{0{,}34}{8} + \frac{1{,}49}{7{,}5}\right) = 2{,}40\ (0{,}042 + 0{,}798) = 2{,}40\ .0{,}240 = 0{,}576\ \text{Mpm}$$

اوس نو مونږ دا منو، چې هلته، چېرته چې مونږ د ېوال څېړو، په لومړي پوړ کې یوه پراخه کړکۍ ده، داسې چې د پورته څخه هیڅ کوم مهم وزنونه د دېوال له لارې نه راځي. ځان ځان ته د چت نیونکي ځایونو کې زښته ډېره برخه راځي. د یو قبول شوي چت اوږدوالی $l = 5{,}0$ m او د چت ډبلوالی $d = 16$ cm سره د دغې چت وزن پر دېوال باندې په دې ډول دی:

$$G_1 = \frac{1}{2}\ 5{,}0\ .0{,}16\ .2{,}5 = 1{,}0\ Mp$$

دې سره د دېوال خپل وزن هم راځي، کوم چې د $d = 36{,}5$ cm ډبلوالي سره قبول شوی، په دې ډول دی:

$$G_2 = 2{,}40\ .\ 0{,}365\ .\ 1{,}80 = 1{,}58\ \text{Mp}$$

ددې مجموعي وزن په دې ډول دی:

$$G_1 + G_2 = 1{,}00\ \text{Mp} + 1{,}58\ \text{Mp} = 2{,}58\ \text{Mp}$$

دلته د مرکز نه لرې کېدنه په دې ډول لاس ته راځي:

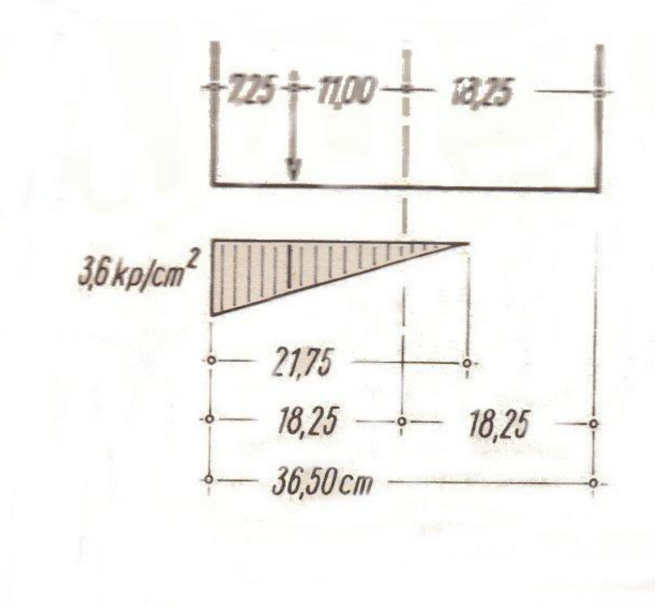
$$e = \frac{M}{P} = \frac{0{,}576}{2{,}58} = 0{,}22\ \text{m}$$

او دې سره په لرې والي کې زیاتوالی راځي. مونږ بیا هم ګورو، چې هلته، چېرته چې د پورته څخه په کافي اندازه وزنونه وجود نه لري، نو د مومنت ټاکنه هم لازمي نه شي کېدی.

مونږ مکمل کور ځان ته یو پوړ د هوار بام سره قبلوو. اوس نو مونږ یوه مقطع څېړو، چېرته چې وزنونه د پورته څخه بې د کوم ممانعت، خو چې د کوم لوی خلاصې برخې (لکه کړکۍ یا دروازه) په واسطه قطع شوی نه اوسي، هغه دېوال ته چې زمونږ د څېړنې لاندې دی، انتقال کړی شي. مونږ کولای شو چې $G_1 + G_2$ دوه چنده کړو، چې دا بیا په دې ډول په لاس راځي:

$$G = 2\ (G_1 + G_2) = 5{,}16\ \text{Mp} = 5{,}2\ \text{Mp}$$

په لاندې انځور کې د یو دېوال ځېښنه ښودل شوې، بې ددې چې د راښکنې ساحه په نظر کې نیول شوی وي:



دلته بیا د مرکز څخه تښتېدنه په دې ډول دی:

$$e = \frac{M}{P} = \frac{0,576}{5,2} = 0,11 \text{ m} = 11 \text{ cm}$$

بیا نو

$$c = \frac{d}{2} - e = \frac{36,5}{2} - 11,00 = 18,25 - 11,00 = 7,25\ cm$$

او ځېښنه په دې ډول دی:

$$\sigma = \frac{3}{2}\ \frac{G}{c\ .\ b}$$

د b = 100 cm د پاره په دې ډول محاسبه کېږي:

$$\sigma = \frac{3}{2}\ \frac{5200}{3\ .\ 7,25\ .\ 100} = 3,6 \text{ kp/cm}^2$$

ځېښنه بیا هم یو وار دومره لوی نه دی. د HS 50 (Hüttenstein[14]) مصنوعي ډبرو څخه یو دېوال د شوتې (مثالي) دوهم II ګروپ (= د اهکو او سمټو شوته) سره د پراخوالي د پاره کفایت کوي. ددې د پاره اجازه ورکړل شوی ځېښنه σ = 7,0 kp/cm² ده. شرط دا دی، چې د فشار په انتقالونې کې برخه اخستونکی سطح کمتر کمه د محور تر ثقل پور ورسیږي، بیا نو په همدې ډول داسې تر لاسه کېږي:

$$3c = 3\ .\ 7,25 = 21,75 \text{ cm} > \frac{d}{2} = 18,25 \text{ cm}$$

مونږ ولیدل، چې د مومنتونو قبلونه په دېوال کې مشکلات پېدا کوي، او دا 1000 کلونو استعمال منلې ده، کوم چې ددې په برخه کې تنظم شوی وو، د دېوال عرضاني مقطع څومره چې امکان لري د مرکز څخه بهر ازاده وساتل شي.

---

[14] (Hüttenstein) – دا یو ډول مصنوعي ډبرې دي چې د شګو تفالي او هایدرولیکې نښلېدونکي موادو څخه جوړیږي.

دلته مکمل علت کېدی شي، چې یو نیم د دېوال د وزن په برخه وویل شي. دا ډول حساب شوی وزن (kp/m^2) د $800\ kp/m^3$ او $2200\ kp/m^3$ تر منځ دی او د مثال په ډول د مکملې خښتې د پاره $1800\ kp/m^3$ حسابیږي. د بده مرغه دغه وېناوې د DIN 1053 په معیار کې نه دي ورکړل شوي، بلکه د DIN 1055 په معیار کې ځای شوي.

په بلې موقع کې مونږ د دا ډول سپکو او بې وزنه بېلونکو دېوالونو په برخه کې څه وویل او پوه شولو، چې د هغې وزن په ډېرو حالاتو کې د متحرک وزن (مؤقتي وزن) له لارې په محاسبه کې راځي. چې دغه اضافي وزن د سپکو دېوالونو $125\ kp/m^3$ جوړوي، که چېرته دغه دېوال په هر متر مربع کې د $150\ kp$ څخه زیات وزن ونه لري. لاندې ورکړل شوي دوه مثالونه ښايي، چې په حقیقت کې فقط ډېر نري دېوالونه دغه غوښتنې پوره کوي:

11,5 cm ډبلوالي سره دېوال

د سپک کانکرېټ څخه مکمله خښته (V 25)

د محاسبې وزن $1000\ kp/m^3$

د دېوال وزن $0{,}115\ .\ 1000 = 115\ kp/m^2$

(د اخېږ سره) $2\ .\ 1{,}5\ .\ 18 = 54\ kp/m^2$

$g = 169\ kp/m^2 > 150\ kp/m^2$

د 9,5 cm ډبلوالي سره دېوال

د سپک کانکرېټ څخه مکمله خښته (V 25)

د محاسبې وزن $1000\ kp/m^3$

د دېوال وزن $0{,}095\ .\ 1000 = 95\ kp/m^2$

(د اخېږ سره) $2\ .\ 1{,}5\ .\ 18 = 54\ kp/m^2$

$g = 149\ kp/m^2 \approx 150\ kp/m^2$

که چېرته اخېږ ډبل شي یا دېوال ته دېوالي تختې ورکړل شي، نو بیا دغه وزن د $150\ kp/m^2$ نه تر لاسه کوي. نو سرې باید نور هم ددې څخه نري د دېوال ډبرې په کار واچوي، د مثال په ډول په بخار باندې کلک شوي د ګاز یا قف ډوله کانکرېټ.

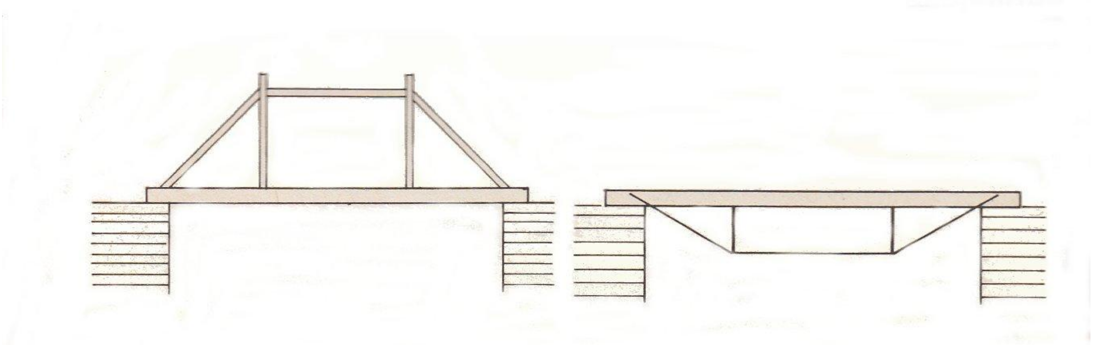
شلم فصل

ځوړند او پورته جګ شوي ساختمانونه

Hänge- und Sprengewerke (hanging and strut frame)

د غوښتنو په اساس، اوړېدي، کوم چې د منځ ته راغلي تیرونو څخه اوړېدي وو، بې د کوم تکیا یا پایي څخه ډېر زیات راښکل شوي، په تېره بیا هغه وخت، کله چې د زېربناً د طرح حالت یا واقعتونو هیڅ کوم بل ساختماني امکانات ازاده نه پرېښودل یا خو د ضروریات له مخې، چې د لویو وزنونو د اغیزې په وجه د یو تیر د امکان په صورت کې د شکل بدلونې په مقابل کې ټینګ جوړ شي، د لرګو څخه ساختمان ته د نورو په څنګ کې ځوړند او پورته جګ ساختمانونو ته پرمختګ (اکشاف) ورکړل شو. د ځوړندو ساختمانونو اکثراً لرګي یا میلې فشاري میلې دي، د پورې نه وهونکي تیر په نظر کې نیونې سره فقط ځوړند راښکونکي قوې، کله چې دا دواړه نورې میلې- میلاني پایې او افقي د لرګو څخه واړه تیرونه چې فشاري قوې ولري. په کلکوونکو ټکو(نقطو) کې، چېرته چې دغه درې میلې یوځای یو د بل سره سرونه یې کلکول کیږي، بیا نو دوه فشاري میلې په یو راښکونکي میلې راځي، کوم چې د لرګو څخه په ساختمان کې د جوړښت له لحاظه ډېر ښه حلول کېده.

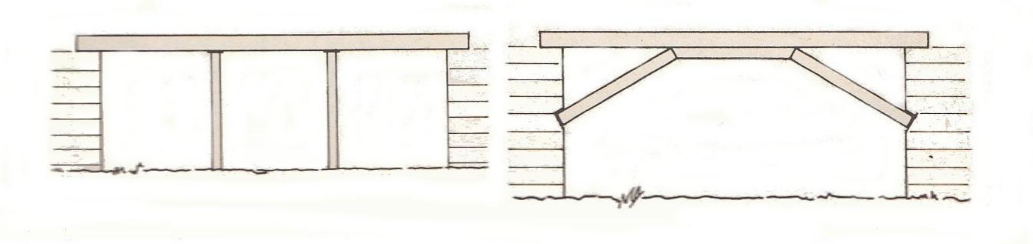
په لاندې انځور کې، پورته جګ، ځوړند ساختمان او تیر چې لاندې ټینګ شوی دی، ښایي:



بل رقم په دا ډول لاندې ټینګ شوي تیر کې، چېرته چې ددې په مطابق کلکونکي نقطې پرته د عمودي میلې څخه فشار نیسي، کله چې میلاني پایې او په لاندې برخې کې افقي کلکونکی میله، چې د راښکلو فشار لاندې راځي.

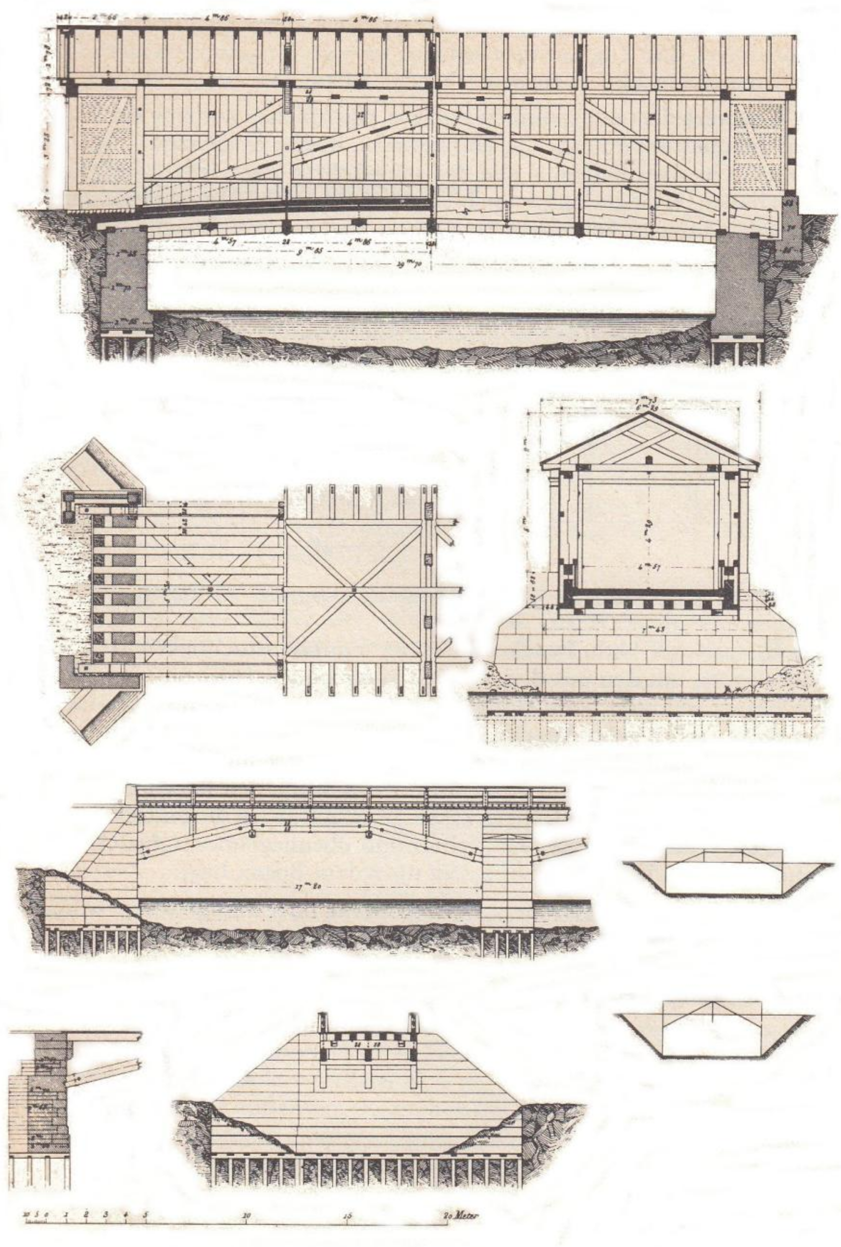
د لرګو څخه په ساختمان کې دوه راښکونکي میلې یو د بل سره تړل کیږي، بیا هم، کله چې هغه په میلان سره یو پر بل باندې راشي، هیڅ کوم ښه جوړښت (ساختمان) نه دی. د لرګې د پېټونې په وجه د لرګو څخه ساختمان ټینګ شوي ځایونه خامخا سستیږي، داسې لکه چې غېر ددې نه هغه ځایونه چې مستقیماً قوې پرې تجاوز کوي، ډېر قوي شکل بدلونې پرېدي.

دا روښانه دی، چې په فشاري ميلو کې دا ډول شکل تغير خوړلي ټينګونکي نقطې بيا هم ښه قوّه نيونکی پاتې کيږي. ددې د باروړلو توان بيا هم تر ډېره حده د ځانګړو فشاري ميلو د باروړنې خواصو پورې اړه لري، کله چې د راښکنې اغيزې لاندې د لرګو څخه ساختمانونه د هغې د درېدو په ګرنتيې کېدو کې نه يواځې ځانګړې ميلې ارتباط لري، بلکه په همدغه اندازه د باروړلو توان سره د ټينګونې وسيلي هم ارتباط لري. دا هم يو علت کېدی شي، چې ولې د لرګو څخه ساختمانونه د فشار تر اغيزې لاندې عناصرو څخه مخکې والی لري. باروړونکی ساختمان دا ډول پلانيږي، چې راښکنه فقط په هغه ځای کې منځ ته راځي، چېرته چې هغه سرې بې د مشکلاتو څخه منلی شي، مطلب دا چې د تيرونو په قوي کوونې کې او په ځوړندو ميلو کې.
د لاندې ټينګ شوي تير د باروړلو جوړښت، اصلاً د ځوړند ساختمان فقط د يو تير محور ته متناظر شکل، د هغې د ميلو قوت. په تېرونو کې مومنتونه نه. د ځوړند ساختمان ټول برعکس مخ ته علامې لري، نو ځکه د راښکنې فشار لاندې ساختماني برخو د پاره د پښې اوسپنې (د اهنګری اوسپنې) استعمال پورې مربوطه اهميت په سختی سره تر لاسه کيږي.
په لاندې انځور کې د ميلاني ځايونو په منځ کې تقويه شوي ځايونو څخه د پورته لوړ شوي ساختمان څېړنه يا انکشاف ښايي:

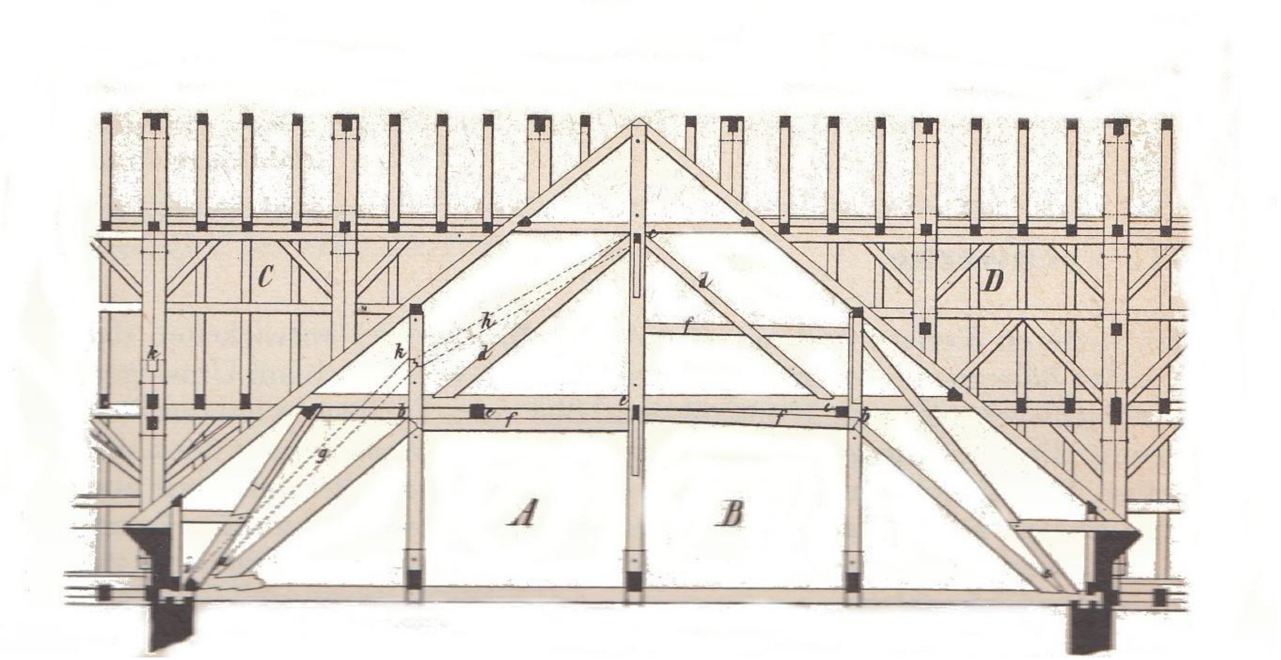


پورته لوړ شوي ساختمانونه کوی شي چې سرې ددې د پاره جوړېدو ته فکر وکړي، چې په منځ کې تېر شوي ضروري د لرګو څخه تيرونه لکه د معمول په شان عمودي نه، بلکه دا سې ميلاني ورکول کيږي، تر هغه چې د تکيا دېوال ددې فشاري قوه ونيسي.
د پورته لوړ شوي ساختمان ضرورت، مطلب دا چې د هغې فعاليت ته د ټينګ تکيا، ددې د پاره چې د هغې د پايو څخه راغلي افقي پورې وهنه ونيسي، کله چې په ځوړندو ساختمانونو کې دغه پورې وهنه خپله په تقويه شوي تيرونو کې ځي. د ځوړندو ساختمانونو څخه د لیندۍ (کمان) په شکل پولونو ته د افقي پورې وهنې له منځه وړلو سره انکشاف ورکړل شوی او د هغې لاندې تېر شوی د مټرونو سړک، مطلب دا چې يو سړک په هواره کې د لیندۍ په واسطه د تقويه شوي تير او د پورته لوړ شوي ساختمان څخه د هغه لرګو څخه لیندۍ ډوله پولونه د

قوي تکيا ګانو سره د پوری وهني او پورته پراته سړکونو د پاره، مطلب هغه سړکونه، کوم چې د ليندۍ په سر پراته دي.
د لرګو څخه پولونه اکثراً پورته لوړ شوي ساختمانونه يا ځوړند ساختمانونه وو، که چېرته اعتبار ولري، لويې فاصلې له منځه يوسي او همدا رنګه درانه وزنونه ونيولی شي، سره ددې چې دغه د لرګو څخه ساختمان لرغوني پېژندل شوي وو.
لاندې ورکړل شوي انځورونه دي، چې د لرغونې پورته لوړ شوي ساختمانونو او ځوړند ساختماني پولونه ښودل شوي:

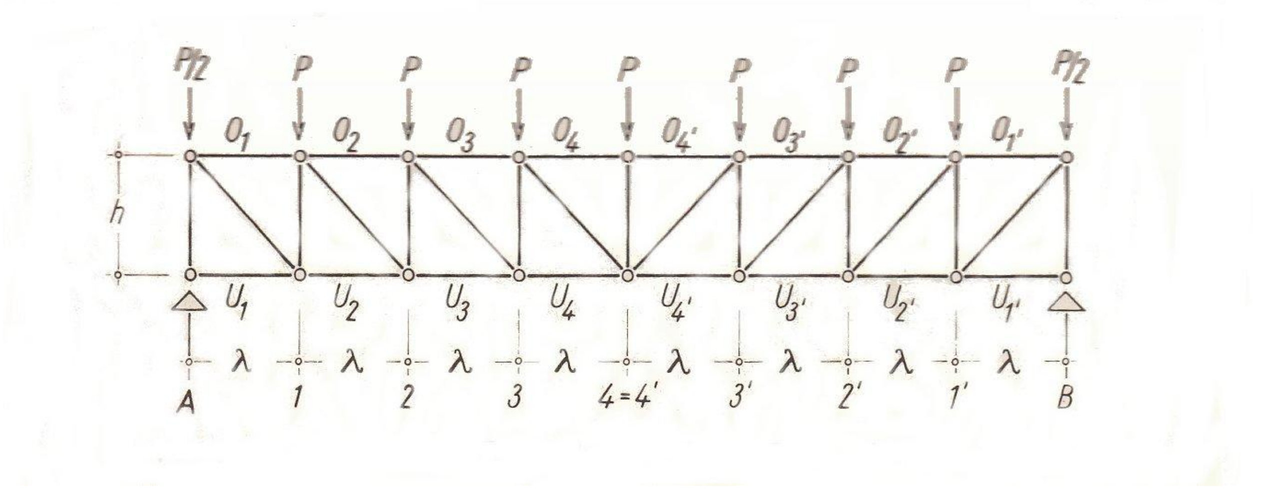


د ځوړند ساختمان پورې د بام چوکۍ (د میلاني بام هغه چوکاټ چې د بام تیرونه کلکوي) هم اړه لري، چې د لاندې سیستم سره دا جوړیږي:



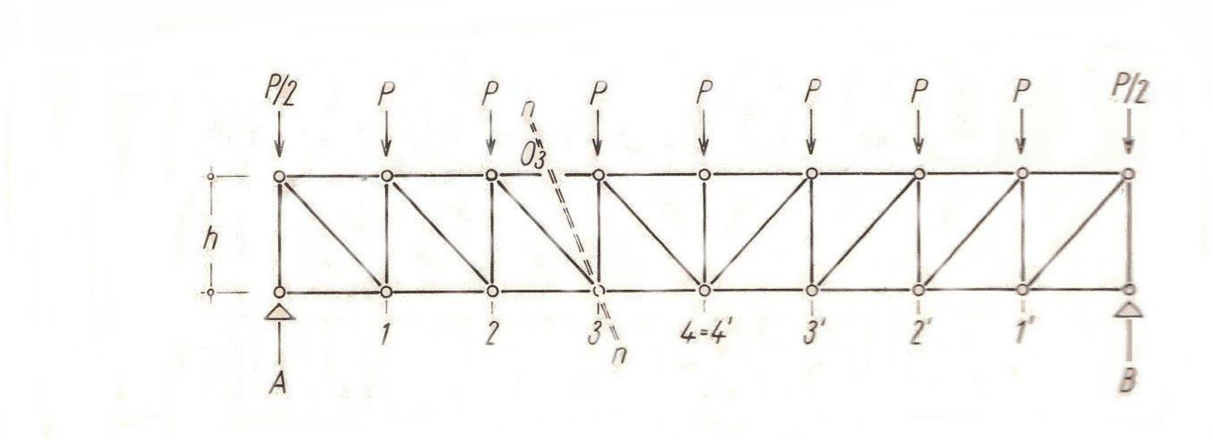
يو يشتم فصل
د لرګو يو د بل سره بندونې (چوپبندي) له لارې جوړونې (ساختمانونه)
Fachwerke (timber framing)

د پلونو د جوړښت نور جريان او پای ته رسېدنې د لرګو څخه پورته لوړ شوي او ځوړند ساختمانونو ته پرمخ تګ (انکشاف) ورکړل شو، که دا د لرګو يودبل سره بندونې له لارې هم وو. ددې د پاره چې د لرګو څخه د ساختمان لوړوالی وټاکو، نو د پټېو قوت او خپله د پټېو هر اړخ ښکارېدنې څېړنه کفايت کوي. ددې د وتر په شکل ورکړل شوي لرګې د ستاتيک متخصصينو د پاره ډېر په زړه پورې دی، خو مونږ ددې په برخه کې فکر نه کوو، ځکه چې دا د ساختمان په لوړوالي کې کوم ارزښت نه لري. مونږ لاندې موازي پټې لرونکي د لرګو څخه ساختمان د وتر په شکل ورکړل شوو لرګو سره په پام کې نيسو:
لاندې ورکړل شوی انځور د وترې لرګو سره موازي پټې لرونکی د لرګو څخه ساختمان دی:

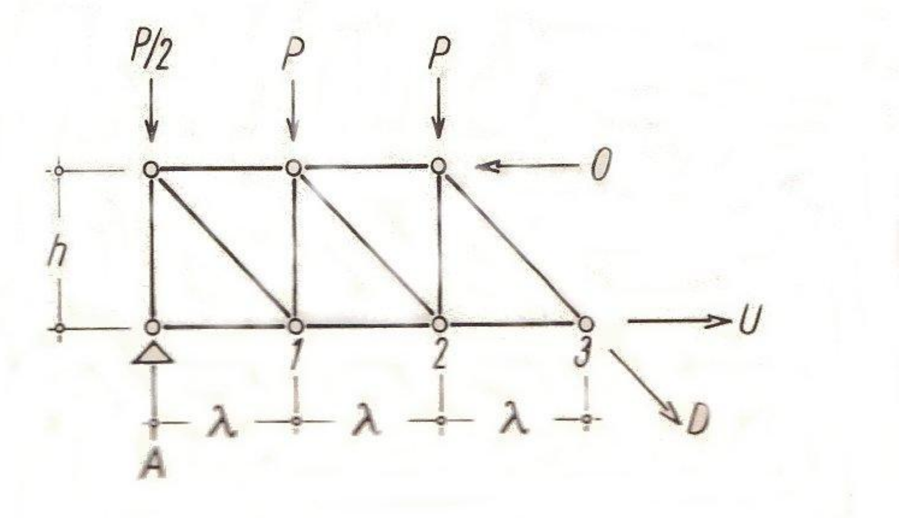


په پورته انځور کې د P وزنونه د تير له لارې عمودي په تړونکي سطحو کې منځ ته راځي. د دغې تير پر سر ممکن د مثال په ډول يوه د پوښښ طبقه پرته وي.
په دغه مثال کې د تناظر والي په وجه $A = B = 4 \,.\, P$ دی، لکه دا څنګه چې بيا هم د مساوي وزن (توازن) په پام کې نيونې سره $\sum M_B = 0$ او $\sum M_A = 0$ شي.

په لاندې انځور کې د $n - n$ مقطع (برش) ښايي، چې په پورته پټې کې د O_3 او په لاندې پټې کې د 3 غوټه شوي نقطې څخه تېرېږي:



دا سوال مونږ داسې په نظر کې نیسو ، چې د پورتني پټۍ میله یا لرګی د کیڼې خوا څخه په دریمې ساحې کې ټاکو ، مونږ داسې فکر کوو چې زمونږ دغه میله د $n-n$ د مقطع څخه، کوم چې دا هم د لاندې پټۍ د 3 نقطې څخه تېرېږي، په منځ کې بېلوي. خو بیا دغه د لرګو څخه ساختمان رنګیږي. د لاندې پټۍ په 3 نقطې کې قاتېدنه جوړیږي.
دلته مونږ کولای شو لکه د تیرونو په شان قوې ورکړو ، کوم چې دې سره ددې موازنه (توازن) بېرته جوړ شي.
په لاندې انځور کې د لرګو څخه ساختمان د برخې توازن د درې میلو O, U او D قوو سره ښايي:



په دغه ښودل شوي انځور کې درې ممکنه محوري قوې درج شوي دي. مونږ د $\sum M = 0$ موازنې شرط څخه کار اخلو او په دریمې (3) نقطې کې د مومنت پورې مربوطه ټکی (نقطه) ورکوو. بیا نو ددې څخه د کیڼې خوا ټولو قوو د پاره په دې ډول دی:

$$\sum M_3 = 0 = A \,.\, 3 \,.\, \lambda - P/2 \,.\, 3 \,.\, \lambda - P \,.\, 2 \,.\, \lambda - P \,.\, \lambda - 0 \,.\, h$$

او د هغې نه $A = 4P$ سره:

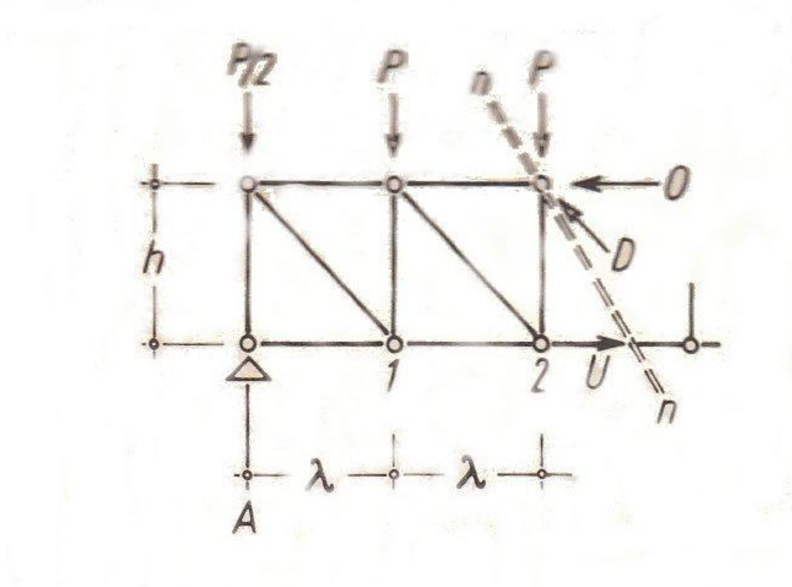
$$O = \frac{1}{h} . \left[\lambda \left(3A - \frac{3}{2}P - 2P - P\right)\right] = \frac{1}{h} . \left[\lambda \left(12 . P - \frac{3}{2}P - 2P - P\right)\right] =$$
$$= \frac{1}{h} . \left[\frac{15}{2}P . \lambda\right]$$

په پورته لوی قوس کې وېينه (اظهار) په دريم (3) ځای کې د کږېدونکي مومنت دی، چې سړی داسې هم کولای شي وليکي:

$$O_3 = \frac{1}{h} M_3$$

يا خو په عمومي ډول: د پورتني پټۍ قوه مساوي ده د لرګو تړل شوي مفصل مقابل ته پروت کږېدونکی مومنت تقسيم پر لوړوالي سره. لانديني پټۍ د پاره د معنا له لحاظه د همدې په شان اعتبار لري. که چېرته مونږ دلته هم د کينې خوا دريمه ميله محاسبه کول غواړو، نو دلته په نظر کې نيول شوي مقطع (برش) د پورتني پټۍ په دوهمې (2) غوټې ځخه تېروو او د لاندې پټۍ د دريمې ميلې ځخه تېروو:

په لاندې انځور کې د $n - n$ مقطع (برش) ښايي چې د پورته پټۍ دوهمې نقطې او د لاندې پټۍ د U_3 ځخه تېرېږي:



مونږ د $\sum M = 0$ د پاره ارتباطي ټکی د پورتني پټۍ په دوهم ټکي کې ورکوو. دا په دې ډول دی:

$$\sum M_2 = 0 = A . 2 . \lambda - \frac{P}{2} .2\lambda - P . \lambda - U . h$$

او د هغې ځخه:

$$U = \frac{1}{h} \left[\lambda \left(2A - P - P\right)\right] = \frac{1}{h} \left[\lambda \left(8P - P - P\right)\right] =$$
$$= \frac{1}{h} \left[6P . \lambda\right]$$

دلته هم په قوس کې ویینه (اظهار) د یو کرېدونکي مومنت دی، او دا د دوهمې ټکي (نقطې) د پاره دی. او دا بیا په دې ډول دی:

$$U_3 = \frac{1}{h}\ M_2$$

د پورتني پټې د پاره د ساحې په منځ کې، مطلب دا چې د O_4 او $O_{4'}$ د پاره دا ډول تر لاسه کیږي:

$$M_4 = A\ .\ 4\ .\ \lambda - \frac{1}{2}P\ .4\ .\lambda - P\ .3\ .\lambda - P\ .2\ \ \lambda - P\ .\lambda =$$
$$= \lambda\ .\ P\ (16 - 2 - 3 - 2 - 1) = 8\ .\lambda\ .P$$
$$O_4 = O_{4'} = \frac{1}{h}M_4 =\ \frac{1}{h}8\ .\lambda\ .P$$

او د لاندې پټې د پاره د ساحې په منځ کې، مطلب دا چې U_4 او $U_{4'}$ د پاره په دې ډول دی:

$$M_3 = A\ .\ 3\ .\ \lambda - \frac{1}{2}\ .3\ .\lambda - P\ .2\ .\lambda - P\ .\lambda =$$
$$= \lambda\ .\ P\ (12 - 1{,}5 - 2 - 1) = 7{,}5\ .\lambda\ .P$$
$$U_4 = U_{4'} = \frac{1}{h}M_3 =\ \frac{1}{h}7{,}5\ .\lambda\ .P$$

لکه څنګه چې مونږ د O_3 د پاره لرل.

(په پورته فرمولونو کې O پورتنۍ پټې او U لاندینۍ پټې ده)

په وتري میلو (میلاني میلو) کې قوو ته د مکمل والي په وجه هم یو څه وویل شول. که چېرته دغه د لرګو څخه ترون (ساختمان) یا چوبندي موازي پټې ونه لري، نو بیا هم سړی کوی شي چې هلته د $n - n$ مقطع (برش) په نا معلومه ساحه کې راښکل شوی وای، چې دغه اغیزه لرونکې لیکه د O او U په S_1 مقطع (برش) ته راولي. د دغې ټکي (نقطې) پورې مربوطه یو د $\sum M = 0$ موازنې (توازن) شرایطو سره مجهول د میلو قوې جوړیږي.

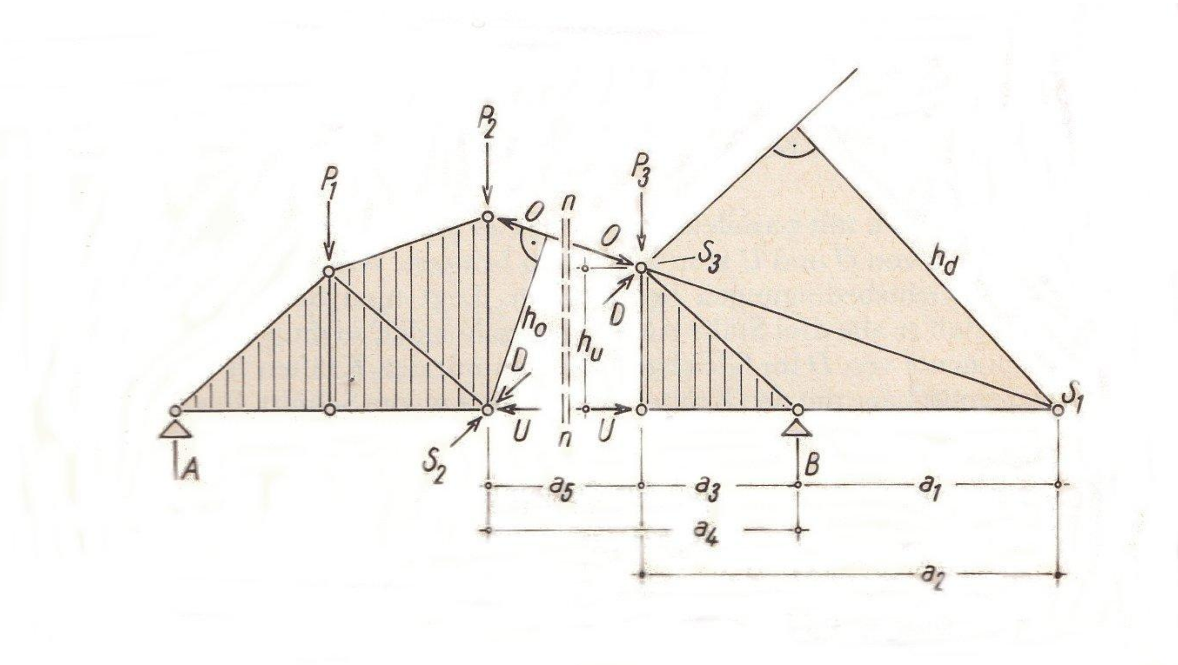
د ښي برخې د پاره په دې ډول دی:

$$\sum M_{S1} = 0 = D\ .\ h_d + B\ .\ a_1 - P_3\ .\ a_2$$

د پورته فرمول څخه D په دې ډول لاس ته راځي:

$$D = \frac{P_3\ .\ a_2 - B\ .\ a_1}{h_d}$$

په لاندې انځور کې د لرګو څخه ساختان په منځ کې د $n - n$ مقطع (برش)، چې پورتنۍ پټې یې ګره شوې ده ښول کیږي:



د A او B تکیا ګانو قوې مخکې نه د معلومو تجربو له مخې حساب شوي دي. د دغې لرګو څخه ساختمان د پاره هم لا ډېر ژر د پټېو قوې، چې دا په دې ډول دي:

په لاندینۍ پټۍ کې د S_2 مربوطه ټکي (نقطې) د پاره $\sum M = 0$ په دې ډول انتقالیږي:

$$\sum M_{S2} = O \cdot h_o + P_3 \cdot a_5 - B \cdot a_4 = 0$$

او ددې څخه O په دې ډول تر لاسه کیږي:

$$O = \frac{B \cdot a_4 - P_3 \cdot a_5}{h_o}$$

او په پورتني پټۍ کې د S_3 پورې مربوطه د $M = 0$ د پاره په دې ډول دی:

$$\sum M_{S3} = 0 = -B \cdot a_3 - U \cdot h_u = 0$$

او ددې څخه U په دې ډول تر لاسه کیږي:

$$U = -\frac{B \cdot a_3}{h_u}$$

مونږ ټولې قوې د میلو د منځ په مقطعو کې د فشاري قوو په حېث ونیول. په U کې منفي علامه ښايي، چې په لاندیني پټۍ کې قوه کومه فشاري قوه نه ده، بلکه دا یوه راښکونکی قوه ده. که مونږ د U قوه د راښکونکي قوې په حېث نیولې وای، نو کېدی شو چې دغه علامه به مثبته شوې وای. ددې مطلب دادی: چې دغه علامه ابدي (دایمي) یوه مثبته علامه ده، نو بیا دغه پرېکړه د قوې په جهت صحیح ده. او که نه نو بیا دغه ابدي علامه منفي ده.

د لرګو څخه په ساختمان کې، چې پورتنۍ پټۍ او لاندینۍ پټۍ یې سره موازي وي، دا امکان نه لري، چې د O او U اغیزه کوونکي لیکې مقطع (برش) ته راښکل شي. مونږ باید دلته د موازنې شرطونو ته مراجعه وکړو. د $n - n$ مقطع په دې ډول ورکول کیږي، چې دا ټولې میلې په یوې ساحې کې قطع کوي، داسې چې د D عمودي ترکیبونه د مقطع کیڼې خوا ته د A

او P قوو سره په موازنه کې اوسي، او همدا رنګه د مقطع ښي خوا ته د B او P قوو سره هم. د کينې خوا د ربمې ساحې د پاره دا ډول تر لاسه کيږي:

$\tan \alpha = h : d$ د وترونو اوږدوالی يې: $d = \sqrt{h^2 + \lambda^2}$

$$\sin \alpha = h : d = h : \sqrt{h^2 + \lambda^2}$$

$$\sin \alpha = V : D \rightarrow D = V \frac{1}{\sin \alpha}$$

$$\sum V = 0 = A - \frac{P}{2} - P - P + D_3 \sin \alpha$$

او ددې څخه D_3 په دې ډول په لاس راځي:

$$D_3 = \frac{2{,}5\,.\,P - A}{\sin \alpha} = \frac{2{,}5\,.\,P - 4{,}0P}{\sin \alpha} = -\frac{1{,}5\,P}{\sin \alpha}$$

په پورته فرمول کې منفي علامه دې ته اشاره کوي، چې د D قوه لکه د منل شوي جهت په شان متقابل ورکول کيږي. خو بيا هم دا په دې سيستم کې کومه فشاري قوه نه ده، بلکه يوه راښکونکې قوه ده.

کينې خوا ته څلورمې ساحې د پاره، مطلب دا چې مستقيماً د تناظري سيستم خواته ساحې د پاره، دا ډول پيدا کيږي:

$$\sum V = 0 = A - \frac{P}{2} - P - P - P + D_4 \sin \alpha$$

او ددې څخه D_4 دا ډول لاس ته راځي:

$$D_4 = \frac{3{,}5\,.\,P - 4{,}0P}{\sin \alpha} = -\frac{0{,}5P}{\sin \alpha}$$

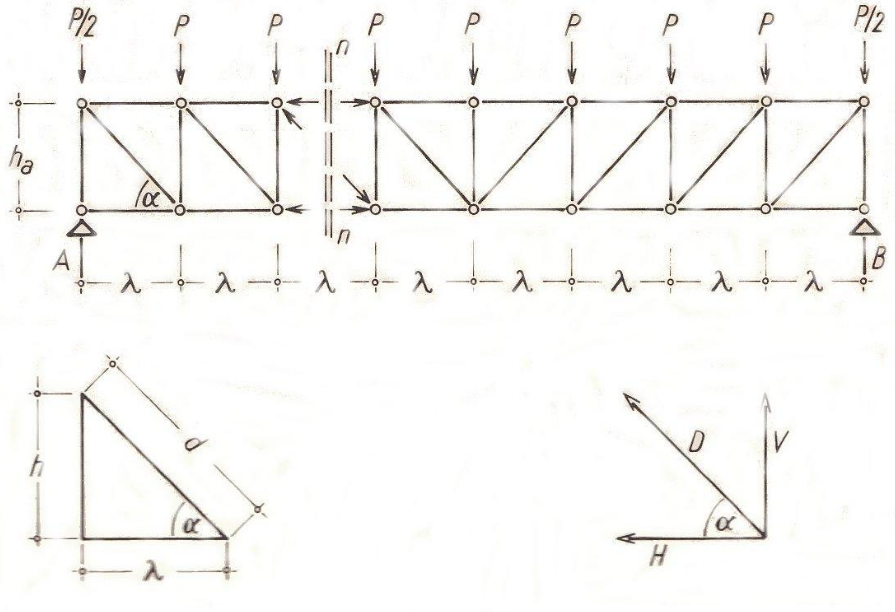
او د اولې ساحې د پاره په دې ډول دی:

$$\sum V = 0 = A - \frac{P}{2} + D_1 \sin \alpha$$

او دې څخه D_1 پيدا کوو:

$$D_1 = \frac{0{,}5\,.\,P - 4{,}0P}{\sin \alpha} = -\frac{3{,}5P}{\sin \alpha}$$

په لاندې انځورونو کې د موازي پټيو سره د لرګو څخه په ساختمان کې د وترې قوو څېړنه ښايي:



کله چې بیا د پټېو قوې منځ خوا ته راشي، بیا نو وتري قوې منځ ته کمیږي.
دا د عرض قوو جریان سره لګیږي (مطابقت کوي). د D د پاره د ځرګنده شوې محاسبه د په نظر کې نیول شوي ځای د پاره د عرض قوه جوړوي.
فقط د وضاحت د پاره مونږ د $n - n$ مقطع (برش) په اوله کې فقط د یوې پټې ځخه تېر کړی وو، ددې د پاره چې وښایو، چې د پټې قوه ځومره ځرګند بدلی شي. په اخري انځور کې ددې خلاف دواړو پټې او وترونه د $n - n$ مقطع (برش) په واسطه ببلول کیږي (جدا کیږي). خو دلته بیا وترونه تل د یوې پټې سره په یوې مفصلي نقطې کې پرې (قطع) کوي او سرې دغه نقطه د $M = 0$ موازنې غوښتنې د پاره ارتباط ورکولای شي، داسې چې دا مساوي پاتې کیږي، که دغه مقطع د ټولو درېواړو میلو ځخه یا د یوې پټې او یو مفصل ځخه تېریږي.

دوویشتم فصل

د بام چوکۍ (د بام هغه چوکاټ چې میلاني او افقي تیرونه ټینګوي)

Dachstühle (roof framework)

د دود او دستور له مخې ډېر ښه د لرګو څخه ودانۍ نه په نن وخت کې په لوړ پوړو ودانیو کې هیڅ عملاً ګټه نه ده اخستل شوی. نور ساختماني مواد –لکه فولاد او اهن کانکریټ د لرګو ځای یې نیولی دی. ددې د پاره یوه برخه مکمل په نوي ډول سره د لرګو څخه ساختمانونه منځ ته راغلي دي، کوم چې دا پخوا نه وو او هم نه کېدی شو. په اوس وختونو کې سربېښ شوي د لرګو تړونکي جوړ شوي، چې ډېر لوي صالون بام ټېګوي. څو واره دا ډول د لرګو څخه باروړونکی ساختمان فقط په ساده شکل هم نور نه دی محدود شوي، لکه د مثال په ډول د ستاتیک له مخې ټاکل شوي ځای په ځای شوي تیرونه. درې مفصلي لینډۍ او دوه مفصلي لینډۍ د راښکونکي پټۍ سره او یا غېر ددې نه، طبقه یې ډوله، سطح نیونکي لینډۍ ډوله باروړونکی ساختمان او نور زیات شکلونه د لرګو څخه ساختمان ته نوی د استعمال ساحه منځ ته راوړی. د دغو ټولو شکلونو څخه کار اخستنه امکان نه لري، لکه په عمومي ډول د هغه ساختماني موادو ته باید دا ونیول شي، چې خاصوالي ته یې پاملرنه ضرور ده. د ساختماني ستاتیک پرنسیپ په عمومي ډول اعتبار لري.

په لوړو ودانیو کې هم لکه د مخکې په شان د بام چوکۍ د لرګو څخه دي. په دې کې دوه لوی ډلګۍ (ګروپه) دي:

میلاني تیرونو بامونه (Sparrendächer[15]) او

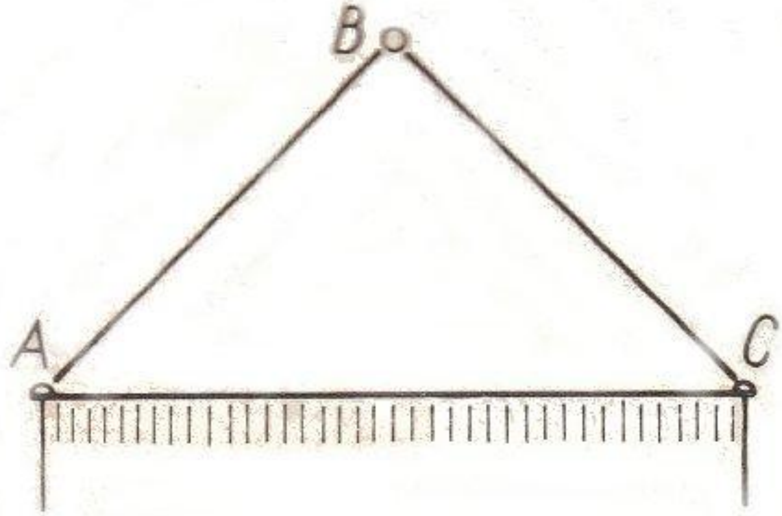
افقي بامونو تیرونه (Pfettendächer[16]).

د میلاني تیرونو ساده شکل په لاندې ورکړل شوي انځور کې ښودل شوی:

میلاني تیرونو بام

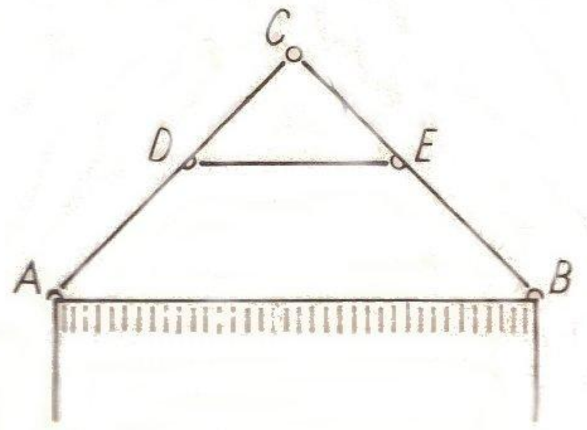
[15]) لکه څنګه چې ما په نورو کتابونو کې هم دا واضح کړې، چې دا په میلاني بامونو کې میلاني تیرونه دي، چې یو سر یې د سر څوکي پر افقي تیر او بل سر یې لاندې په دېوال کي پر افقي تیر راځي په ایراني کې ورته تیر زېر شیراني ورته وایي.

[16]) دا هم په میلاني بامونو کې افقي تیرونه دي.

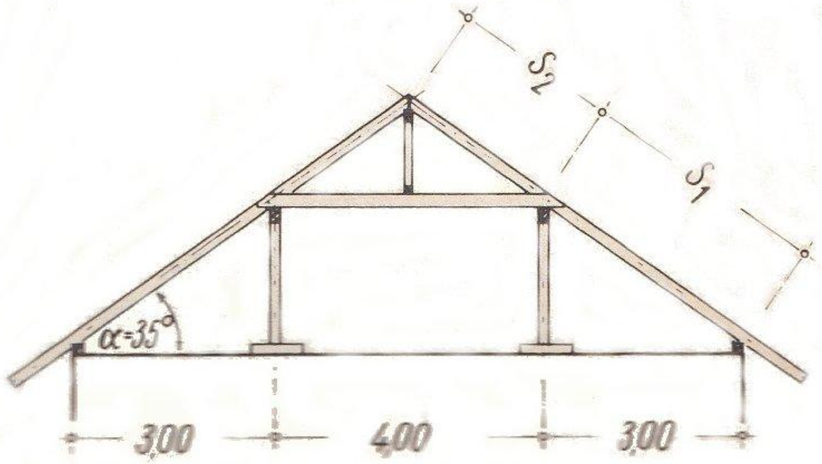


د ستاتیک له لحاظه هر میلاني تیر لاندې په دېوال او سر کې په بل تېر باندې ټینګ شوي دي. هر تیر کږېدو او ځبېښني ته میلان پېدا کوي (تر اغیزې لاندی راځي).
په اکثرو حالاتو کې بیا هم میلاني بام داسې جوړول کیږي چې د بام دواړو خواوو ته میلاني تیرونه دننه خوا نه په یوې برخې کې په افقي تیرونو باندې ټینګې شوي وي، لکه چې په لاندې انځور کې ښودل شوی. دا داسې جوړول کیږي، چې د دغې افقي تیر په واسطه دغه دواړه میلاني تیرونه متقابل تکیا جوړوي. په غېر منظم بار یا وزن سره، د مثال په ډول په یوې ډډې پرته واورې کې، دغه تکیا خو بیا هم د یو ټینګ تکیا په حېث اغیزه نه شي کولای، خو تل د ارتجاعي تکیا په حېث اغیزه لرلی شي. د مثال په ډول د لاندې ورکړل شوي انځور څخه د *A-D-C* څخه تېر شوي میلاني تیر په سر یو وزن، چې دغه تیر د کږېدو په مقابل کې ټینګ دی ټاکو، داسې چې د *D-E* په افقي تیر ښي خواته یوه تنظیمه شوې قوه اغیزه کوي، کوم چې ښي خواته د *B-E-C* میلاني تیر پورته په منځ کې کږیږي.

په لاندې انځور کې هغه میلاني بام ښودل شوی، چې د بام دواړو خواوو میلاني تیرونه د افقي تیرونو په واسطه دننه خوا ته ټینګ شوي وي.



لاندې ورکړل شوی انځور یو میلاني بام دې چې میلاني تیرونه یې د افقي تیرونو په واسطه ټینګ شوي دي.



اوس مونږ غواړو چې یو میلاني بام یو وار محاسبه کړو ، کوم چې دا د میلاني باروړونکي، مطلب دا چې د میلاني تیرونو ، او میلاني فشار لاندې افقي تیرونه جوړوي.

اندازي پورته په انځور کې ښودل شوي

د میلاني تیرونو تر منځ فاصله $a = 0{,}825$ m

دا افقي تیرونو اوږودوالی $l = 4{,}00$ m

د بام د میلان درجه $\alpha = 35^{o}$ sinα = 0,574 cosα = 0,819 tanα = 0,700

دغه بام د استوګنې د پاره نه دی تیار شوی، چې دلته د عایق کاري د پاره او اخبړ د پاره وزن او داسې نور وجود نه لري. ددې د بام پوښښ د یو ډول لښتي لروني بام خښتو څخه، چې په

الماني کې ورته Strangfalzziegel وايي، جوړ شوی. دا باید د نښتر لرګي څخه، چې جنسیت یې II درجه وي جوړ شوی اوسي.

میلاني تیر:

فاصله $a = 0{,}825$ m

$$S_1 = 3{,}00\,\frac{1}{\cos\alpha} = 3{,}00\,\frac{1}{0{,}819} = 3{,}68 \text{ m}$$

$$S_2 = 2{,}00\,\frac{1}{\cos\alpha} = 2{,}00\,\frac{1}{0{,}819} = 2{,}45 \text{ m}$$

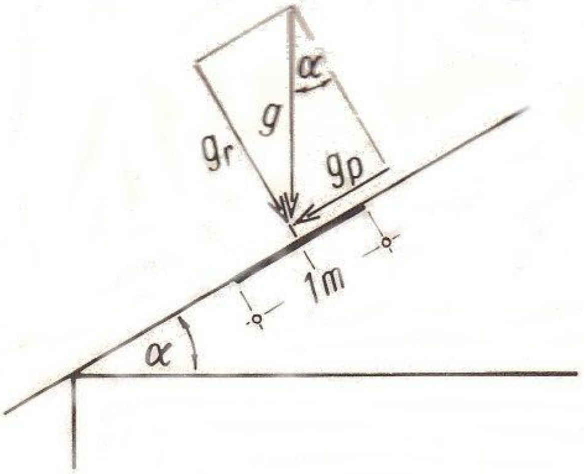
د S_1 اوږودوالي سره لاندینی میلاني تیر وڅېړل شو او دا یو نامناسبه ټاکنه ده، دغه تیر باید پر منځني افقي تیر خلاص ځرخېدونکی ایښودل کیږي، بې ددې چې ددې تیر سر په همدغې منځني افقي تیر اخر اوسي، دا باید ددې څخه تېر شي او تر د بام سرني افقي تیر پورې (Firstpfette چې په انګریزي کې ورته ridge purlin وایي ورسیږي.

ددې خپل وزن د DIN 1055 معیار له مخې ټاکل کیږي. د بام پوښښ د پاره وزنونه د اولې پاڼې په 1 .3 جدول د 3.11 شمارې لاندې یوځایي ورکړل شوي دي. د یو ډول لښتي لرونکي بام خښتو څخه، چې په الماني کې ورته Strangfalzziegel وایي، د پاره هلته د میلاني بام د سطح پورې مربوطه، 60 kp/m^2 ورکړل شوی دی. د میلاني تیرونو په سر نري اوږدې تختې نښلول کیږي، خو افقي تیرونه او نور لرګي نه.

د لاندې انځور له مخې د بام خپل وزن د بام د میلان پورې مربوطه داسې تر لاسه کوو:

د بام خښتو د پاره	$g' = 60{,}0 \text{ kp/m}^2$
د میلاني تیرونو خپل وزن د پاره	$g'' = 10{,}0 \text{ kp/m}^2$
	$g = 70{,}0 \text{ kp/m}^2$

په لاندې انځور کې د بام د میلان پورې مربوطه د بام خپل وزن ښودل شوی دی:



ددې نه په میلاني تیر قایمه زاویه اغیزه په دې ډول ده:

$$g_r = g \, . \cos\alpha = 70,0 \, . \, 0,819 = 57,0 \text{ kp/m}^2$$

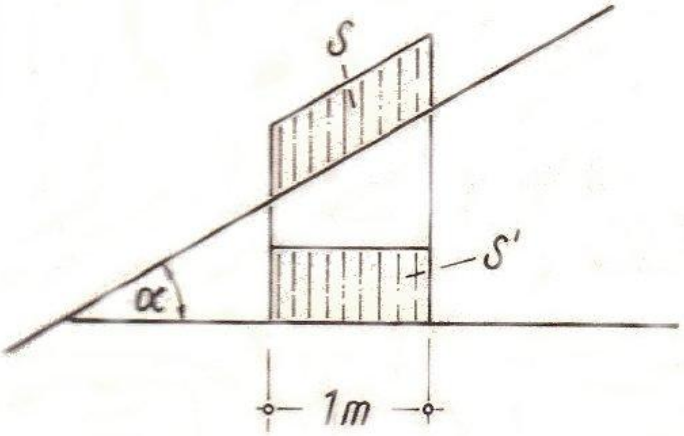
او د میلاني تیر سره موازي اغیزه په دې ډول ده:

$$g_p = g \, . \sin\alpha = 70,0 \, . \, 0,574 = 40,0 \text{ kp/m}^2$$

او بیا دا د میلاني بام د سطح هر متر مربع د پاره دی.

د $\alpha = 35^o$ میلاني بام د پاره د DIN 1055 معیار د پنځمې پاڼې له مخې د واورې وزن $S´$=60,0 kp/m د بام سطح ته افقي رسم شوی د متر مربع پورې مربوطه ورکړل شوی دی.

په لاندې انځور کې د افقي ارتسام پورې مربوطه د واورې بار (وزن) ښودل شوی دی:



بیا نو د بام په میلان کې د موازنې په اساس د متر مربع د پاره دا ډول لاس ته راځي:

$$S´ \, . \, 1 = S \, . \, \frac{1}{\cos\alpha}$$

او ددې ځخه

$$S = S' \, . \cos\alpha$$

او زمونږ د ارقامو په اساس په دې ډول دی:

$$S = 60{,}0 \,.\, 0{,}819 = 49{,}0 \text{ kp/m}^2$$

په اجزأو باندې تقسیمات لکه د خپل وزن په شان دی. بیا نو دا په میلاني تیرونو قایمه زاویه اغیزه په دې ډول لري

$$S_r = S \,.\, \cos\alpha = 49{,}0 \,.\, 0{,}819 = 40{,}0 \text{ kp/m}^2$$

او په میلاني تیرونو موازي په دې ډول اغیزه لري

$$S_p = S \,.\, \sin\alpha = 49{,}0 \,.\, 0{,}574 = 28{,}0 \text{ kp/m}^2$$

د ټولو نه وروسته د باد وزن راځي. ودانۍ باید د 20 m څخه ټیټې، خو که د 8 m څخه لوړ اوسي. د دغې ساحې د پاره د باد لګېدنې فشار $q = 80 \text{ kp/m}^2$ د DIN 1055 معیار د 4 پاڼې له مخې ورکول کیږي. بیا نو د باد وزن په دې ډول تر لاسه کیږي:

$$= (1{,}2 \,.\, 0{,}574 - 0{,}4) \,.80 \,.1{,}25 = 29{,}0 \text{ kp/m}^2$$

د 1,25 ضریب په هغه وخت کې ورکول کیږي، کله چې محاسبه د یو ځانګړي باروړونکي د پاره وي. باد د بام په سطح باندې عمود اغیزه کوي.

د میلاني تیرونو مکمل وزن، چې د تیرونو تر منځ فاصله 0,825 m اوسي، په دې ډول دی:

$$Q_r = 0{,}825\,(g_r + s_r + \omega) = 0{,}825\,(57{,}0 + 40{,}0 + 29{,}0) =$$
$$= 104{,}0 \text{ kp/m}^2$$

د $s_1 = 3{,}68$ m اوږودوالي سره اعظمي د کږېدو مومنت په دې ډول دی:

$$\max M = \frac{1}{8} \,.\, q_r \,.\, s_1^2 = \frac{1}{8}\ 104 \,.\, 3{,}68^2 = 176 \text{ kpm}$$

د اجازه ورکړل شوي کږېدونکی تشنج $\text{zul } \sigma = 100 \text{ kp/m}^2$ دی. بیا نو

بیا نو لازمي د W_x په دې ډول دی:

$$W_x = \frac{\max M}{\text{zul } \sigma} = \frac{17600}{100} = 176 \text{ cm}^3$$

دلته د $W_x = 196 \text{ cm}^3$ سره 6/14 انتخابیږي

$$\sigma = \frac{\max M}{W_x} = \frac{17600}{196} = 90{,}0 \text{ kp/cm}^2$$

اجازه ورکړل شوی

$$\text{zul } \sigma = 100{,}0 \text{ kp/cm}^2$$

د DIN 1055 معیار د دریمې پاڼې له مخې په ځانګړو باروړونکو کې، لکه دلته په میلاني تیر په شان یو ځانته وزن $P = 100$ kp نیول کیږي، که چېرته د باد او واورې وزن یا فشار د

دغې باروړونکي په مکمل اوږودوالي باندې کمه وي نظر 200 kp ته. دې سره د باد او واورې وزن د نظره غورځول کیږي. د واورې د وزن برخه s_r = 40,0 kp/m او د باد ω = 29,0 kp/m په ګډه 69,0 kp/m جوړوي.
د میلاني تیر مکمل اوږودوالي سره s = 3,68 m، او د تیرونو تر منځ a = 0,825 m سره په دې ډول دی:

$$69{,}0\ .\ 3{,}68\ .\ 0{,}825 \approx 209{,}0\ \text{kp} > 200{,}0\ \text{kp}$$

زمونږ د محاسبې وزن یا فشار، کوم چې د باد او واورې د پاره کړی وو، لوی دی نظر 200 kp ته. ځان ځان ته وزن اجازه نه شته چې ورکړل شي.
پورتنی میلاني تیر د s_2 اوږودوالي سره په کم کرېدونکي مومنت کې همدا ډول ښودل کیږي.
اوس نو د میلاني تیر محور سره موازي اغیزه کوونکې قوه محاسبه کوو.

$$q_p = 0{,}825\ (g_p + s_p + 0) = 0{,}825\ (40{,}0 + 28{,}0) = 56{,}0\ \text{kp/m}$$

په مکمل میلاني تیر اوږودوالي باندې په دې ډول اغیزه لري:

$$Q_p = s_1\ .\ q_p = 3{,}68\ .\ 56{,}0 = 206{,}0\ \text{kp}$$

اوس نو پورتنی تیر او همدارنګه لاندینی تیر ونیول شو، سړی مطلق وېلی شي، چې تقریباً د لاندیني Q_p نیمایي او نیمایي د بل د تکیا په سر ځي، داسې چې خپله د میلاني تیر عرضاني مقطع نیمایي نیول شوی دی. د دغې میلاني تیر مساحت، چې عرضاني مقطع یې 6/14 وي، په دې ډول دی:

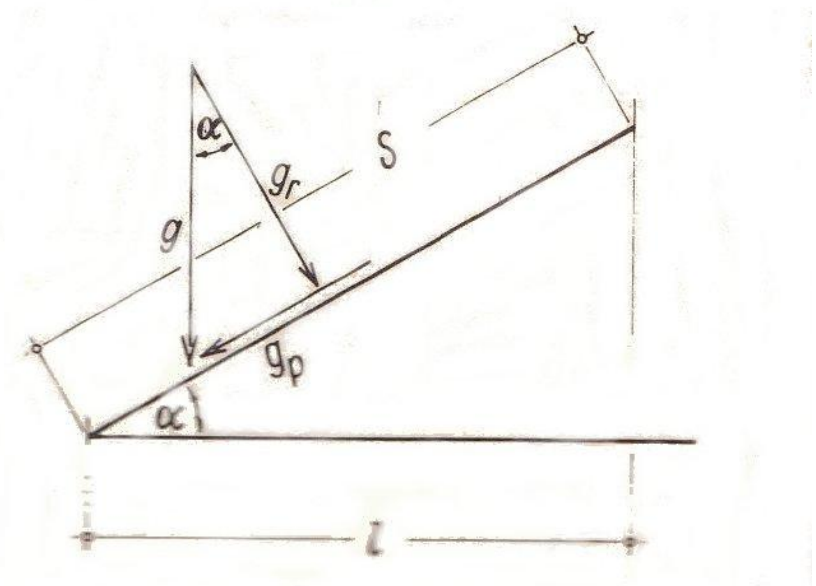
$$F = 6\ .\ 14 = 84\ \text{cm}^2$$

بیا نو په میلاني تیرونو کې اضافي تشنج په دې ډول دی:

$$\sigma = \pm\ \frac{Q_p}{2F} = \frac{206}{2\ .\ 84} = 1{,}2\ kp/\text{m}^2$$

دلته بېغوري کمه ده!
پرته ددې نه سړی میلاني پراته باروړونکي – لکه د میلاني تیرونو په شان په عمل کې زیات واري محاسبه کوي، کوم چې په دې کې د باروړونکي افقي رسم په نظر کې نیسي او همدا شان دا وزن او اوږودوالي ته هم راجع کیږي. ددې مطلب دادی: چې دا مساوي دی، که دا په میلان باندې پروت باروړونکی، چې په سر یې قایمه زاویه ولاړ د وزنونو اجزأوې وي او یا که دا افقي ترسیم شوي باروړونکي د عمودي وزنونو سره څېړل کیږي. ددې ساده مثال په لاندې ډول دی:

په لاندې انځور کې ښودل شوی، چې میلاني پروت باروړونکی کولای شي چې د افقي رسمونو پورې مربوطه قوې او اندازې محاسبه شي:



دلته دا شرط وجود لري، چې g' د پلان شوي سطح متر مربع پورې اړه لري

$$M_1 = \frac{1}{8}\ g' . l^2$$

د میلان پورې مربوطه په دې ډول دی:

$$g = g' . \cos\alpha$$

لکه څنګه چې مونږ د واورې په وزن کې ولیدل. د s اوږدوالی داسې دی:

$$s = l : \cos\alpha$$

او د s په سر د g، او هغه g_r په قایمه زاویه ولاړ وزن داسې دی:

$$g_r = g . \cos\alpha$$

یا

$$g_r = g' . \cos\alpha . \cos\alpha = g' \cos^2\alpha$$

نو بیا په دې صورت کې کړېدونکی مومنت په دې ډول دی:

$$M_s = \frac{1}{8}\ g_r . s^2 = \frac{1}{8}\ g' . \cos^2\alpha . \frac{l^2}{\cos^2\alpha} =$$
$$= \frac{1}{8}\ g' . l^2$$

مطلب دا چې دا د افقي ارتسام پورې مربوطه مومنت دی.

څومره چې مومنتونه حسابیږي، دغه د محاسبې طریقه ساده ده. د وزن په وجه منځ ته راغلي په منځ کې کړېدنې، بیا هم باید د میلاني اوږدوالي سره ارتباط ولري، ځکه چې د هغې محاسبې ته اوږدوالی بیا په مربع سره ورکول کیږي.

مونږ غواړو چې په منځ کې کړېدنه بیا محاسبه کړو:

د لرګو د پاره ارتجاعي مودول $E = 100000$ kp/cm^2

دلته د عرضاني مقطع د پاره د عطالت مومنت $I = 1372$ cm^2

بیا نو دا په دې ډول دی:

$$f = \frac{5}{48} M \,.\, s^2 \,.\, \frac{1}{E\,.\,I}$$

$$= \frac{5\,.\,17600\,.\,368^2}{48\,.\,100000\,.\,1372} = 1{,}8 \text{ cm} = \frac{1}{204} < zul\ f$$

په منځ کې کرېدنې ته اجازه ده چې فقط $\frac{1}{200}$ نظر اوږودوالي ته جوړ کړي، کوم چې دلته مراعت شوی دی.

د ښه وضاحت د پاره مونږ غواړو چې لا ډېر میلاني تیرونه، دا وار د افقي ارتسام پورې مربوطه محاسبه کړو:

د بام سر پوښ او د بام اوږدې نري تختې: $g = 70{,}0$ kp/m^2 د بام د سطح متر مربع پورې مربوطه. د متر مربع پورې مربوطه د افقي ارتسام لکه د واورې وزن په شان، په لاندې ډول جوړیږي:

$$g' = g\,\frac{1}{\cos\alpha} = 70{,}0\ \frac{1}{0{,}819} = 86{,}0\ kp/\text{m}^2$$

واوره: $s' = 60{,}0$ kp/m^2 . دغه وزن د افقي ارتسام پورې اړه لري.

د باد د فشار سره هم سړی کولای شي چې همدا شان چلند وکړي، که چېرته دا په عذابونکی نه اوسي. په دې چې اوله کې باید پر میلاني بام باندې په قایمه زاویه اغیزه کونکی باد په یو عمود او په یو افقي اجزأوو باندې برخې برخې کیږي او نور بایدد باد وزن، کوم چې دا اوله په میلان ته سطحي واحد پورې اړه لري، په افقي ارتسام پورې ارتباط نیسي. د باد فشار د پاره مونږ دا ، مطلب دا چې په میلاني سیستم کې د $\omega = 29{,}0$ kp/m^2 نیسو. بیا نو دا په دې ډول دی:

$$M = \frac{1}{8}\ [(86{,}0 + 60{,}0)\,.\ 3{,}0^2 +\ 29{,}0\,.\ 3{,}68^2]\,.0{,}825 =$$

$$= \frac{0{,}825}{8}\ [1314 + 393] = 176{,}0 \text{ kp/m}$$

دا نو بیا هم هغسې نتیجه ده چې مونږ لرلو.

دا ډول د محاسبې طریقه د ټولو میلاني پراته باروړونکو د پاره توصیه ده. د زینو او د همدې په شان ساختمانونو د پاره په دې وجه دا ساده کول غواړي، ځکه چې هلته د باد فشار نه شته او دې سره فقط عمودي اغیزه کوونکي وزنونه باقي پاتې کیږي.

منځني افقي تیرونه:

اوږدوالی $l = 4{,}00\ m$

دلته هم ښايي، چې د افقي ارتسام سره محاسبه، ساده اهمیت لري.

د بام پوښښ او د بام اوږدې نري تختې $g' = 86{,}0\ kp/m^2$

واوره $s' = 60{,}0\ kp/m^2$

$g' + s' = 146{,}0\ kp/m^2$

منځنی افقي تیر د s_1 او s_2 میلاني تیرونو یوه برخه وزن اخلي، چې دا د هر میلاني تیر نیمايي وزن دی چې پر دې باندې راځي. دا په بل ډول داسې واضح کېږي: د هر میلاني تیر نیمايي اوږدوالی د وزن یوې برخې په حېث پر دغې افقي تیر راځي.

$$q_1 = \frac{1}{2}\ (3{,}0 + 2{,}0)\ .146{,}0 = 365{,}0\ kp/m$$

چې دا خپل وزن دی $q_2 = 23{,}0\ kp/m$

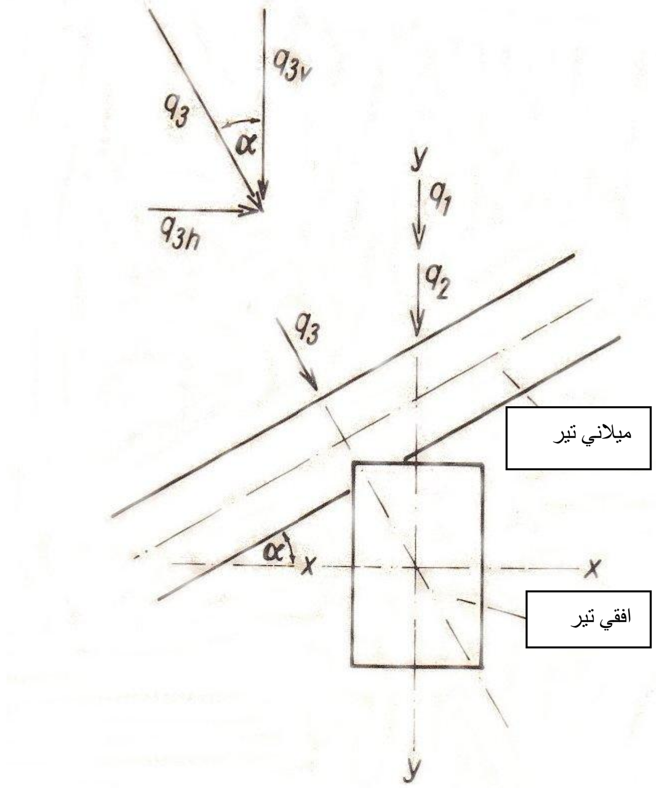
د باد په وجه هم وزن د هر میلاني تیر د اوږدوالي نیمايي په افقي تیر راځي، مطلب دا چې:

$$q_3 = \frac{1}{2}\ (3{,}68 + 2{,}45)\ .29{,}0 = 89{,}0\ kp/m$$

کله چې د q_1 او q_2 وزنونه عمودي اغیزه وکړي، نو q_3 د بام په میلان باندې قایمه زاویې سره ولاړ دی. اوس مونږ q_3 په دوه اجزائو تجزیه کوو، کوم چې د هغې جهت د میلاني تیر عرضاني مقطع عمومي محور سره سمون خوري (مطابقت کوي).

$$q_{3v} = q_3\ .\ \cos\alpha = 89{,}0\ .\ 0{,}819 = 73{,}0\ kp/m$$
$$q_{3h} = q_3\ .\ \sin\alpha = 89{,}0\ .\ 0{,}574 = 51{,}0\ kp/m$$

په لاندې انځور کې د افقي تیر ته د باد قوه په دوه اجزأوو تقسیمات ښايي:



q_1, q_2 او q_{3v} عمودي اغیزې لري

$$q_v = q_1 + q_2 + q_{3v} = 365{,}0 + 23{,}0 + 73{,}0 = 461{,}0 \text{ kp/m}$$

q_{3h} فقط افقي اغیزه لري

$$q_h = q_{3h} = 51{,}0 \text{ kp/m}$$

ددې څخه لاندې مومنتونه لاس ته راځي

$$M_v = \frac{1}{8} \,.\, q_v \,.\, l^2 = \frac{1}{8}\, 461{,}0 \,.\, 4{,}0^2 = 922{,}0 \text{ kpm}$$

$$M_h = \frac{1}{8}\, q_h \,.\, l^2 = \frac{1}{8}\, 51{,}0 \,.\, 4{,}0^2 = 102{,}0 \text{ kpm}$$

مونږ دلته په اول وار دوه محوره کږېدونکي سره سر او کار لرو، مطلب د مومنتونو سره، چې دا نه یواځې په یو، بلکه په دواړو عمومي محرونو اغیزه کوي. خو دا کوم مشکلات نه پېدا کوي. مونږ کولای شو چې ددې دواړو اغیزو هر یو ته پاملرنه وکړو او بیا نتیجې یو بل پسې تر لاسه کړو. مونږ په اوله کې د V د وزن اغیزه په پام کې نیسو، کوم چې په عاقبت کې یو

مومنت جوړېږي، چې عرضاني مقطع د x په محور کې کږېږي. ددې څخه په پورته کې یو فشار جوړېږي او په لاندې کې یوه راښکنه. دې نه وروسته د H وزن اغیزه کوي، کوم چې عرضاني مقطع د y په محور کې کږېږي. دا په عرضاني مقطع کې کیڼې خوا ته فشار او ښې خوا ته راښکنه جوړوي.

دواړه نتیجې مونږ یو د بل پسې نیسو، داسې چې مونږ پورته کیڼې خوا ته لوړترین د څېبښنې تشنج او لاندې ښې خوا ته لوړترین د راښکنې تشنج تر لاسه کوو.

دلته مونږ 16/22 □ د $W_x = 1290 \text{ cm}^3$ سره او $W_y = 939 \text{ cm}^3$ سره ټاکو (انتخابوو).

بیا نو په دې ډول دی:

$$\max \sigma = \pm \left(\frac{92200}{1290} + \frac{10200}{939}\right) = \pm (72{,}0 + 11{,}0) =$$
$$= \pm 83{,}0 \text{ kp/cm}^2$$

دلته په منځ کې کږېدنه د اوږدوالي $\frac{1}{200}$ اوسي.

د لرګو د پاره ارتجاعي مودول $E = 100000 \text{ kp/cm}^2$ ټاکل شوی

دلته د انتخاب شوي عرضاني مقطع د پاره د عطالت مومنت په دې ډول دی:

$$I_x = 14200 \text{ cm}^4 \text{ او } I_y = 7510 \text{ cm}^4$$

$$f_x = \frac{5}{48}\, M_x \,.\, l^2\, \frac{1}{E\, I_x} = \frac{5\,.\,92200\,.\,400^2}{48\,.\,100000\,.\,14200} = 1{,}1 \text{ cm} =$$

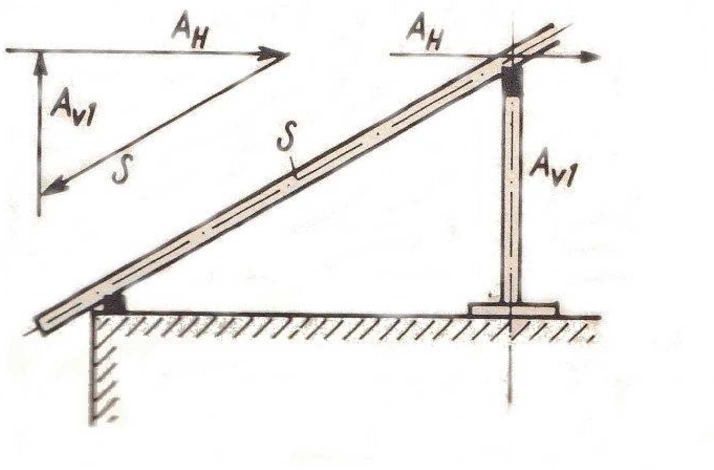
$$\frac{l}{380} < \text{zul } f$$

پورته په منځ کې کږېدنه زښت ډېر کم دی او د اجازه ورکړل شوي سرحد څخه ډېر لږ دي.

د بام د سر څوکي افقي تیر:

دغه تیر د میلاني تیرونو s_2 تر فشار لاندې دی. بې ددې چې نورو ته نظر وکړو، دا تیر نظر منځني افقي تیر ته کم تر فشار لاندې دی. دا فقط یو اځې تکراري مانا (معنی) لري، که چېرته دلته د کم فشار سره په همدې ډول محاسبه وشي.

په لاندې انځور کې پر افقي تیرونو د قوو توازن ښايي:



د منځني افقي تیر لاندې پایې:

دلته منځني افقي تیرونه خپل عمودي د وزنونو ترکیبونه پر پایې اچوي. افقي وزنونه د دې خلاف د مثلث څخه، کوم چې د میلاني تیر او پایو څخه جوړیږي، نیول کیږي.

نو بیا دا په دې ډول دی:

$$A_{v1} = A_H \; . \tan\alpha$$

او

$$s = A_H \frac{1}{\sin\alpha}$$

بیا نو د q_H 51,0 kp/m سره، په دې ډول دی:

$$A_H = 2\,\frac{1}{2}\;.4{,}0\;.51{,}0 = 204{,}0 \text{ kp}$$ سره.

د دې څخه بیا په لاس راځي:

$$A_{v1} = 204{,}0\;.\;0{,}70 = 143{,}0 \text{ kp}$$

د $q_v = 461{,}0$ kp/m سره د خپل عمودي وزنونو څخه په لاس راځي:

$$A_{v2} = 2\,\frac{1}{2}\;4{,}0\;.461 = 1844{,}0\;kp$$

د بام د څوکې افقي تیر څخه د وزن یوه بله برخه هم راځي، کوم چې دا د نا ړې (اوږود لرګي) او تیر نیونکي د دواړو پایو په سر او د منځني افقي تیر لاندې اېښودل کیږي.

د دې محاسبه هم لکه د منځني افقي تیر په شان، په دې ډول تر لاسه کیږي:

$$g' + s' = 146{,}0 \text{ kp/m}$$

$$q_1 = \frac{1}{2}\;4{,}0\;.146{,}0 = 292{,}0 \text{ kp/m}$$

$q_2 = 23{,}0$ kp/m (چې دا خپل وزن دی)

د کیڼې خوا نه د باد څخه په دې ډول دی:

$$q_3 = \frac{1}{2}\;.2{,}45\;.29{,}0 = 36{,}0 \text{ kp/m}$$

ښي خوا ته پورته اغیزه کونکې راښکنه د پامه غورځول کیږي (په نظر کې نه نیول کیږي)؛ هغه بې وزنه اغیزه لري. د همدې په شان افقي اجزاوې د q_3 څخه نور په نظر کې نه نیول کیږي. د سر څوکې افقي تیر په سر د میلاني تیر تړنه (کلکونه) یوه ټینګه شونډک (تېغه) منځ ته راځي، کوم چې افقي تیر زښت ډېر بار (وزن) له منځه وړي!

د q_3 عمودي اجزاوې په دې ډول دي:

$$q_{3v} = q_3 \, . \cos\alpha = 36{,}0 \, . \, 0{,}819 = 30{,}0 \text{kp/m}$$

دې سره وزن، کوم چې د پایې په سر د سر څوکې افقي تیر لاندې له منځه ځي

$$A_v = 2\,\frac{1}{2}\,.4{,}0\,.\,(292{,}0 + 23{,}0 + 30{,}0) = 1380 \text{ kp}$$

ددې څخه د هر نیمایي پر کینې او ښي خوا پایو باندې راځي. بیا نو

$$A_{v3} = \frac{1}{2}\,A_v = \frac{1}{2}\,1380 = 390 \text{ kp}$$

اوس نو مونږ د پایې په سر او د منځني افقي تیر لاندې نور زیات بارونه (وزنونه) لرو، چې دا په دې ډول:

A_{v1}	=	143,0 kp
A_{v2}	=	1844,0 kp
A_{v3}	=	690,0 kp
خپل وزن	=	123,0 kp
A_v	=	2800,0 kp

د کړېدو یا قاتېدو اوږدوالی $s_K = 3{,}0 \, . \tan\alpha = 3{,}0 \, . \, 0{,}7 = 2{,}10$ m کیږي.

د 12/12 □ تیر د $F = 144{,}0 \text{ m}^2$ $\quad i = 3{,}46$ cm سره انتخابیږي.

ددې نری والی $\lambda = 210 : 3{,}46 = 60 \quad \omega = 1{,}67$ دی.

نو بیا ځبېښنه په دې ډول ده:

$$\sigma = \omega \, . \, \frac{P}{F} = 1{,}67 \, . \, \frac{2800{,}0}{144{,}0} = 32{,}5\,\frac{\text{kp}}{\text{cm}^2} < \text{zul}\,\sigma = 85 \text{ kp/cm}^2$$

پایه د افقي تیر لاندې څنډه د یو خوله بندونکي په شکل نیسي. دغه خوله بندونکي په شکل لرګی 4 . 4 cm ټاکل کیږي. بیا نو په لاندې ډول د قوه انتقالونکې سطح باقي پاتې کیږي.

$$F_n = 12 \, . \, 12 - 4 \, . \, 4 = 144 - 16 = 128 \text{ cm}^2$$

بیا نو په دغه ځای کې ځبېښنه دا ډول ده:

$$\sigma = \frac{2800}{128} = 22{,}0 \text{ kp/m}^2$$

دغه ځبېښنه د افقي تیر پر مزو باندې قایمه زاویه اغیزه کوي. نو ددې د پاره یوه اجازه ورکړل شوی فشار

zul $\sigma = 20{,}0 \text{ kp/m}^2$ ورکړل شوی دی.

کومه ځبېښنه چې مونږ پېدا کړې ده، هغه د اجازه ورکړل شوي ځبېښنې (فشار) څخه 10 % تجاوز کوي. که چېرته دغه تکیا ګانې د قاتېدو په مقابل کې ټینګې وي، نو ځان ته د همدې علت سره باید عرضاني مقطع لږ څه غټه انتخابه شي.
د دغې بام چوکۍ یا چوکاټ په نظر کې نیولو سره مونږ بیا هم میلاني پراته تیرونه، کوم چې دوه محوره کږېدنې او قاتېدنې د لرګو تکیا ګانې یا پایې وپېژندل.

درویشتم فصل

په ودانیو (ساختمانونو) کې ورکړل شوي درزونه Bauwerksfugen (Building joints)

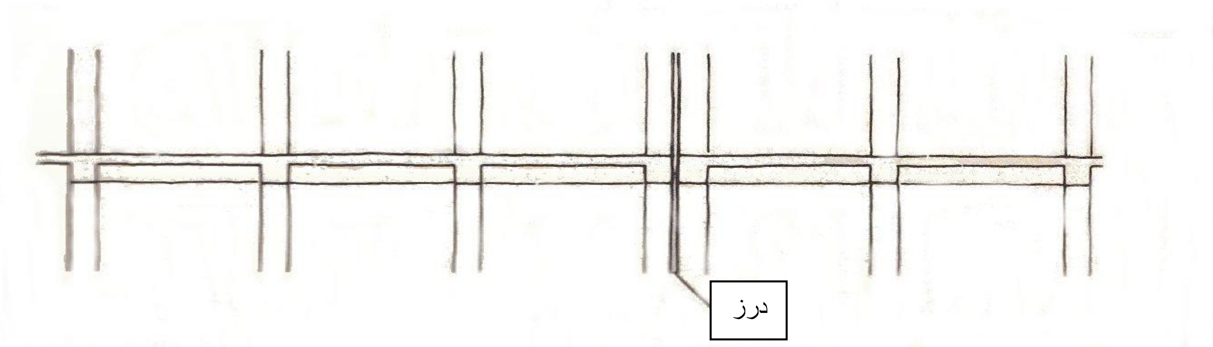
مونږ ددې په برخه وغږېدو ، چې د تودوخي (حرارت) تر اغیزې لاندي ودانۍ (ساختمان) یو ډول خوځېدنه (حرکت) جوړوي، چې دا نظر ساختماني موادو ته فرق لرلی شي. که دا ډول ځوځېدنې ته امکان ورنه کړل شي، بې مقاومته تیار شي، داسې قوې منځ ته راځي، کوم چې دا زښت ډېر لوی دي. دغه قوې بیا په ساختماني برخو باندې اغیزه کوي، کوم چې د تودوخي د تقیر لاندې ولاړې د ودانۍ برخې ازاده خوځېدنه (حرکت) نه مني. د نظر له لحاظه (د تیوري له لحاظه) سړی کولای شي چې ددې په برخه کې فکر وکړي، چې دغه قوې یواځې د ساختماني برخو له لارې ونیول شي، کوم چې هغه خوځېدنه نه مني. خو دا یو ډېر ښه (فوق العاده) ساختماني لګښت لري، کوم چې هلته منځ ته راغلي قوې زښت ډېر لويې دي. که خپله سړی داسې یو چلند وکړي، چې د تودوخي څخه منځ ته راغلي خوځېدنې تر یو حده بیا هم مخنیوی وشي، کوم چې هلته ټول ساختمانونه ټینګ نه، بلکه ارتجاعي دي او د بار (وزن) تر اغیزې لاندې دا خپل شکل ته تغیر ورکوي. برسېره پر دې مونږ ولیدل، چې دغه د شکل تغیر خوړنه نه یواځې خپله د تودوخي د تغیر پورې، بلکه په نظر کې نیول شوي ساختمان د اوږدوالي پورې هم اړه لري. څومره چې یوه ودانۍ (ساختمان) اوږود وي، هومره د تودوخي تغیر په وجه د هغې شکل بدلېدنه لویه ده.

نو ځکه دې د پاره هدایت کیږي، چې د انبساط کوونکي درزونو په وجه د ودانۍ پراخېدنه په ډېرو وړو برخو سره تقسیم شي. دې د پاره بیا د کمې پراخېدنې په وجه د تودوخي څخه منځ ته راغلې شکل بدلونه کمه ده، دا کېدی شي چې دا په جدا شوي درز سره بې د کوم مقاومته جوړ شي. طبعي ده چې دغه درزونه نه یواځې چتونه، بلکه مکمله ودانۍ (ساختمان) یو د بل څخه بېل (جدا) کړي. او په دې کې مشکلات منځ ته راوړي.

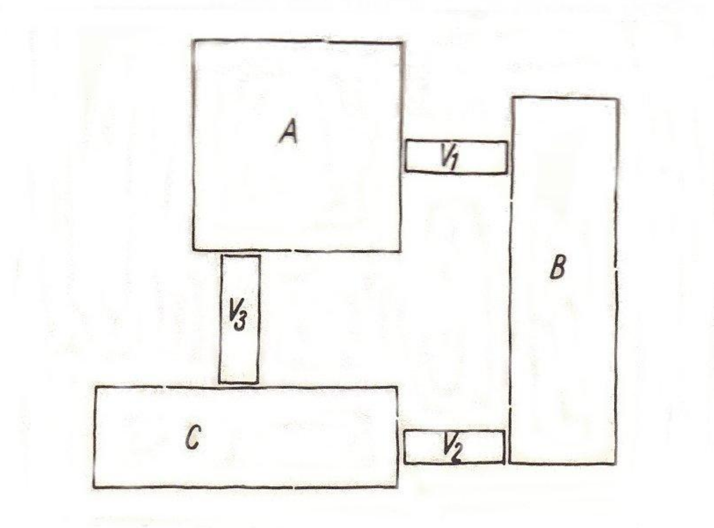
د ودانۍ په ګګړه (سکلیټ) کې درزونه دې د پاره ښودل کیږي، چې چتونه دواړو خواوو ته بېل شوي تیرونو او پایو په سر راشي. مطلب دا چې په دغه ځای کې تکیا ګانې یا پایې دوه دانې (دبل) لکه څنګه چې په لاندې انځور کې ښکاري، راځي.

په یو منظم سکلیټ کې دا ډول درزونه مزاحمت منځ ته راوړي. خو تل هغه درزونه مخکې کیږي، چې کم په نظر راځي. داسې کېدی شي چې د مثال په ډول د زینو کوټه یا د دوو یا ډېرو

ساختماني برخو تر منځ نښلونکی ودانۍ د خوځېدنې امکانات یو طبعيې حالت ته راوړل شي.
په لاندې انځور کې د یوې ودانۍ په درز کې دوه (ډبل) پایې ښودل شوي:

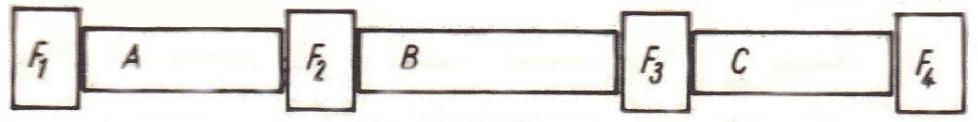


په لاندې انځور کې د ودانیو تر منځ ورکړل شوي طبعيې درزونه ښودل شوي:



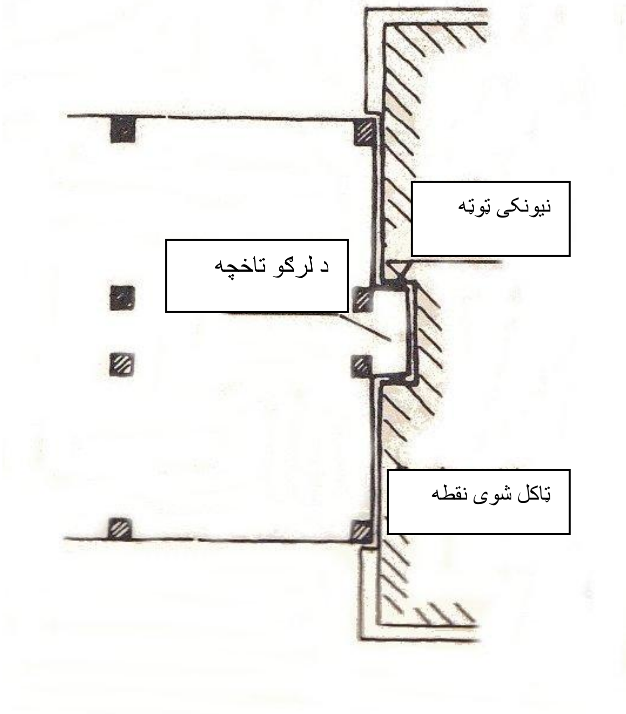
په ودانۍ کې ورکړل شوو ټولو درزونو ته باید پاملرنه وشي، چې د ودانۍ هر جسم ځان ته د درېدو ګرنټي کوي. داسې چې د ودانۍ هر جسم باید باد ونیولی شي او مخه یې وګرځولی شي. طبعاً دا یو بل ټکی (نقطه) دی، کوم چې د درزونو تنظیم ته مشکلا پېدا کوي. څکه چې کلک شوي د ودانۍ برخې د امکان په صورت کې سړی غواړي چې د کوټې څخه اوچته استفادې په وجه فقط کم ځایونه محدود کړي.
د پورته ورکړل شوي انځور په مثال کې د A, B او C ودانیو په جسم کې باید هر وار خپله ځان د پاره په کافي اندازه ټینګوالی وجود ولري، دلته د V_1, V_2 او V_3 ساختماني برخې ځان ځان ته د نورو ودانیو سره ارتباط ښایي، مطلب دا چې خپله کېدی شي غېر مناسب اوسي، او د کلکوالي اغیزه ولري. ددې د پاره چې د امکان په صورت کې اسانه شي، دغه ارتباطي لارې د امکان په صورت کې د اصلي ودانۍ مقابل ته تکیا ورکول کیږي. اکثراً د زینو کوټې د لفتونو

سره دي، مطلب دا چې نومول شوي اساسي ټکي، کوم چې هغه د تقویه کوونې وظیفه لري او دا په دغې مثال کې د A, B او C په ساختماني برخو کې پراته په نظر کې نیول کیږي.
په بل ډول دا په لاندې مثال کې داسې ښکاري:
په لاندې انځور کې ښودل شوی، چې طبعي ساختماني درزونه د ودانیو په منځونو کې دي.
ددې ودانیو ټینګونه د ودانیو د منځونو له لارې کیږي:



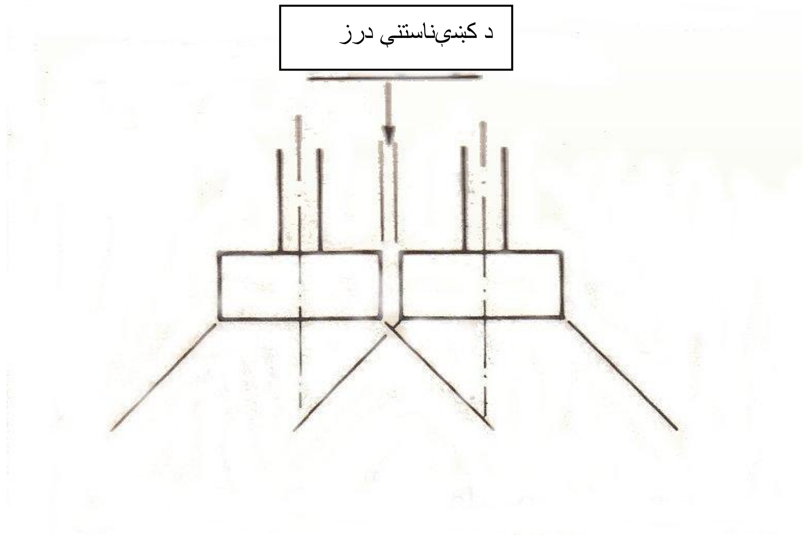
دلته د F_1 څخه تر F_4 پورې په ټاکل شوي ټکو (نقطو) کې ټینګونکي عناصر پراته دي، د A,B او C اصلي ودانیو برخې د سوچه ساختماني سکلیټ په حېث د هغو په منځونو کې ولاړ دي. سړی کولای شي چې د هر ساختماني برخې په اخر کې او مستقیماً د ټاکل شوي ټکو په خوا کې کلک شوي دېوالونه ورکړي. دا یو امکان دی. یو بل دادی، د ودانۍ هر جسم بیا هم د درز په واسطه د ټاکل شوي ټکو دواړو خواوو ته بېل (جدا) کړي. لکه څنګه چې په مثال کې ښودل شوی دی، د لرګي نه تاخچه ، کوم چې د ودانۍ جسم څخه یوې ټاکلې ټکي ته رسیږي، چې افقي وزنونو نوي حالت ته ممکنه لار پیدا کوي. دې سره د ودانۍ په اوږدو جهت کې، مطلب دا چې د لویو اندازو په جهت، خوځېدنه (حرکت) ممکنوي. دعرض په جهت بیا هم د لرګي څخه تاخچې په واسطه افقي قؤې انتقالیږي.

په لاندې انځور کې ښودل شوی، چې ساختماني درز د اوږدو په جهت خوځېدنه ممکنوي، خو د عرض په جهت قؤې انتقالولی شي:



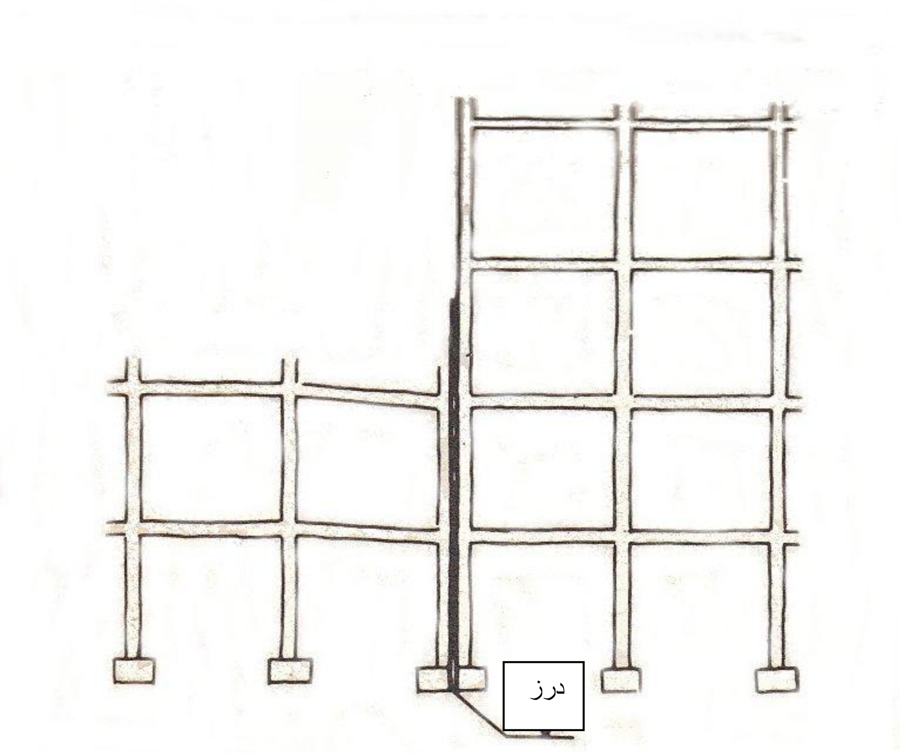
دغه تر اوسه پورې یاد شوي درزونه د انبساطي درزونو په حېث د اوچته اهمیت لرونکي ساختماني درزونو د نامه لاندې ښودل کیږي. دا د ودانۍ افقي خوځېدنه نیسي. علاوه ددې نه دې پورې د تودوخي (حرارت) په وجه شکل بدلونه اړه لري، کوم چې په هغه کې ټول ساختماني مواد کم یا زیات د قوت له مخې کمزوري کیږي، او خوځېدنه او شکل بدلونه د کمېدو ځخه هم، کوم چې دا د کانکرېټ د خاصیت ښودنه ده. د کانکرېټ کمېدنې ځخه مطلب د حجم کمېدنه ده، کوم چې دا د کانکرېټ په خوشې کولو کې منځ ته راځي. سړی کولای شي چې د تودوخي کمېدنې دغه بهیر یو ډول په نظر کې ونیسي. که د دغې کمېدنې مخنیوی وشي، بیا نو په عرضاني مقطع کې لړه راښکنه منځ ته راځي، چې بل اخره دا یو پټ درز جوړوي. مطلب دا چې په همدې علت سره خوځېدونکي درزونه هم جوړیږي. د دا ډول انبساط کوونکي درزونو خلاف، کوم چې افقي ساختماني خوځېدنه ممکنوي، کښېناستونکي درزونه وجود لري. ددې وظیفه دا ده، چې د دوو عمودي یو بل ته لګېدونکي ساختماني جسمونو خوځېدنه ممکنوي. هر ساختماني کنده چې تر فشار لاندې وي کښېناستنه منځ ته راځي، که چېرته د غتې ډبرې ځخه صرف نظر وشي. ددې ټینګوالی د ځمکې د رقم پورې اړه لري. تر کومه چې دا په منظم ډول وي، نو ودانۍ په ټولې پراخېدنې سره په منظم ډول ناسته کوي، چې په دې کې بیا هیڅ کوم ضرر ودانۍ ته نه رسیږي. د امکان په صورت کې باید

نښلونه (ارتباط) دا ډول ورکړل شي، چې دا ډول خوځېدنه ورسره ولري، خپله په ودانۍ کې هیڅ کوم محافظتي اقدام ته ضرورت نه شته.
بل ډول چلند دا دې، کله چې مختلف کښېناستنه د ودانۍ په زېربنأ باندې تقسیم شي. دا کېدی شي چې د مختلف ساختماني کندې په وجه، د ساختماني بنسټ مختلف ژوروالي په وجه او د مختلفو بارونو (وزنونو) په وجه منځ ته راشي. یو کښېناستونکی درز بایدد دوو یو بل سره لګېدونکي ساختماني جسمونو بې ممانعته کښېناستنې ته اجازه ورکړي.
یو د کښېناستنې درز باېد اوله د انبساطي درز په مقایسه د بنسټ (تهداب) څخه هم تېر شي. دغه باید یو انبساطي درز د بې قېد او شرط نه نه، په دې چې تاکاو او بنسټونه (تهدابونه) د حرارت اغیزې او کمېدنې ته چې په نورو کې زښت ډېر پرېښودنه نه وي، لکه پرانستل شوي ساختمانونو په شان. که چېرته لکه څنګه چې وویل شول، یو د کښېناستو درز بایدد بنسټ (تهداب) څخه هم تېر شي، داسې چې دا د بل خوا نه کوم اهمیت نه لري، کله چې دوه همدا ډول د بنسټ څخه تېرېدنکی یو درز مستقیماً یو د بل په خوا کې پراته وي. چې ولې، دا په لاندې انځورکې چې دوه بنسټه (تهدابونه) دواړو خواوو ته یو د کښېناستو درز تر سره کېږي، ښودل شوی:



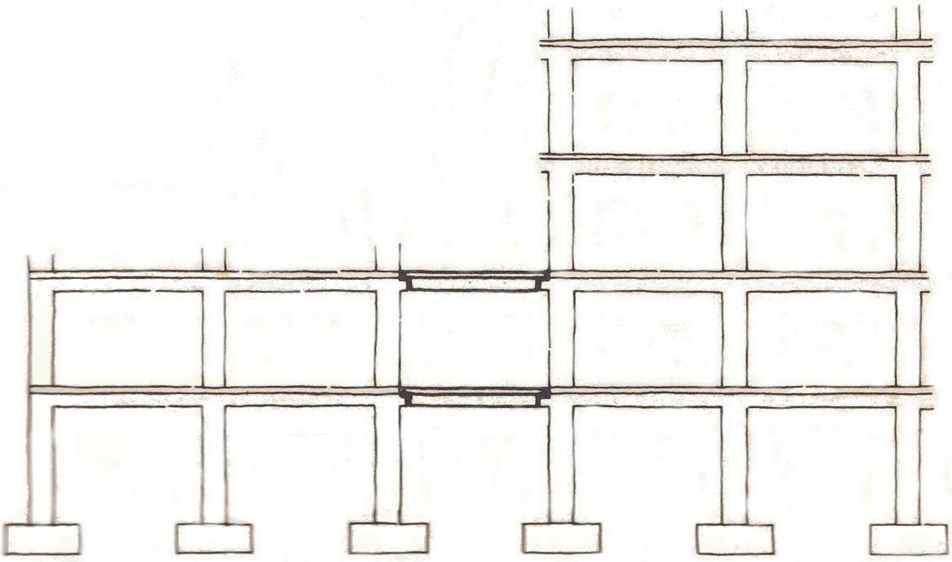
په اوله کې د ځمکې ځېښېنه د ودانۍ په کندې کې یوې ډډې ته کوښښ کوي، دا داسې چې یو بنسټ (تهداب) د خپل اغیزې سره بل بنسټ (تهداب) متأثره کوي.
که چېرته خپله په همدا ډول وزن سره د تکیا ګانو یا پایو د پاره هم وي، او ساختماني کنده هم کوم فرق ونه ښايي، دغه دواړه بنسټونه (تهداب) نظر نورو بنسټونو ته ډېر قوي ناسته کوي، ځکه چې د خوا بدلونې په وجه د ځمکې ځېښېنې اغیزه لوړېږي. دلته بایددا ډول بنسټونه (تهدابونه) په کافي اندازه لرې یو د بل څخه ورکړل شي، که چېرته دا د درز په وجه په نظر کې نیول شوی هدف واقعاً تر لاسه کېدلی شي.

په لاندې انځور کې ښودل شوی، چې په یوې ودانۍ کې د مختلف ناستې په وجه د دوه بنستونو (تهدابونو) دواړو خوا ته درز د شکل بدلونې مخنیوی نه شي کولای:



د ودانۍ ښي برخې قوي ناسته کړې، د مثال په ډول ښه واضح د هغې پر پایو باندې ډېر زیات وزنونو وجه ده. د مستقیم ګاونډیوالي په وجه دواړه بنستونه (تهدابونه) په انبساطي درز کې هم ډېره ناسته کړې ده نظر د ودانۍ کیڼې برخې ته. که دا هم لکه د ودانۍ ښي برخې په شان قوي ناسته وکړي، دا یو سوال دی. د ناستې درز هدف، په هر حالت کې چې د ودانۍ د شکل بدلونې څخه لرې وساتل شي، نه شي تر لاسه کېدی. په سر یې جوړ شوي ساختمانونه شکل بدلونه ټوټه ټوټه کوي، کوم چې دا په نورمال حالت کې بې ضرره نه شي نیول کېدی.
دا باید ، مطلب دا چې درز د کښېناستنې په مقایسه بل ډول ښکاري. دلته لکه څنګه چې د

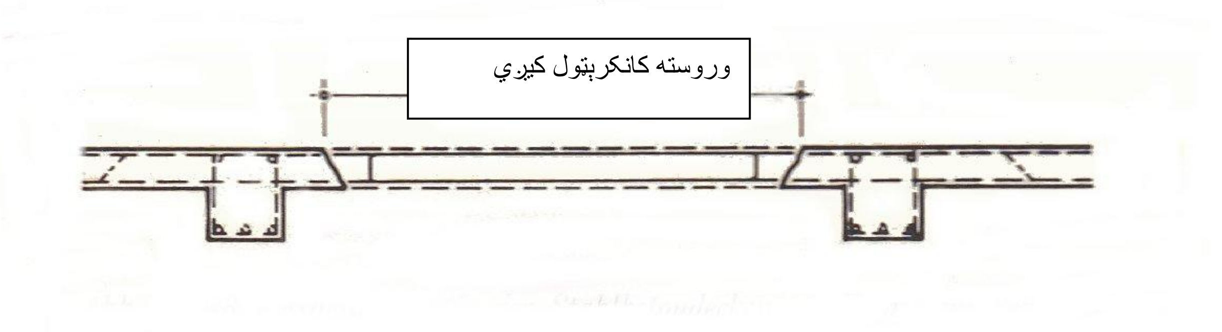
لاندې انځور څخه ښکاري، د دواړو پایو تر منځ یو د رقاصې په ډول خوځېدونکې تخته ورکول کیږي.



اوس د ودانۍ ښي جسم کولای شي چې بې د کوم نور قوي ناستې څخه پوره لوېې قوې پر ساختماني کندې لرې کړي، او دې سره کم وزنه د ودانۍ کینۍ خوا جسم تر اغیزې لاندې نه راولي.
پورته انځور دې ته هم اشاره کوي، چې د کوم ځای نه د مثال په ډول د ساختماني کندې په فشار کې دا ډول لوی توپیر منبع ګرځېدلی شي: ښي خوا ته یو لوړ پوړی کور د ډېر وزن سره او ډېر نږدې کینۍ خوا ته ددې په څنګ کې یو هواره (وړه) ودانۍ.
ننبه شوي تاخچې، کوم چې په هغې باندې په نوي حالت کې تاوېدلی شي، خاص پاملرنې ته ضرورت نه شته، لکه څنګه چې د انځور څخه ښکارېدونکی دی. دا په ډېرو حالتونو کې ددې د پاره مزاحمت نه کوي،ځکه چې اکثراً چتونه ځوړند دي. طبعي ده چې د فولادو څخه په ساختمان کې ازاده تاوېدونکی سر د ساختمان په منځ کې د مقایسې له لحاظه ساده، خو لکه څنګه چې وویل شو په اهن کانکرېټ کې هم امکان لري.
که چېرته تاکاو د ځمکې د تل په اوبو کې واقع وي، کېدی شي چې دا ډول درز د پوهېدنې له لحاظه د تاکاو د دېوالونو له منځ څخه نه تېرېږي، ددې بندونه (عایقکاري) سخته ده او تل (دایمي) امکان نه لري. د ځمکې په فرش کې، کوم چې د هغې کښېناستنه په نږدېو کې د کاڼو په واسطه کمه شي، مجهزېږي، د تاکاو دېوال د دوو تکیا ګانو تر منځ لومړی باید کانکرېټ نه شي، بلکه باید صبر وشي، تر هغې چې کمه کښېناسته منځ ته راغله، کوم چې دا د ساختمان د وخت یوه وجه ده. دا ډول درزونه د کار درزونو یا د کانکرېټ کونې درزونو په نوم هم یادول کېږي. په ننبلېدونکي ځمکو کې (ختینه ځمکې)، کوم چې په هغې کې کښېناستنه اوږود وخت غواړي، چې تر څو کم شي، نو سړی نه شي کولای چې دومره وخت

صبر وکړي. د ټولو نه ساده لاره، خو د نقشې عميقې نتيجې په مطابق دا به داسې واى، چې دواړه تاکوونه د يوې پايې په اندازه يو د بل څخه جدا شي او ځانته يو ځانګړى دېوال په نظر کې ونيول شي.
طبعي ده چې ټول ساختماني درزونه يو مشکل لري. که دا د ودانۍ د مخ څخه تېر شي، نو بيا ددې بندونه (عايقکاري) د تودوخي (حرارت) او لنده بل (نم) په مقابل کې يو لوى پرابلم جوړوي. نو ځکه ددې د پاره تل کوښښ کيږي، چې د ساختماني درزونو څخه مخنيوى وشي، که چېرته دا کېدى شو. که د مثال په ډول په ودانۍ کې د تودوخي فرق کم وي، لکه د مثال په ډول په روغتون کې، نو بيا دلته فقط حفاظتي اقداماتو ته د کمېدنې په مقابل کې اجازه ده، که چېرته د اهن کانکرېټ څخه چتونه د ساختمان په ساحه کې کانکرېټ شوي اوسي. دې سره د کار درز پرېښودل مرسته کوي، کوم چې دا بيا وروسته په ټولو منزلونو کې بندول کيږي. نو دى هدف د پاره سړى په اوله کې يوه ساحه د دوو پايو يا تکياګانو تر منځ سپما کوي. دا ډول د کار درز يوه مانع ده، ځکه چې اکثراً د دا ډول چتونو په پټليو کې شکل د خام ساختمان تر اخره پورې پاتې کېدى شي.

په لاندې انځور کې ښودل شوى، چې د اهن کانکرېټ په چتونو کې د کار درزونه د کمېدونکي درز د پاره د اضافي په حېث ورکړل شوى:



تر اوسه پورې مونږ د نورمال بنسټ (تهداب) په برخه کې وغږېدو، او همداسې هم ددې د کنښناستو پورې مربوط. د نورو ډېرو جوړونو (تاسيساتو) ډولونو په برخه کې تشريح دلته زيات دى. فقط دومره ويل کيږي، د جوړونې نور ډولونو کنښناستنې توان زښت ډېر تر اغيزې لاندې راولي او تر اخر سرحده پورې مخنيوى کوي. مګر دا زښت ډېر ګران (قيمته) تماميږي، نو ځکه په همدې علت اکثراً په درزونو کې پاتې کيږي، چې سړى غواړي ددې مخنيوى وکړي. نو په دې ډول د ځمکې ځښښنه کېدى شي چې د تختې په شکل جوړونې په واسطه په واضح ډول کم شي. چېرته چې د اوبو فشار وي، هلته د تاکاو د بيروني دېوالونو شاته د خانک په شان لښتي ورکول کيږي. دلته بيا مختلفې طريقې دي، چې د برمې او په غورځولو

سره برمه کولو او یا د څاګانو په واسطه ژور ساختمانونه جوړول کیږي. پخوا به دا د ځمکې ټینګونې په نامه یادېده.

څلورويشتم فصل

ټينګونې Aussteifungen (stiffening)

ټولې ودانۍ (ساختمانونه) ټينګونې ته ضرورت لري. تل دا په نظر کې نه راځي، چې کومې ټينګوونې موجودې دي. دې ته ضرورت نه شته چې تل د يو ساختماني عنصر په حېث څرګند شي. يو زوړ د استوګنې کور فقط د کم پوړونو (منزلونو) سره، خو لا مکمل په ټينګ ساختمان جوړ شوی، په کافي تعداد سره قوي دېوالونه په اوږدو او عرضي جهت کې ، چې دا نه يوازې د پورته څخه قؤې مخ په ښکته انتقالوي او کوټې يو د بل څخه بېلوي، بلکه په افقي جهت ټينګونه هم په غاړه اخلي. دا څرګند دی، چې دا نه هيڅ کوم خاص او يا نه هيڅ کوم د خاص عنصر په حېث څرګندېږي. د DIN 1053 په معيار کې دېوالونو جوړولو د پاره په کافي اندازه خاصې ټينګونې غوښتنه شوې ده.

په دې ځای کې څرګندونه، چې د مثال په ډول لرغونی مذهبي ودانۍ يا معبد خاص ساختماني عناصر د افقي ټينګونې د پاره ضرورت نه لري. د ډاګې د لاندې څخه تر سر پورې زيات وزن د هغې د درېدو لوې مساحت سره، ډاګې يا پايې ته د افقي قوو په مقابل کې په کافي اندازه ټينګېدنه ورکوي. سړی کولای شي چې د دا ډول حالاتو د پاره د پايې ټينګونه د هغې د بنسټ پورې ارتباط ورکړي. دا د درنو برجونو او اوسني روزانونو د پاره هم اعتبار لري. ددغو وزن دومره لوی دی، چې نورماله ټينګونی په سر د يو افقي کرېدونکي راښکنې تشنج غوښتنې راځي.

نورمال حالت کې مونږ اوس وخت د نورو ساختمانونو سره سر او کار لرو. زمونږه ودانۍ ډېر نازکه او سپک دي. دا چې په کافي اندازه پايې کلک ودرېدلی شي، د پايو د درېدو مساحت او د هغې وزن کافي نه دی. ددې په ځای بايد مونږ نور خاص حفاظتي اقدامات په نظر کې ونيسو ، چې د ودانۍ د لوېدلو مخه ونيول شي. دلته لومړی مونږه يو هال د ساده مثال په حېث نيسو ، چې دا په دې ډول دی:

لاندې ورکړل شوی انځور د يو يو پوړه (منزله) هال په اوږدو او عرضاني مقطع بنايي

دغه هال اصلاً داسې د دربېدو صحت نه لري، او وروسته هم نه ، که چېرته ځانګړي عناصر لکه پایې او د چتونو تختې په صحیح ډول سره هم محاسبه شوي وي. همدا چې په اوږدو او هم په عرض جهت دغه هال لکه د قطعو کورونو په شان چپه کيږي.
لکه څنګه چې په لاندې انځور کې ورکړل شوی، په اوږدو جهت کې ښکاري چې د قوو د پاره په کینه خوا کې د یو پړي یا مزي په واسطه ټینګول کيږي:

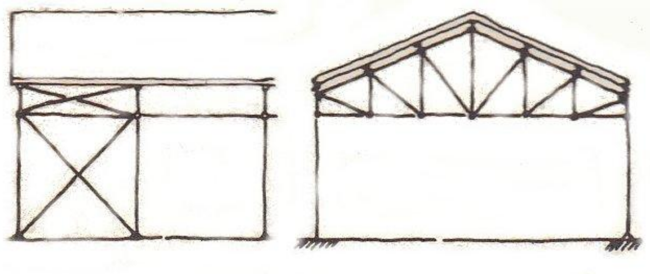
خو دلته د افقي قوه د ښي خوا څخه اغیزه کوي، داسې چې بیا دا ډول پړی یا مزی د کاره ولیږي. دلته باید د کینې خوا سره برابر ټینګونه د هال ښي خوا اخر کې هم ورکړل شي. د عمل له مخې سړی دا ډول ټینګونه د ودانۍ بیرون کې نه کوي، بلکه دا ډول ټینګونه د ودانۍ په دواړو خواوو کې د دېوال په اوږدو کې ورکوي.

د یو هال ټینګونه د وترې تنظیم له مخې د هال په اخرو ساحو کې، په لاندې انځوړ کې ښودل شوی:

که چېرته سړی دا دواړه ټینګونې په یوې ساحې کې ورکړي، داسې چې په دې ساحه کې د ضرب په شکل وتري یوه تړنه جوړوي، د هغوی څخه هر وار تل فقط یوه ، کوم چې د راښکنې تر اغیزې لاندې دی، اغیزه کوونکی دی، نو بیا په دې جریان کې هغه بل یې چې د کړېدو په مقابل کې توان یې په کافي اندازه نیمګړی دی، هیڅ بار یا وزن په غاړه نه شي اخستلی. نو دلته باید سړی دواړه وترونه د کړېدو په مقابل کې ټینګ جوړ کړي.
په لاندې انځور کې ښودل شوی، چې د هال د اخر په یوې ساحې کې د ضرب په شکل وتري ټینګونه ده:

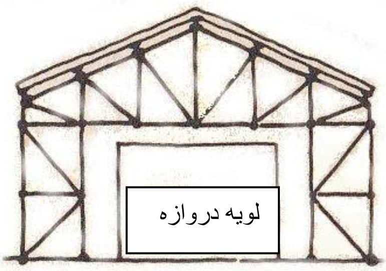
مونږ په اوله کې د هال بام ساده په نظر کې نیسو. اکثراً د بام تړنه د پایو په سر باندې راځي، کوم چې دا په لاندې ورکړل شوي انځورونو کې ښودل شوی:

په لاندې انځورونو کې ښودل شوی، چې ټینګونې باید د بام تړونکو تر منځ تنظیم شي:

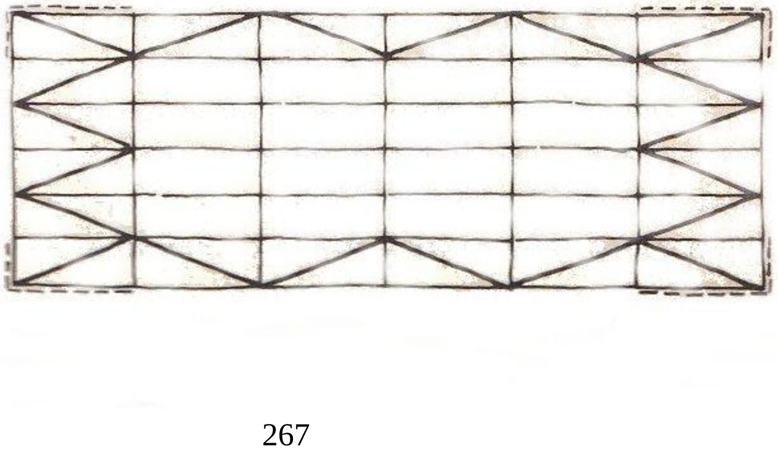


دلته باید یوه پټۍ د تړونکو تر منځ ورکړل شي، که نه نو بیا دا یوې ډډې ته چپه کېدونکی دی.
البته چې د عرض په جهت هم دا ډول ټینګونې ته ضرورت دی. یو د امکاناتو څخه دا کېدی شي، چې د دواړو پایو څخه کمتر کمه یو باید په بنسټ (تهداب) کې ټینګ شی. یوه ټینګونه کفایت کوي او دا کېدی شي چې هرو مرو دا بله پایه د رقاصه ډوله تکیابان په حېث وساتل

شي. دا ډول يوه ټينګونه د هال د عرض هر محور د پاره هم په کار وړل کېدی شي. خو دلته دا هم امکان لري، چې ټينګونه په يو او همدا رنګه په دوو ځايونو کې تمرکز شي. د هالونو د پاره په ډېره کې مثلث ډوله دېوال هم مناسب دي، داسې چې دا زمونږ مثال د پاره دا ډول يو ساختمان تر پوښتنې (سوال) لاندې راځي، په کوم چې قبول شوي، د بام ترونکي هم په اخرې ساحې کې موقعت لري، لکه څنګه چې په لاندي انځور کې د ډېږ ټينګونه ښودل شوی ده:



مونږ بايد اوس دې پوښتنې ته پاملرنه وکړو، څنګه چې په کمو ځايونو کې په اوږدو او عرضاني دېوالونو کې توجه شوی وه، چې افقي قوې په عمودي ترونکو باندې هيڅ نه راځي. دې سره هم هغه ترنې ضرور دي، کوم چې دا داوارې عمود پراته نه دي، بلکه افقي يا افقي ته نږدې. زمونږ د هال په مثال کې دا منو (قبلوو) چې په هر څلورو دېوالونو کې يو عمودي ترونکی مونږ لرو، نو مونږ ته بيا يو وار يوه ترنه اړتيا ده، کوم چې بيا قوې په عمودي ترونکو باندې په اوږدو دېوالونو او نور هغه، کوم چې قوې پر عمودي ترونکو باندې، عرضاني ترونکو ته انتقالوي. په هالونو کې کېدی شي چې دا ډول ترونکي فقط د بام په سطح کې واقع اوسي.
په لاندې انځور کې د يو هال د بام په سطح کې ترونکي ښودل شوي دي:

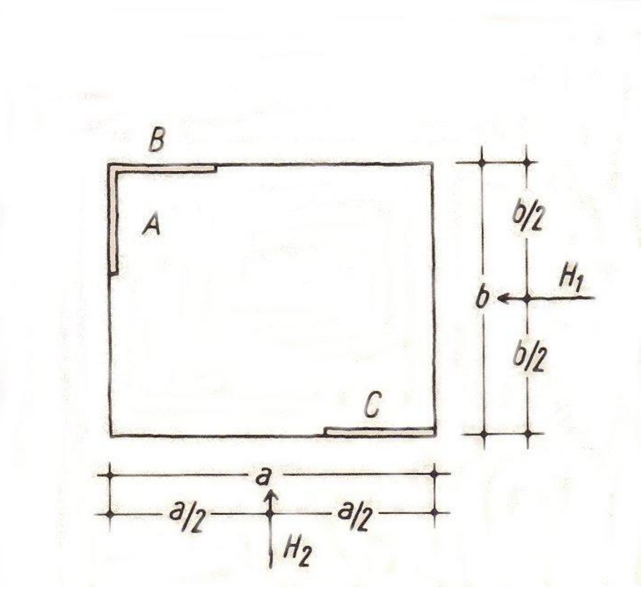


د باد د پاره د ودانۍ په ډډې سر کې درې کنجه دېوال باندې دواړه په عرض تړونکو بارونه (وزنونه) هغه دېوالونو تړونکو ته کوم چې په اوږدو پرتې دي، انتقالوي او د باد د پاره په اوږدو پرتو دېوالونو دغه په اوږدو تړونکي، د ډډې په سر کې درې کنجه دېوال د تړونکي پورې مربوطه، په همدې ډول عمل دی. د بام په سطح کې تړونکي د لرګو څخه باروړونکي شوي دي. په عرض باندې تړونکو د پاره د بام تړونکي پورتنۍ پټۍ دي او بیا په عین حال کې د تړونکو پټۍ هم ، په داسې حال کې چې په اوږدو پټۍ افقي تیرونه هم په عین حال کې د تړونکو پټۍ دي. د نظر له لحاظه دغه تړونکي جوړه یې منځ ته نه راځي، هر یو دانه دانه کفایت کوي.

که د بام پوښ د مناسبه عناصرو څخه وي، نو بیا د بام پوښ خپله کولای شي چې د تړونکو اغیزه ومني، کوم چې دا بیا ورسته له منځه تللی هم شي. دا یوه لویه تخته جوړوي، کوم چې دا د اندازه کوونې له مخې په مکمل بام ادامه کوي او ددې په واسطه زښت ډېر ټینګ دی. دا ډول لویې تختې د لوړ پوړو ودانیو په چتونو کې ډېر مخکې والی لري. او هم په هغه ځایونو کې چې عمودي تړونکي دي، زیات وارې عمودي لویې تختې جوړیږي. دا د مثال په ډول د لفت دېوالونه او په لوړپوړو ودانیو کې د زینو جوړښتونه دي. په عمومي ډول سړی دې ته د تړونکو لویې تختې وېلی شي.

ددې د پاره چې افقي قوې د ساختماني کندې څخه تېر شي، نو دې د پاره بیا جدي ځان ځان ته درېګوني عمودي لویې تختې قبلول کیږي، لکه څنګه چې په لاندې مثال کې ښودل کیږي:

په لاندې انځور کې ښودل کیږي، چې درې عمودي لویې تختې کفایت کوي، ددې د پاره چې افقي قوې د ساختماني کندې څخه تېر شي:



د دغې ساختمان د پورته څخه ليد کې د a x b سره اندازه شوی. په بيروني دېوالونو کې د A, B او C لويې تختې واقع دي. او په نورو کې کېدی شي چې لويې تختې د خپلې خوښې په ځايونو کې تنظيم شي، خو دا حتمي نه ده، لکه څنګه چې دلته صرف د قبلونې په وجه په بيروني دېوالونو کې ساده کوونې د پاره واقع دي. خو دې درېواړو ته موازي اجازه نه ده چې پراته وي، او نه دا ډول چې د هغوی محورونه ټول په يوې نقطې کې قطع کړي.
ښې خوا ته د H_1 د پاره په B او C له منځه تلونکي قوې په دې ډول دي:

$$A = 0 \text{ او } B = C = \frac{1}{2}\, H_1$$

دا د توازن د شرط له مخې دا ډول دی:

$$\sum H = 0 \text{ او } \sum V = 0$$

د H_2 د پاره په دې ډول دی:

$$B = -C = H_2 \frac{\frac{a}{2}}{b} = H_2 \cdot \frac{a}{2\,b} \text{ او } A = H_2$$

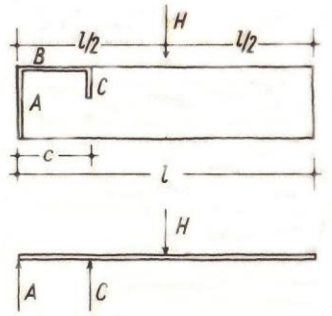
په اخره کې په دې ډول دی

$$\sum M = 0$$

کله چې H_1 د تناظر په وجه هر وار نيمايي په B او C تقسيم شي، د H_2 د وزن په واسطه، کوم چې مکمل د A په واسطه نيول کيږي، يو تاوېدونکی مومنت د لويوالي څخه منځ ته راځي، کوم چې د B او C د قوو په واسطه د b فاصلې سره مطلب دا چې د جوړه يي قوو په واسطه $B.b$ او همدا رنګه C . b ټاکل کيږي.

$$M = \frac{a}{2} \cdot H_2$$

دا سې چې په راوتلي باروړونکو کې د بار نيونکي قوه زياتېدلی شي نظر بار (وزن) ته، دا کېدی شي چې د لوېو تختو په وزن کې هم منځ ته راشي، کوم چې په لاندې انځور کې اسانه ليدل کيږي.
په لاندې انځور کې درې لازمي لويې تختې ښودل شوي چې ټول د ودانۍ يوې ډډې کې تنظيم شوي:



$$\sum M_A = 0 : H \cdot \frac{1}{2} - C \cdot c = 0 \;\rightarrow C = H\ \frac{1}{2c}$$

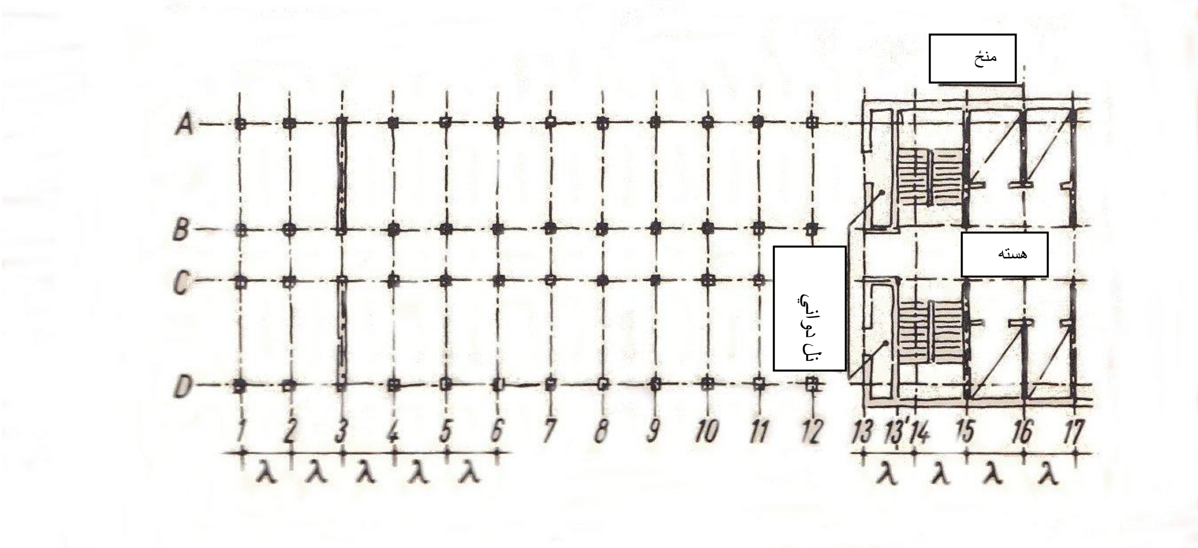
$$\sum M_C = 0 : H \cdot \left(\frac{l}{2} - c\right) + A \cdot c = 0 \;\rightarrow A = -H\ \frac{2\left(\frac{l}{2} - c\right)}{c}$$

دلته به د لویو تختو تنظیم لږ څه نیمګړی اوسي، چې د C لویې تختې چې سخت تر فشار لاندې دی، وړوکی عرضاني مقطع لري.

په زښت ډېرو حالاتو کې عمودي لویې تختې او تړونکي په پلان کې دا ډول واقع دي، چې جوړ جاړی باید پکې موجود اوسي، او د ساختماني اوچته شرایطو پورې مربوطه هم. بیا نو د ودانۍ په داخل کې د لویو تختو او تړونکو د مؤقعت په هغه سطحو باندې چې په سر یې ګرځېدل کیږي او د نلونو تېرونکو په ځایونو کې، په نظر کې ونیول شي.

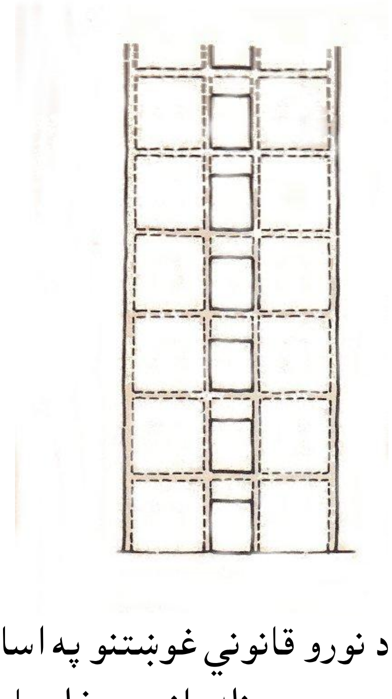
دا به د ستاتیک له نظر ښه وي، که چېرته لویې تختې د 15 ,´13 ,3 او 16 په محورونو کې د A د محور څخه تر D محور پورې د منځ څخه تېرېدی وشي، څه شی چې مکمل ساده نه دی، ځکه چې د B او C محورونو تر منځ دهلېز واقع دی.

په لاندې انځور کې د دفترونو د ودانۍ یو پلان د هستې او لویو تختو سره ښودل شوی:



نو په دې ډول په عرض د لویو تختو څخه هر وار په یو محور کې دوه ځانګړي جوړیږي. طبعي ده چې په منځ کې تېرېدونکي لویې تختې د کږېدو په مقابل کې ټینګ او د بار وړلو توان لرونکی وي. دا د کنټرولولو دی، چې ایا دغه ځانګړي لویې تختې کفایت نه کوي. که لویې تختې ډبلې ونیول شي، نو بیا د تکیا ګانو یا پایو په نظر کې نیول ممکن نه دی، کله چې تکیا ګانې او لویې تختې د ودانۍ په مخ یا نما کې یو برابر ډول وښودل شي. دلته عمودي لویې تختې د یوې طرحې ناسکه ماشوم په حېث دی، ځکه چې په عذابونکی احساسیږي. خو لکه سړی هیڅ کوم بنسټیز پلان (زېربنا) قضاوت ونه کړی شي، بې ددې چې د ساختمان طرح

ليدل شوی اوسي، نو په دې ډول يو ساختمان هم هيڅ په دې مقياس سره په پام کې نه نيول کيږي، کله چې دغه تړونکي لويې تختې په کافي اندازه محاسبه شوې نه اوسي.
ښايي چې د B او C محورونو تر منځ د منځ څخه تېرېدونکي په سر لا په کافي اندازه ساختماني جګوالی اوسي او د نلونو تېرېدونکو د پاره نه، خپل حق وګرځول شي، نو بيا کېدی شي چې لويې تختې په منځ کې مکمل بېلونکي (جدا کوونکي) په حبث په نظر کې ونه نيول شي. په هر پوړ کې اکثراً د لويو تختو نيمايي تر منځ لکه د ميخونو د پاره ورکړل شوي ميلو غوندې موجوده تړونکي زياته اغيزه کوي، هغه، کله چې دا په کافي اندازه قوي وي، نو بيا دا دواړه د لويو تختو نيمايي يو مجموعي عرضاني مقطع ته پرېږدي چې اوسي. د دغو تړونکو کرېدو ته نرم والي په وجه داسې يو نسبت جوړوي، چې د يوې مکملې لويې تختې د A د محور څخه تر D تر محوره پورې په منځونو کې او دواړو يوې برخې لويو تختو ته واقع اوسي. په پاتې نورو کې افقي وړو لرګود تړونکو له مخې منځ ته راتلونکي قوې زيات دي. په وړوکو اندازه کوونو کې به ښه وي چې سرې ورڅخه په مکمل ډول تېر شي. په خاصه توګه هغه وخت کې، کله چې په افقي وړو تړونکي لرګو کې د نلونو د پاره خلا ګانې په نظر کې نيول کيږي.
په لاندې انځور کې ښودل کيږي، چې لويې تختې د خلا ګانو يا سوريو په واسطه قطع کيږي.



د نورو قانوني غوښتنو په اساس، د قاعدې له مخې بايد سرې لويې تختې تش يا ازاده پرېږدي. د نلدوانيو ډوغلو يا سوريو څخه د ډېو دېوالونه لا هم اکثراً مناسب نه دي، چې د عمودي لويو تختو وظيفې پوره کړي. ډېرو خلا ګانو يا وړو کړکۍ ګانو د پاره دغه لويې تختې قطع کيږي. بيا نو يو چېرته بايد دغه نلدواني د ډوغل (کندې) څخه بهر په افقي مخ ته

يووړل شي. نو بيا سړی د ډوغل هغه دېوال د لويې تختې د پاره انتخابوي، چې د نلونو د تېرېدو د پاره يا خو هيڅ قطع نه شي او يا فقط ډېر کم قطع شي. نور دا ډول په نظر کې نيول شوي دېوالونه د لويې تختې په حېث سړی د پامه غورځوي. هغې ته بيا کېدی شي د مکملي کوټې د تړنې وظيفه د ټولو ضروري کړکۍ ګانو او په منځ کې قطع شوي، وښودل شي.
د يوځايي لويو تختو موقعت او اندازه کوونې په برخه کې ښايي په ټيک وخت کافي روښانتيا وجود ولري، لکه په ودانۍ کې د ساختماني ورکړل شوي درزونو په شان. بيا نو لويې تختې او درزونه د هغې د ستاتکي ساختمان له مخې زښت زيات نقشه کېدونکي عناصرو ته اهميت ولري.
په يو ځای کې ډېرې لويې تختې يوځايي ګڼ د يوې هستې په نوم يادوي او ددې په برخه کې سړی په خاصه توګه د کور د پوړکيو هسته د هغې په زينه کې د ډېر تعداد دېوالونو سره، ليفتونه او د نلدوانۍ ډوغلې (تش ځايونه) دي. دا چې دلته تړلي دېوالونه بې ددې ضرور دي، نو بيا دلته لويې تختې د ساختماني عناصرو په حېث لږ څه هم مزاحمت کوونکي دي.
د H اهميت لرونکی قوه، کوم چې منل شوی اعتبار لري، دا د باد يو فشار دی. خو بيا خپله په وړو ودانيو کې، چېرته چې باد يو ډېر کم رول لوبوي، يا مطلق د باد نه بچ منلو سره، سړی کولای شي چې د لويو تختو او تړونکو څخه زمونږ ډېرو نازکو ودانيو د پاره تېر نه شي (صرف نظر ونه کړي). ځانته د عمودي وزن په واسطه رقاصه ډوله پايو ته د ټينګونې قوې ضرورې دي، ددې د پاره چې د پايې سر په خپل حالت يا مؤقعت کې پاتې شي. د هغه ودانيو يا ساختمانونو د پاره چې ډېر تر فشار يا بار لاندې دي، خو د باد لګېدونکی سطح يې کمه ده، کېدی شي چې لازمه اوسي، دغه ټينګونکي قوې وټاکل شي او دې نه وروسته تړونکي اندازه شي.

پنځویشتم فصل
د ګګړې یا سکلیت جوړونه Skelettbau (framed structure)

د ترونکو یا لویو تختو څخه ښکاري، چې یو عصري یا مودرن د سکلت ساختمان د درې عناصرو څخه جوړیږي: د چتونو، باروړونکو یا تیرونو او د پایو یا تکیاګانو څخه. دا په یو نظر سره کم ښکاري، په هر حالت کې ټولې برخې په اسانه نه لیدل او ډېر په بیړه اخر ته روسول کیږي، چې دلته د شکل کم بدلونې امکانات شته. په حقیقت کې د شکل بدلونې ډېر امکانات وجود لري، لکه څنګه چې لاندې په هیڅ وجه مکمل لست نه دي ورکړل شوي:

ا – د کوټو څخه ګټه اخستنه (استفاده)

1. لویې کوټې
2. د دفترونو ورې کوټې
a) په یو واحد لویوالي سره
b) په مختلف لویوالي سره او تغیر خوړونکی

ب – ساختماني مواد

1. چتونه
a) فولادي واړه کوټه یې چتونه
b) اهن کانکریټ
α) ځای په ځای اچول شوی کانکریټ
β) مخکی د مخکې تیار شوي برخې
2. باروړونکي (تیرونه) او پایې یا تکیاګانې
a) فولاد
b) اهن کانکریټ
α) ځای په ځای اچول شوی کانکریټ
β) مخکی د مخکې تیار شوي برخې
3. هستې او نور عمودي ترونکي لویې تختې
a) فولادي چوکاټ ډوله ساختمان
b) د اهن کانکریټ څخه لویې تختې

α) ځای په ځای اچول شوی کانکرېټ

β) مخکې د مخکې تیار شوي برخې

ت - لوړپوړی کور یا وړه ودانۍ

1. وړه ودانۍ (تقریباً درې پوړه)

2. لوړپوړی کور

a) لکه د پخوا په شان یا مروجه ولاړ

α) معمولاً منتاژول کیږي

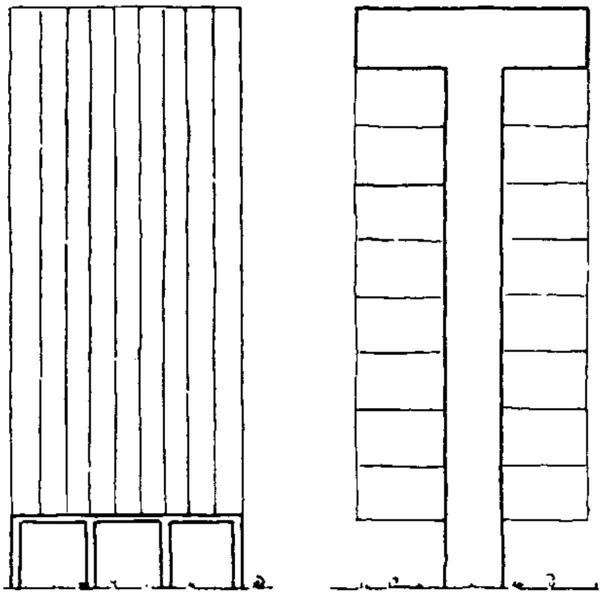
β) د Lift-Stab طریقې سره منتاژ

b) د پورتني پوړ په راوتلي ساختمان کې ځوړند

α) لاندې برخه او سر یې ځای په ځای کانکرېټیږي او چتونه وروسته ځوړندول کیږي

β) لاندې برخه مخکې نه کانکرېټیږي. د وخت په تېرېدو سره د ځمکې په سر پورتنۍ برخه پورته دوام ورکول کیږي او بیا یو چت یو د بل پسې ځوړندول کیږي. چتونه د سر سره پورته راښکل کیږي.

په لاندې انځور کې دوه ډوله لوړ پوړه ودانۍ ښودل شوي، یو یې په خپله پایو یا دېوالونو ولاړ دی، او بل یې په یوې پایې یا دېوال ځوړند دی:



C2a C2b

ټ- تکیاګانې یا پایې

1. د تکیاګانو خانه بندي

a) د تکیاګانو یا پایو ترمنځ داخلي او بیروني یو برابر فاصلې

b) د داخلي تکیاګانو یا پایو فاصلې لویې دي نظر بیرون ته

2. د تکیاګانو یا پایو درونه د ودانۍ په مخ (نما) کې

a) تکیاګانې یا پایې د ودانۍ مخ (نما) شاته په یوې فاصلې سره ولاړې دي

b) تکیاګانې یا پایې د ودانۍ مخ (نما) شاته بې د فاصلې سره ولاړې دي

c) تکیاګانې یا پایې د ودانۍ د مخ (نما) په داخل کې ولاړې دي

d) تکیاګانې یا پایې د ودانۍ د مخ (نما) مخې ته بې د فاصلې ولاړې دي

e) تکیاګانې یا پایې د ودانۍ د مخ (نما) مخې ته د فاصلې سره ولاړې دي

3. په لومړي پوړ کې د تکیاګانو یا پایو درونه

a) ټولې تکیاګانې یا پایې د لومړي پوړ څخه تېرېږي

b) یو نیم تکیا یا پایه په لومړي پوړ کې نیول کیږي

پ- مرکز ګرمي یا د تودوخي (حرارت) تغیر ورکوونه

1. مرکز ګرمي

a) د ګرمو اوبو مرکز ګرمي، چې د تېلو په واسطه ګرمول کیږي

b) برقي مرکز ګرمي، چې د کوټو د پاره ګرمېدو ته دشپې له خوا نه عیار شوی وي

2. د تودوخي (حرارت) تغیر ورکوونه

a) ټیټ فشار سیستم

b) لوړ فشار سیستم

ث- د ودانۍ مخ (نما) Fassade

1. ساختمان

a) خپله د تکیاګانو فاصلې پورې تړلی دی

b) بې د تکیاګانو فاصلې پورې تړلی دی

2. ترتیبونه یا جوړښت

a) په همدې ډول د ودانۍ کنجونه په نظر کې نیول کیږي

b) نرۍ ډډه د اوږدې ډډې په مقایسه فرق لري

ج – د لمر مخنیونې او کړکۍ پاکونی بالکون

1. په هر پوړ کې راوتلی وي

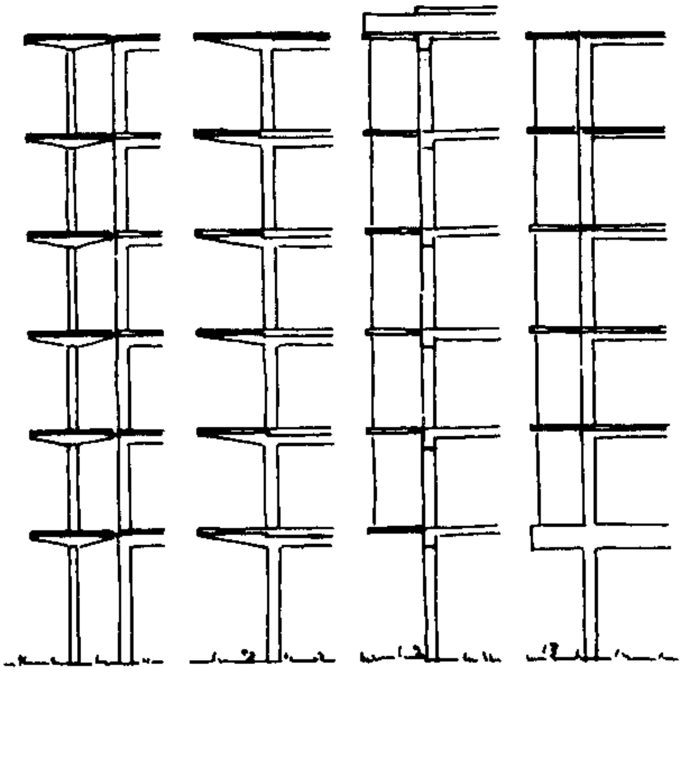
2. کم یا ډېر د ودانۍ مخ (نما) پورې کومه اړه نه لري

a) په یو راوتلي ساختمان کې ځوړند وي

b) په یو راوتلي ساختمان باندی ولاړ وي

c) د ځمکې په سر باندې ولاړ وي

په لاندې انځور کې د لمر مخنیونکي بالکونو مختلف شکلونه ښودل شوي:



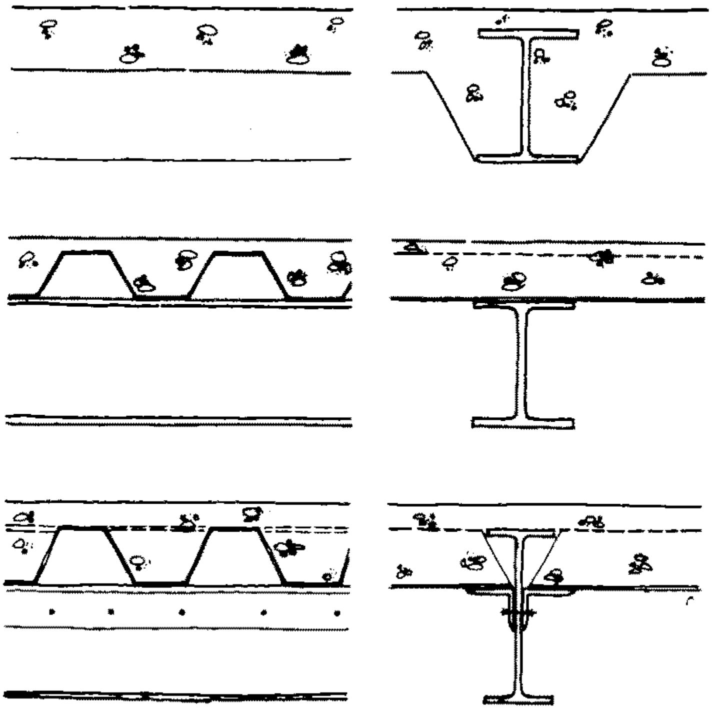
چ – بېلونکي دېوالونه

1. ټوټه په ټوټه او برخې په برخې بل ځای ته انتقالېدونکی او سپک

2. ځای په ځای ټینګ ولاړ او دروند

د امکاناتو دغه کتلاک تر ډېره حده مکمل نه دی. د تودوخي او غږ څخه ساتنې په برخه کې پوښتنې او همدا رنګه د لنده بل (نم) لرونکي کوټو (تشنابونه، پخلنځي) موجوديت يا نه موجوديت کوم ارزښت (رول) نه لري. سرې د شمېرني څخه ګوري، چې ځومره ترکيبونه لا امکان لري. د بلې خوا نه تر ډېره حده ترکيبونه کم يا زيات ګوښه کول کيږي. دا داسې چې د (ب 1. a) فولادو حجره يې چت فقط د باروړونکي سره او د (ب 2. a) فولادو څخه تکياګانو سره ترکيب اوسي. د بلې خوا نه د (ب 3. a) فولادو څخه عمودي تړونکي حتمې نه ده چې په يو اهن کانکرېټ ساختمان کې په نظر کې ونيول شي.
د لويو کوټو د پاره ضرور دی چې نلدواني د ځمکې د فرش له لارې وشي، ددې د پاره چې د يو دفتر د کار هر ځای سپک او کم مزاحمته د مختلفو جاليو تړنه وکړای شي. علاوه ددې نه د ټليفون تړنه د بلې خوا نه د برق ضعيفه تړنه ده د يو سيګنال الې د پاره، د کار اخستنې الو او د همدې په شان نورو د پاره په نظر کې نيول کيږي.د ليکلو ماشينونو او د دفتر نورو ماشينونو د پاره د قوي برق تړنې څخه صرف نظر کيږي. دا د چتونو په تختو نه ورکول کيږي. د ټولو نه اسانه دادې، چې دا ډول نلونه د چت د تختو لاندې په يو خلا کې ځوړند ورکړل شي. خو دا بيا د هر ترميم او بدلونې په وخت کې لويه نيمګړتيا منځ ته راوړي، ځکه چې نه يوازې په پوړ (منزل) کې د کار ځای، بلکه ددې څخه لاندې په پوړ کې هم د کار ځای ته مزاحمت پېدا کوي. دا به ښه وي، که کوم شي چې د پوړ (منزل) پورې اړه لري، هم په همدغې پوړ کې ورکړل شي. په خاصه توګه په هغه وخت کې، کله چې مختلفې ډلې په ځانګړي پوړونو کې بوخت يا مشغول اوسي.
اوس نو فقط د نلونو ورکوونه د يو باروړونکي د چت تختې په يو هوار ټيمي کانال کې تر سوال لاندې راځي. خو دې د پاره بيا يو زښت ډېر ډبل د سمتو اخېږ ضرور دی، کوم چې د 2 څخه تر 3 cm پورې ډبل د دغې ټيمي کانال په سر ورکړل شي. دا يو اضافي وزن او اضافي لوړوالی منځ ته راوړي، او هم د ياده ونه وځې چې يو اضافي لګښت (مصرف) هم منځ ته راوړي.
دلته د فولادو څخه حجره يې چت هدايت کيږي، کوم چې دا په اوله کې ګران (قيمته) دی. خو دا ډېر اسانه دي او ددغې حجرې يا خانې د نلدوانۍ کانالونو د پاره ښه اغيزه لرونکې دی. د يو ځای په ځای کانکرېټ شوي تختې په مقايسه، که د هغې پورتنۍ څنډه ځانته د 4 cm په اندازه د باروړونکي په پورتني څنډې باندې اېښودل غواړي، نو بيا د فولادو څخه حجره يې چت په مکمل ډول د باروړونکي په خوله کې واقع کيږي. دا کېدی شي چې سرې باروړونکي په ډډې په خاصه توګه د بارنيونکي زاويې سره د چت سطح د پاره تهيه کړي، کوم چې د يو اضافي لګښت (مصرف) اهميت لري.

بل دا چې چت د ټینګ چت (پوخ چت) تختې په مقایسه سپک دی، چې لازمي باروړونکي جګوالی کمیږي. ددې په وجه د بارنیونکي سره سره په خوله کې د مکمل چت د ډبلوالی د معمول چت ډبلوالي په مقایسه لوی نه دی.
په لاندې انځور کې د فولادي باروړونکو تر منځ ځای په ځای کانکریټي چتونه او د فولادي حجره یي چتونه ښودل شوي:



د چتونو اینښودنو پرابلمونه پر تکیاګانو، په ټولو چتونو کې د تیاره جوړ شوو برخو، مطلب دا چې د تیارو جوړ شوو تختو دي. دا هم باید ددې د مکمل ډبلوالي سره د سر لولې باندې واقع کیږي یا خو پر اضافي بارنیونکي کنج لرونکی فولاد (اهن لارنګ) باندې واقع وي. سړی کولای شي چې د کوټې څخه د استفادې او د چتونو سیستم تر منځ تر یوه حده ارتباط ټینګ کړي.
د نورمال دفترونو کوټو د ځمکې د فرش نلدواني ضروري نه ده. دلته زښت ډېر نلدواني د کړکې لاندې څخه کیږي، په نورمال حالت کې هلته کارونه هم د کړکۍ په خوا کې وي.
خو دلته یو بل پربلم منځ ته راځی، او دا ښلونکي د ټوالونه دي. تل هر وار دا غوښتنه کیږي، چې ځان ځان ته د دفترونو کوټې، بې ددې د مختلف لویوالي سره باید په هر وخت کې بې د زیات لګښته او بې د کوم زیات فشاره د ودانۍ جوړونې له خوا نه د هغې د لویوالي سره تغیر

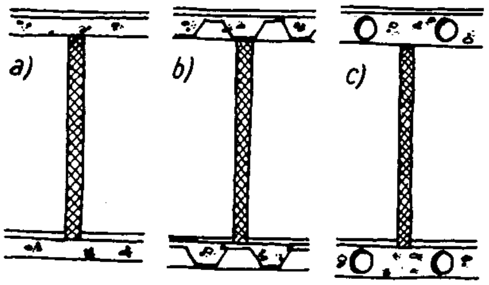
ورکړای شي. د داسې غوښتنو توان اسانه دی، چې د ځانګړو عناصرو څخه منځ ته راغلي دېوالونه ترلاسه کړو، خو دې سره هم زښت ډېر نیمګړتیاوې مل دي، او ډېر ګران (قیمته) تماميږي.
د کلونو په تېرېدو سره ځان ځان ته ادارو تر منځ دا ومنل شول، چې په حقیقت کې فقط په مقایسوي ډول د دفترونو کمو کوټو ته تغیر ورکړل شي، سړی داسې وېلی شي چې په لسو کلونو کې ځانته لس فیصده دېوالونو ته تغیر ورکړل شو. داسې چې دا هر وار کنترولیږي، چې ایا د ودانۍ مالک له خوا نه پورته شوي غوښتنې د دفترونو د کوټو تغیر خوړونکي پورې مربوطه په حقیقت کې یو با اهمیته رول لرلی شي. بیا نو دې نه وروسته ددې نه استفاده کېدونکی دی.
خو دغه هغه حالت نه دی، لکه څنګه چې ځو واره څرګند شوی وو، داسې چې سړی کم قیمته د حل لار ولټوي او د پخوا په شان د دفترونو بېلونکي دېوالونه په ساده ډول جوړ شي. په کافي اندازه د غږ مخنیونې د پاره دا ډول درانه دېوالونه په نظر کې نیول کیږي، چې دلته د کتلې سره د غږ مخنیونه په راحت سره ترلاسه کېدی شي.
په بل ځاې کې مونږ ددې په برخه کې وغږېدو، چې جوړ شوي دېوالونه، په منځ کې د کېدونکو عناصرو په مقابل کې ډېر حساسه دي، کوم چې د هغې په سر ولاړ دي. فقط په هغه چتونو کې چې اوږدوالی یې کم وي، تقریباً تر څلورو مترو پورې سړی کولای شي چې ونیسي، چې دغه د کوټو بېلونکي دېوالونه مستقیماً د چت پر تختو باندې ودرول کیږي. د هغه چتونو د پاره چې ډېرې اوږدې دي، هر وار باید هلته ورکړل شي، چېرته چې یو دېوال اوس یا وروسته ودرول کیږي، لاندې یو تیر باید واقع اوسي، چې هغه باید ښه ټینګ اوسي. همدا ډول اغیزه د یو اهن کانکرېټ څخه پښتۍ ډوله چت یا یو د اهن کانکرېټ څخه سوري لرونکې تخته هم وړاندې کوي. په اخره کې ددې ګټه دا ده، چې دا سړی کوی شي هوار جوړ کړی. که چېرته سړی ددې د ځوړندولو څخه تېریدی شي، نو بیا دا یو بل اضافي ګټه ده.
په مختصر ډول سړی ویلای شي، چې د جوړ شوو دېوالونو د پاره د باروړونکي سیستم په پلانونې کې باید پاملرنه وشي، کوم چې د ابتدایې دېوالونو د پاره باید دا حالت وجود ونه لري. د هېرلولو نه ده، چې دا ډول جوړ شوي دېوالونه د غږ مخنیونو غوښتنو په وجه د درنو موادو څخه دېوال جوړیږي، نو د سپکو بېلونکو دېوالونو په جمله کې نه حسابیږي.
خو نه یوائې د بېلونکو دېولونو ودرولو ته پاملرنه پکاره ده، بلکه د سر اخره برخه هم. د دېوال د سر اخر کې په ډېره کې د درېدو خسمانه (ګرنتي) حتماً ضرور دی. د غږ بندونکي طبقې په وجه باید د دېوال او چت ارتباط، حتأ د امکان په صورت کې ډېر حتمي اوسي، چې دې سره هلته هیڅ کوم د غږ پول جوړ نه شي. د هغه چتونو د پاره چې ځوړند نه دي، دا په اسانه

سره جوړېږي. په ځوړندو چتونو کې بیا هم باید سړی په یاد راولي، چې د جوړښوو یا په منځ کې تغیر خوړونکي ببلونکي دېوالونو وروسته بدلونه خاص مشکلات منځ ته رانه وړي. دا د هغه دېوالونو د پاره چې په منځ کې نور عناصر وجود لري ډېر اهمیت لري، نظر د خښتو نه جوړ شوي دېوالونو ته، په کوم کې چې لاسي کار د وروستي مطابقت په اساس د ساحې او ځای په اسانه سره ټاکل کېدی شي، بې ددې چې په دې علت سره د ځوړند لویه سطح د تفاهم سره منځ ته راځي. که نلونه په ځوړند شوي برخې کې واقع وي، نو بیا وروسته د دغه ځای جوړښت ته تغیر ورکوونه مشکلات منځ ته راوړي.

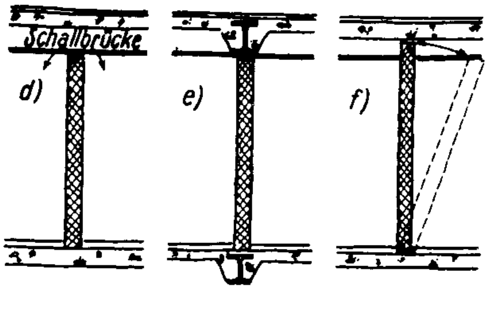
که چېرته یو چت ځوړند اوسي، نو دا باید په ډډه کې د تینګوالي په وجه او هم د غږ مخنیوی په وجه ګټه وښودل شي، که چېرته په هر ځای کې، په کوم کې چې اوس یا وروسته یو ببلونکی دېوال ودرول کېږي، یو لاندې تیر باید موجود اوسي.

په لاندې ورکړل شوي انځورونو کې د a, b او c چتونه هغه چتونه دي چې ځوړند نه دي او د d, e او f چتونه، د ځوړندو برخوسره چتونه دي.

لاندې انځورونه د چتونو او سپکو ببلونکو دېوالونو انځورونه دي:



د غږ تېروني پول



علاوه ددې نه په پورته انځورونو کې:

a) د اهن کانکریټ څخه چتونه

b) د فولادو څخه حجره (خانه) لرونکي چتونه

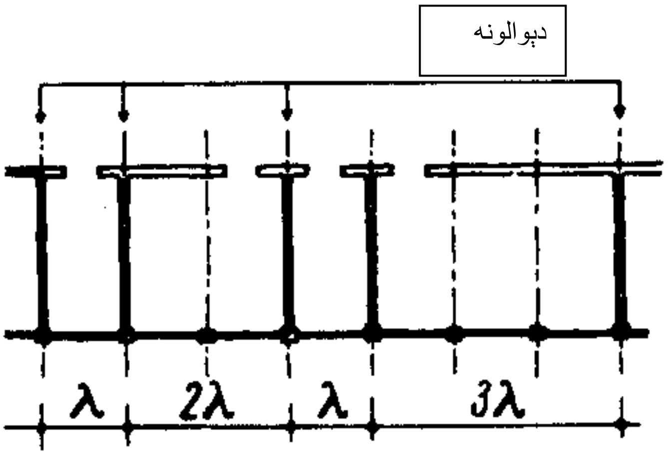
c) د اهن کانکریټ څخه سوري لرونکي تختې

d) دلته د بېلونکي دېوال د پاره په پورته ډډې کې ساتنه (حفاظت) وجود نه لري. که چېرته دغه ځوړنده برخه په کافي اندازه عایق شوی نه اوسي، نو بیا دلته د غږ تېرونې یو پول جوړیږي.

e) په دغه انځور کې بېلونکې دېوال پاس په ډډه کې تینګ شوی او د غږ تېرېدنې د پول مخنیوی کوي. برسېره پر دې ددې ګټه دا ده، چې دغه بېلونکې دېوال پر یو بارووړونکي (تېر) ولاړ دی.

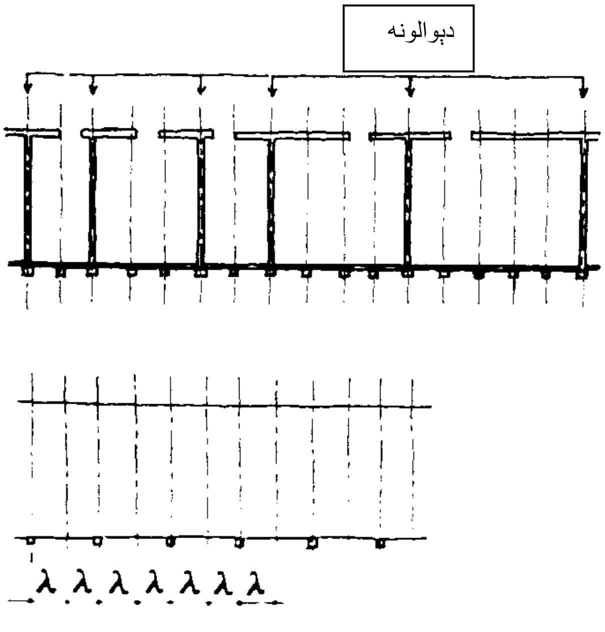
f) دلته باید فقط وښودل شي، چې په منځ کې تغیر خوړونکی بېلونکی دېوال جوړونه ساده نه ده او په هیڅ وجه خاص اقدامات د غږ تېرېدنې د پول مخنیونه د ځوړندې برخې په تش ځای کې نه شي کولای.

دلته هم د کوټې څخه د استفادې او د باروړونکي سیستم تر منځ اړیکه: په هغه کوټو کې چې اوږدوالی زیات وي، هلته د قاعدې له مخې هر وار لاندې یو تیر تنظیم شي، چېرته چې اوس یا وروسته یو بېلونکی دېوال ودرول کیږي. د دغې تړاو سره یو نظم پکار دی، کوم چې دا د دفتر د لویوالي سره ټاکل کیږي. یو ساده سیستم هغه دی، د هر وړوکي کوټې نه وروسته بل هر، یا خو د همدې په شان لوی یا مکمل لوی اوسي:
په لاندې انځور کې د کوټو تقسیمات ښودل شوی. وړوکی ترینه کوټه یوه خانه لویه ده او نور هر یو د همدې په شان لوی او یا په مکمل ډول لویه ده نظر وړونکي کوټې ته:

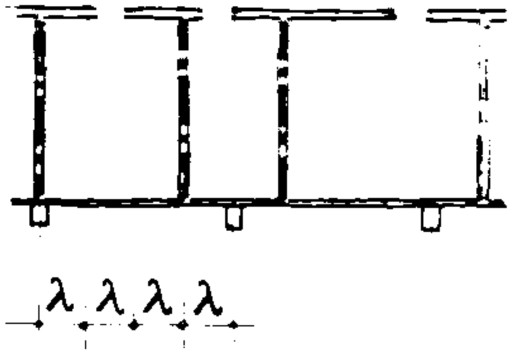


د یو بل سیستم له مخې وړه ترینه کوټه د دوو وړو واحدونو څخه جوړه شوی او بل هر یو یا خو د همدې په شان لوی او یا فقط د یو واحد شا و خواته، مطلب دا چې د نیمایې کوټې لویوالي سره.

په لاندې انځورونو کې د یو ساختمان او د کوټو د تقسیمات خانه بندي ښایي. وړه ترینه کوټه دوه خانې پلنه ده او ورپسې نورې د همدې په شان پلنې دي او یا د یوې خانې څو واره پلن دي.

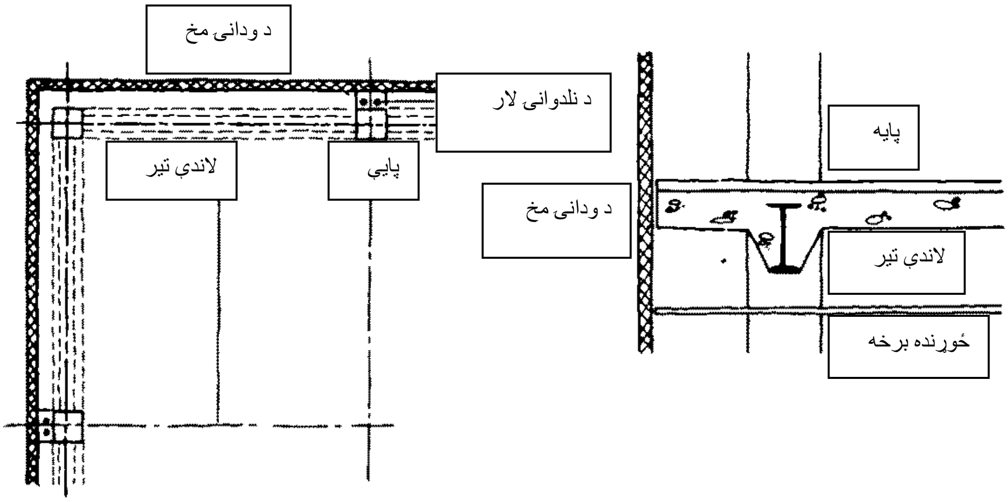


په دې چې د هرې کوټې د پلنوالي په نیمایي کې اوس یو بېلونکی دېوال جوړول کېدی شي، نو باید هلته هر وار یو باروړونکی یا تیر ورکړل شي، کله چې کوم پښتنۍ لرونکی چت یا سوري لرونکې تخته نه وي انتخاب شوی. په اوله کې د تکیاګانو ځایونه د ساختمان له لحاظه دغې تنظیم پورې اړه نه لري. دا کېدی شي چې د هر دوهم تکیا وروسته صرف نظر وشي، کله چې د ودانۍ په مخ (نما) کې ددې په مطابق تیر، په منځ کې واقع د چت نیوکي تیر وزن په غاړه واخستلی شي.
دا چې په هر محور کې یو بېلونکی دېوال ودرول شي، نو بیا د هغې ننښلونه د ودانۍ د مخ سره کوم اتحاد نه جوړوي. دا د یوې برخې (دیتایل) د پاره مهم دی. په اوله کې که چېرته تکیاګانې په مکمل ډول د کوټې څخه بهر او د ودانۍ د مخ نه وړاندې تنظیم شوی اوسي، نو بیا دغه جز یا برخه د بېلونکي دېوال – د ودانۍ مخ سره بېرته یو واحد جوړوي. د ساختمان له لحاظه دلته کولای شو په نظر کې ونیسو، چې یو ګڼ د تکیاګانو ځای د طبعیت د قانون په اساس د تکیاګانو کمه اندازه جوړوي. دا دلته کمتر کمه دې حالت د پاره مهم دی، چېرته چې په وړه ترینې کوټې کې هله بیا دا ډول یو تکیاپه ښکاره ډول د کړکۍ سطح قطع کوي لا زیات څرګنده (واضح) دا کېدی شي، چې کله دغه تکیاګانې په لویې فاصلې سره ولاړې اوسي او د هغې اندازه کوونې ددې په واسطه لا لویې شي:
په لاندې انځور کې د تکیاګانو فاصلې، د تکیاګانو اندازه کوونه او د کوټې تقسیمات ښودل کیږي:



دې سره دا ومنل شول، چې تکیاګانې یا پایې لکه څنګه چې د پورته انځور څخه ښکاري د ودانۍ مخ ته واقع دي. که نه نو په وړو کوټو کې د کوټې څخه ګټه اخستنه (استفاده) مشکلات منځ ته راوړي. پاتې کولای شو په یاد راوړو، چې په لویو کوټو کې دا ډول پرېکړه

ضروري نه ده. د پورته انځور په مطابق مشکلات د کړکۍ ګانو غېر منظم یا نا برابره تقسیمات دی، ځکه چې واقعاً تکیا یا پایه زښت ډېره پلنه ده نظر بېلونکي دېوال ته.
د تکیاګانو یا پایو ځایونه ټاکل د نلدوانۍ د پاره مخکې نه ډېر اهمیت لري. د معمول له مخې مرکز ګرمي د یو ګرمو اوبو مرکز ګرمي په حېث نلونو تېرونې ته ضرورت لري، چې دا باید د امکان په صورت کې د کوټو ګرمونکو جسمونو پورې په لنډې فاصلې سره یا په لنډې لارې سره په نظر کې ونیول شي. که چېرته د ودانۍ مخې څخه شاته په افقي ډول کوم تقسیمات انتخابېدلی نه شي، کوم چې د هغې څخه ځانګړو کوټو مرکزګرمي جسمونو ته اوبه راځي، نو یواځې یوه لاره پاتې کېږي، چې هغه عمودي لاره ده، چې دا یا خو د تکیا یا پایې شاته او یا مخې ته ورکول کېدی شي. فقط هره دوهمه تکیا یا پایې څخه باید استفاده وشي. په نورو تکیاګانو یا پایو کې کېدی شي چې بیا نور ضروري نلونه پورته راښکل شي.
په لاندې انځورونو کې ښودل کیږي، چې د نلدوانۍ د پاره د ودانۍ مخ (نما) کې د تکیاګانو یا پایو موقعت څومره اهمیت لري:

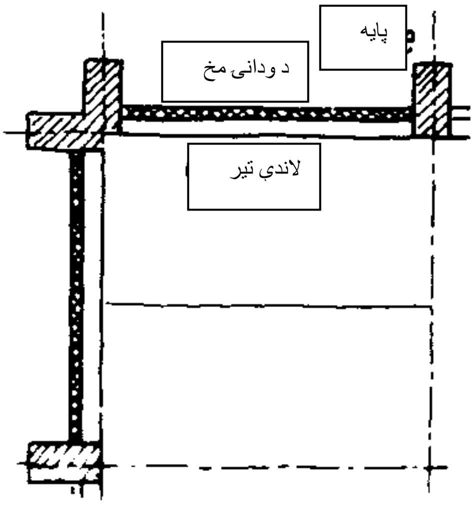


دلته تکیاګانې یا پایې دي چې د ودانۍ مخې څخه دننه خوا ته لرې شوي دي. نو په دې اساس د ودانۍ مخ او د تکیا یا پایې تر منځ یوه فضأ د نلونو د پاره وجود لري. خو دا د امکان په صورت کې د تنظیم شوو بېلونکو دېوالونو سره ولګیږي. د بلې خوا نه په لویو کوټو کې کېدی شي چې نلدواني د تکیا ګانو یا پایو په خوا کې هسې هم کوم خاص اهمیت ونه لري، ځکه چې د قاعدې له مخې دا ډول دفترونه په مکمل ډول د اقلیم سره برابر جوړیږي. خو دې پورې ضروري نلونه په ځوړندو چتونو کې واقع وي.
د لمر څخه ساتنې ورکړل شوي تاخچو د پاره او د کړکۍ پاکونې بالکون د پاره طبعي ده چې دا ډول ساختماني برخه مشکلات منځ ته راوړي. دلته دوه علتونه ښکاري، کوم چې دا اصلاً ګوښه کیږي: دغه تاخچه باید بالکون د تکیا یا پایې سره ټینګ ونښلوي، د تکیا یا پایې او د

ودانۍ مخ (نما) تر منځ فضأ باید د نلدوانۍ د پاره تش پاتې شي. دا تل همداسې شوي دي. د ساختماني برخې مغلقوالی په اخره کې د ودانۍ مخ د تاخچې څخه هم باید تېر شي، کېدی شي چې یو علت ولري، په داسې حالاتو کې دا ډول بالکون یا خو لاندې ورکړل شي او یا خو په بام کې ځوړند شي. د ټولو نه وروسته د ځوړندې برخې او ډېر وړې پروفیل د ځوړندې برخې او د ودانۍ مخ تر منځ باروړونکي یا تیر د پاره، پر کوم چې د بالکون عناصر پراته دي، ډېر نازکه اندازې جوړوي. د دا ډول حالت د پاره د تکیا ګانو یا پایو تر منځ نلدواني او د لمر څخه ساتنې بالکون د ډېر حده ارتباط لري.

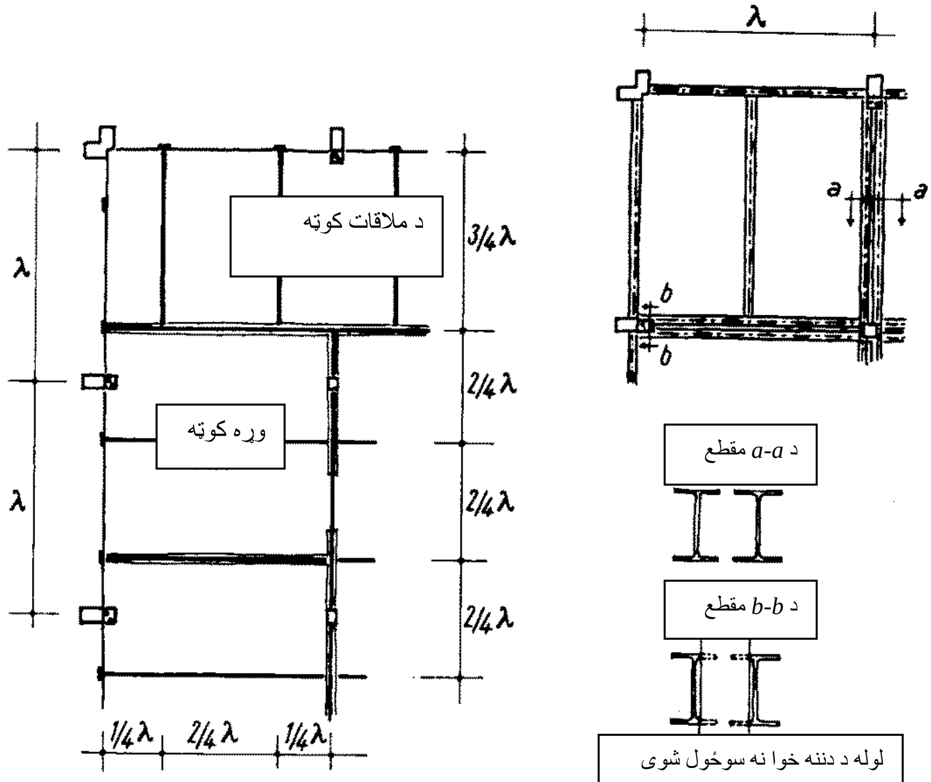
تر هغه چې تکیاګانې یا پایې د ودانۍ مخ (نما) کې ولاړې وي او یا د ودانۍ مخ (نما) څخه لرې ولاړې وي، چې په ځانګړي ډول د هغې شا د ودانۍ مخ سره نښتی وي، نورې پوښتنې منځ ته راوړي. په اوله کې باید امتحان شي، چې چېرته د نلدواني امکان وجود لري؟ د تکیا ګانو یا پایو شاته عمودي نلونه ورکړل شي، بل هیڅ امکان نه لري، دا چې په چت کې د دغه ځي په خوا کې په نورمال حالت کې د چت باروړونکی واقع دی.

په لاندې انځور کې ښودل کیږي، چې د ودانۍ مخ (نما) کې نلدواني مشکلات منځ ته راوړي:



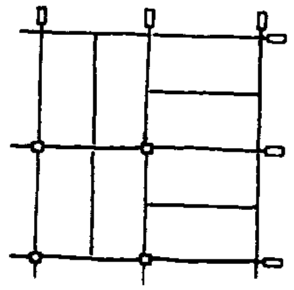
دلته دوه امکانات وجود لري، ددې د پاره چې بیا هم د تکیاګانو یا پایو تر شا نلونه وکړای شو چې پورته راکاږو. یا خو چت نیونکی تیر دوه وارې لاره جوړوي، داسې چې د تکیا یا پایې دواړو خواوو ته هر وار دوه لاندې تیرونه تېر شي او یا خو د چت نیونکی تیر بیښي د تکیا ګانو یا پایو د خانو څخه بهر ورکوي.

که چېرته بیا هم د باروړونکي موقعت د بېلونکي دېوال موقعت ټاکي، نو بیا دلته د ودانۍ په کنج کې مشکلات منځ ته راځي. نو ځکه دلته کېدی شي، د استفادې هدف د پاره د ودانۍ پر نري خوا دا ډول خاصه فضأ ضرور ده، د مثال په ډول د ملاقات کوټو د پاره.
په لاندې ورکړل شوي انځورونو کې: a) دوه وارې لاره د لاندې تیر، b) د لاندې تیر خانه د پایې د خانې سره برابر پوښښ نه لري.

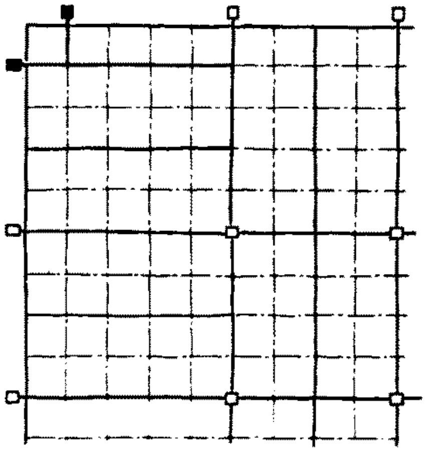


د ودانۍ اوږدې ډډې د پاره د چت نیونکي تیر په واسطه کېدی شي چې د بېلونکي دیوالونو موقعت وټاکل شي. په کوم شي چې په خاصه توګه د هغې سیستم هدایت کوي، په هر وار کې دوه د چت نیونکي فاصلې یوه کوټه په پلنوالي کې جوړېږي او هره لویه کوټه د یو یا زیاتو باروړونکو د فاصلې په اندازه لویه ده. خپله د ټولو نه وړوکي کوټې د دوه باروړونکي فاصلې سره په پلنوالي کې هیڅ کله پایې په منځ کې نه ودرول کیږي، چېرته چې مزاحمت منځ ته راوړي.
دلته بیا هم د کړکۍ د تقسیمات په برخه کې سوال منځ ته راځي. خو دلته د حل یوه لاره ده، د ابتدا نه د تکیاګانو یا پایو په خوا کې بله کړکۍ په نظر کې ونیول شي، نظر د منځ برخې ته. ایا د وړو کوټو اندازه کوونه ښه ده، دا یو بل سوال دی. شاید چې دا به ښه وي، د یوې لویې کوټې اوږدوالي د پاره پاملرنه وشي. دا یو شرط لري چې یو بل د پایې ځای د ودانۍ په منځ

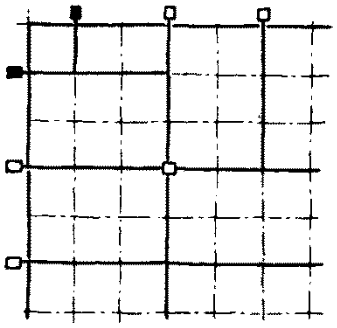
کې په نظر کې ونیول شي. خو سړی دا بیا هم په همدې ډول ګوري، چې دا پر پایو باندې په نرې خوا کې بې د اغیزې نه دی. دا تر وړاندې پورې لرلی شي، چې ټول امکانات ومنل شي.
دلته د یوې طرحې یا زېربنا په برخه کې وویل شول، کوم چې هلته تکیاګانې یا پایې د ودانۍ مخ څخه وړاندې ولاړې دي، خو د هغې شا د ودانۍ مخ (نما) سره په تماس کې دي. دا لا نور څرګنده نه ده، چې پایې، کوم چې د ودانۍ د مخ (نما) څخه فاصله لري، او ورسره په تماس کې نه دي، فقط د ودانۍ په ډډه کې د چت نیونکي څخه په معقول ډول تر لاسه کېدلی شي. د کنج پایې ددې خلاف تر ډېره حده بې ګټې ولاړې دي، څومره چې ډېر وي، د دوو پایو په حېث هلته باید ولاړ اوسي، کله چې سړی د نتیجې په مطابق د پایو په خانه بندي کې ټینګ ولاړ اوسي.
په لاندې انځور کې ښودل کیږي، چې په کنجونو کې بیرون ولاړې پایې مشکلات منځ ته راوړي:



دلته انتقادي ټکي (نقطې) د دوه وارې (ډبل) پایو شاته د دواړو باروړونکو د منځ نه تېرېدل دي. شاید فقط یوه پایه تر فشار لاندې راشي، په هغه وخت کې چې هغه بل بې ځایه یا اضافي دی. ښه به دا اوسي، چې اصلاً تکیاګانې یا پایې د یو پر څلورمې شاوخواته او یا ډېر د ساحې پلنوالي سره د ودانۍ کنجونو کې شاته ورکړل شي:
په لاندې انځور کې د پایو د موقعت زېربنا یا پلان ښایي، کوم چې د کنجونو څخه یو پر څلورمه د پایو د فاصلې ورکړل شوی:

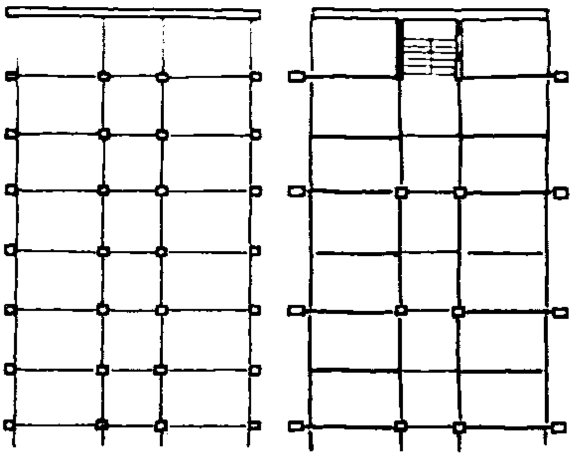


لکه څنګه چې د پورته انځور څخه ښکاري، د کنج په پایو کې د باروړونکي د منځ څخه تېربدل له منځه ځي، کوم چې د ودانۍ په مخ کې ورکړل شوي د غاړو باروړونکي د چت نیونکو تیرونو په سر پراته دي او بیا په دې حالت کې د پایو د فاصلې یو پر څلورمې د اخر څخه راوتلی وي. د دوه وارې (ډبل) پایې بل نیمایې هم اوس یوه برخه بار (وزن) اخلي او که سرې ورته د ساختماني ستاتیک له مخې موجوده صلاحیت ووايي، لري. ډېر واضح د ودانۍ د کنج او د یوې پایې تر منځ د فاصلې لویوالی دی.
په لاندې انځور کې د پایو موقعت ښايي، چې د کنج څخه د پایې د فاصلې نیمایي په اندازه بهر ته وځي:



په ټولو سیستمونو کې د تکیاګانو یا پایو سره، کوم چې د ودانۍ مخ (نما) سره فاصله لري، یو باروړونکی ضرور دی، چې مستقیماً د تکیاګانو یا پایو سره ونښلول شي. دلته بیا د نلونو تېرولو (نلدواني) په برخه کې سوال منځ ته راځي. هغه باروړونکي یا تیرونه چې د ورکړل شوو خانو څخه بهر اوځي، دلته نه کیږي. باروړونکی دوه وارې (ډبل) شي، مطلب دا چې دا دوه لارې جوړې شي او دا بیا دواړو خواوو ته چې تر تکیاګانو یا پایو پوری ورسول شي، دا د حل

يوه لاره ده. بيا نو دا داډول اوسي، چې سرې د تکياګانو يا پايو شاته د نلونو تېرولو (نلدواني) څخه په مکمل ډول صرف نظر وکړي.
البته چې دا هم امکان لري، په ټولو حالاتو کې، په کوم ځای کې چې عمودي نل تېرونه (نلدواني) مشکلات پېدا کوي، دا ډول پټ تکياګانې يا پايې تنظيم شي، کوم چې دا هيڅ کوم بارورونکی وظيفه ونه لري، بلکه فقط نل تېرونه (نلدواني) په خپل غاړه وخلي. البته چې دا د جوړونې د پاره کوم سوال نه دی.
په لاندې انځور کې دوه د ودانيو طرحې د ودانۍ د مخ (نما) سره ښودل شوي، کوم چې دا د ودانۍ په کنجونو کې يو ډول نه دې چاپېر شوي:



که سرې نقشې يا زېربنأ ته يو نظر وکړي، نو په اسانۍ سره ليدل کيږي، چې څنګه تکياګانې يا پايې او لاندې راښکل شوي برخې د ودانۍ په کنجونو کې د پرابلم سره مخ کېدلی شي، کله چې د ودانۍ مخ (نما) يو ډول د کنجونو څخه چاپېره شوی وي. که دا بايد داسې اوسي، نو کېدی نه شي چې ددې په برخه کې څه وويل شي. نو فقط دوه دانې لومړني ساده رسمونه د ودانۍ مخ سره، کوم چې نري ډډې کې د اوږدې ډډې په مقابل کې بل ډول کېدی شي:
دلته د ودانۍ په مخ کې د پايو فاصله د ودانۍ د مخ ساختماني رقم پورې تړاو يا ارتباط د هېرولو نه ده. هغه د ودانۍ مخونه، کوم چې پر هغې باندې خپله د پايو فاصله نه جوړوي، د امکان په صورت کې يو کرېدو په مقابل کې ټينګ بارنيونکي ته ضرورت دی. که چېرته د بارورونکو جګوالی محدود وي، نو د پايو فاصلې بايد کم اوسي نظر د ودانۍ په مخ کې ته، کوم چې دا په دغې موقعت کې ازاده دي.

لکه څنګه چې وویل شول، د نل تېروني په برخه کې سوال د پایو پورې مربوطه کم اهمیت لري، که چېرته د یو مرکزي ګرمو اوبو مرکزګرمي په ځای د اب او هوا بدلونه په نظر کې ونیول شي. دا لا زیات د برقي مرکزګرمي پورې اعتبار لري، کوم چې دا په هرې کوټې کې د شپې له خوانه ذخیره کیږي. د برقي کېبلونو وړوکی عرضاني مقطع د مرکزګرمیو نلونو په مقایسه هیڅ کوم مشکلات منځ ته نه راوړي.

د هوا بدلونې په آلو کې د لوړ فشار سیستم په نل تېرونې (نلدواني) کې دا ډول غوښتنې لري لکه یو نورمال مرکزګرمي په شان. دلته هم دا ډول پورته او ښکته ډبل پړي وجود لري، چې د هغې موقعت او تنظیم داسې دی، چې یو د هوا بدلونې صندق کېنې خوا ته او بل یې ښې خوا ته کار ورکړای شي. د هوا بدلونې په کانالونو کې ټیټ فشار سیستم اصلاً فقط د خاصې طبقې پورې تړلی دی، کوم چې دا په هسته کې ورکول کیږي. په پوړونو (منزلونو) کې ددې تقسیمات په ځوړندو برخو په منځ کې جوړیږي. په ځوړندو برخو کې د هوا بدلونې کړکۍ ګانې وجود لري، داسې چې یو دا ډول چت په دې حالت کې د اور څخه مخ نیونکی نه دی، څه چې دا وکولای شي. د اور د مخنیوی د پاره نور خاص اقدامات وجود لري، کوم چې هیڅ تخنکي مشکلات منځ ته نه راوړي، خو مالي له لحاظه ودانۍ ګران تمامیږي. اصلاً په ساختمان کې د اور څخه مخنیونه لوی ارزښت لري (رول لوبوي). ددې ځانګړیتوب د DIN 4102 معیار کې ورکړل شوي دي. ده نه وروسته باید هر فولادي ساختمان په کافي اندازه وپوښل شي (چاپېره پټ شي). په فولادي ساختمانونو کې کېدی شي تر یو حده یوه کمه اندازه د شاو خوا پوښښ څخه صرف نظر وشي.

په پوړونو (منزلونو) کې د هوا بدلونې کانالونه په هغه ځایونو کې مشکلات منځ ته راوړي، چېرته چې دې سره باروړونکي ساختماني برخې تر اغیزې لاندې راځي. د نلونو د پاره واړه کړکۍ ګانې سړی کولای شي چې په فولادي ساختمانونو کې تل د باروړونکو نري لارو له لارې تېر کړي، که چېرته د بار نیونکو څخه په کافي اندازه فاصله ولري. خو بیا هم سړی نه شي کولای چې د هوا بدلونې کانالونه د ساختمانونو د منځ څخه تېر کړي. سړی باید باروړونکی سیستم دا ډول انتخاب کړي، چې نه یوائې د قوو مخه وګرځولا شي، بلکه یو مناسب نل تېرونه (نلدوانې) امکان ولري. دې ته مخکې اشاره وشوه، چې د هغه دېوالونو عمودي د هوا بدلونې ډوغلې (سوري)، کوم چې د هغې له لاري کانالونه د ډوغلې څخه چتونو ته تاوول کېږې، د ډېرو کړکۍ ګانو په وجه د یوې ټینګې ډبلې تختې په حېث هم ورڅخه استفاده نه شي کېدی.

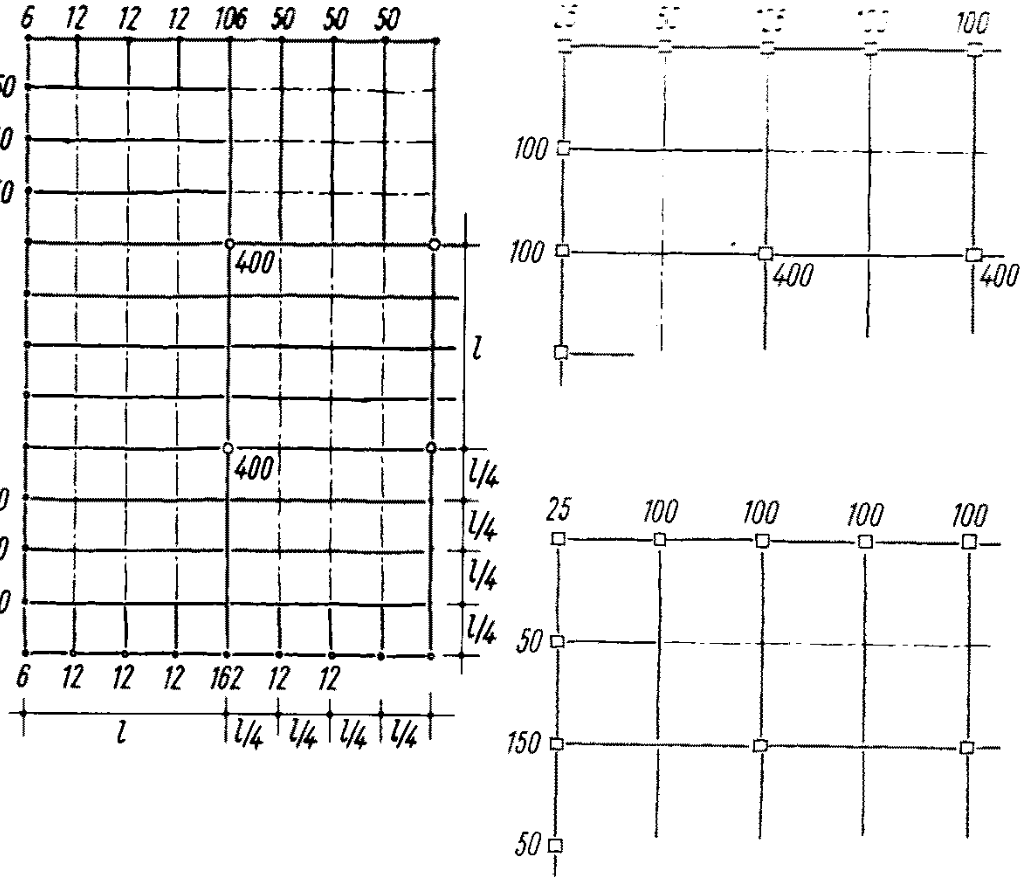
په پوړونو (منزلونو) کې د کانالونو افقي تېرونه د دهلېزونو له لارې ډېره اسانه ده. دا اکثراً ژور ځوړندول کیږي، چې دې سره په حجم کې خاص ځای منځ ته راځي.

د ډوغلو (کندو) څخه په هستي کې د هوا بدلوني کانالونه دهلېزونو ته راښکل کیږي. هلته په کافي اندازه ځای شته، دلته د چت نیونکې اکثراً د دهلېز سره موازي پروت وي. ځان ځان ته تیټ باروړونکي دواړه داخلي د پایو کتار (قطار) سره نښلوي. عمومي وزن د بیروني او داخلي کتارونو تر منځ د چت نیونکي په سر کوم اهمیت نه لري. خو دغه باروړونکي نل تېرونې (نلدواني) ته کوم مزاحمت نه کوي. د دهلېز دواړو خواوو ته باروړونکي کم تر فشار لاندې دي او ځکه کېدی شي چې ټیټ اوسي. ددې په وجه بیا ځای پېدا کیږي، ددې د پاره چې د عمومي کانال څخه په دهلېز کې کوټو ته ګرځول یا تاوول کیږي.

مونږ یو ځل بیا باید په نقشه کې د تکیاګانو یا پایو موقعت ته بېرته وګرځو، او دا هغه حالت د پاره دی، چېرته چې د ودانۍ مخ (نما) هم درجه (یوډول) د کنجونو څخه چاپېره شي. دلته یو بل پرابلم جوړیږي، دا بیا هغه وخت جوړیږي، کله چې د ودانۍ په مخ کې دغه پایې په کمې فاصلې کې ولاړې وي نظر داخلي د پایو کتارونو ته. دلته سرې لوېې خانې ورکوي نظر ډېرو وړو خانو ته. که چېرته دا په همدې ډول وي، دلته ډېر ضرور دی، چې په هر مسطتیل ډوله ودانیو کې څلور پایې ورکړل شي، کوم چې دا زښت ډېر تر فشار لاندې وي نظر نورو ټولو پایو ته. او که څه هم دا دومره مشخص اوسي، هومره د داخلي پایو په کتار کې د پایو فاصله لویه وي نظر د بیروني پایو په کتار کې د پایو فاصلې ته. لاندې ورکړل شوي انځورونه دا ښه څرګندوي:

په دې انځور کې د داخل پایو تر منځ او بیروني پایو تر منځ د فاصلو فرق کم دی، نو په همدې ډول د څلور واړو تر وزن لاندی د کنج پایو فرق نظر نورو ته تل کم دی

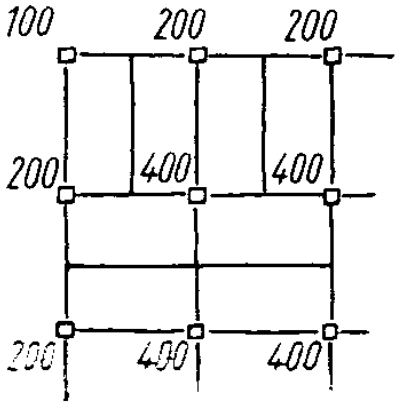
په دې انځور کې که د داخلي پایو فاصله لویه اوسي نظر بیروني دېوالونو ته، دلته تل په بیروني دېوالونو کې څلور پایې وجود لري، کوم چې دا ډېر تر فشار لاندې دي



د بده مرغه هیڅ داسې د کنج پایې نه شته، چې هغه ډېر سخت تر فشار لاندې وي. که چېر ته دا حالت منځ ته راشي، نو بیا سړی کولای شي چې یو خاص حالت د یو عرضاني مقطع قوي کوونې د پاره استفاده وشي، لکه څنګه چې دا د ودانۍ مخ (نما) څخه مخ ته ولاړو پایو په شان اسانه امکانات ورکوي. سړی یو وار بیا دا ډول پایې د نقشې په مطابق په نظر کې نیسي.

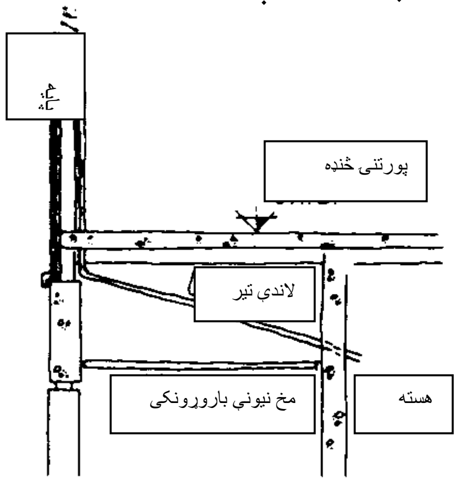
په اوله کې که چېرته د پایو فاصلې د داخل او بیرون یو ډول یا مساوي وي، نو بیا ټولې نورمالې پایې په بېروني دېوالونو کې یو برابر تر فشار لاندې راځي او فقط د څلورو کنجونو پایې تر لاسه کوي، لکه په ټولو حالاتو کې هم، یو کم وزن.

په لاندې انځور کې ښودل شوی، چې د داخلي او بیروني پایو فاصلې مساوي دي، داسې چې په بیروني دېوالونو کې هیڅ کوم ډېر سخت تر فشار لاندې پایې وجود نه لري. ددې په خلاف: څلور واړه د کنج پایې کم تر فشار لاندې دي، همدارنګه په نورو حالاتو کې هم:



د ودانۍ د مخ (نما) وزن او خاصوالي بيروني دېوالونو ته د بيروني پايو د موقعت د پاره د وزن په څېړنه کې د پامه غورځول شوی دی.
څومره چې امکان لري پايې تل نري جوړول کيږي، يوائې د رڼا لوېدو په خاطر. دا داسې دی، چې په ټولو حالاتو کې، کوم چې په بيروني دېوالونو کې پايې نږدې ولاړې دي نظر داخلي پايو کتارونو ته، ټولې پايې د څلورو قوي تر فشار لاندې پايو له مخې بايد لاس ته راوړل شي. دا بيا داسې دی، چې کېدی شي سرې د څلورو زښت ډېر فشار لاندې پايو د پاره هم زښت ډېر اندازه کوونې تاوان په نظر کې ونيسي، څه چې په نورمال حالت کې داسې نه دی.
ددې په خلاف ډېره مناسبه دا ده، کله چې څلور پايې، لکه د تېر مثال په شان کم تر فشار لاندې اوسي. بيا نو دغه څلور پايې د ضرورت په حالت کې د حده ډېر لوی اوسي، که چېرته په فولادي پايو کې د دېوال ډبلوالی نه شي کمېدلی.
مخکې ددې نه چې مونږ پايې مکمل پرېږدو، مونږ بايد د دا ډول مخنيونې په برخه کې وغږيږو. د ودانۍ په مخ کې د پايو ډېر نږدې فاصلو سره تل دا د خپل خوښې کار دی، چې د ننوتلو په منزل کې يو لوی د پايو تر منځ فاصله وجود ولري. دا د يو باروړونکي په واسطه يا هيڅ د مکملې ودانۍ نيونې په واسطه تر لاسه کيږي.
د ډېر وزن په وجه لوړ پوړه ودانۍ دا ډول باروړونکي يو جګوالی لري، کوم چې نورمال ساختماني جګوالي د يو چت نه پورته کيږي. کله کله د دا ډول باروړونکي سره پوړ (منزل) لوړيږي. دا به د ودانۍ ورک شوی جګوالی اوسي، کله چې سرې د دغې بارو‌ړنکي شاته کومه کوټه نه وي تنظيم کړې، کوم چې د بارو‌ړونکي رنګړيوالی داسې زيات ضرورت نه لري.
که دغه لوړوالی په کافي اندازه غټ اسي، نو بيا دلته يو ډول تخنکي پوړ (منزل) تياريږي، مطلب دا چې يو پوړ، چې هلته مجموعه د آلو د مرکز ګرمي، اقليم او هوا بدلونکې آله ځای

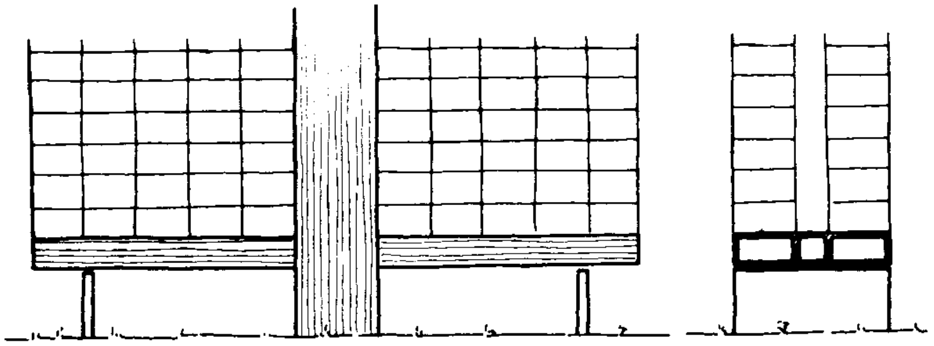
په ځای کیږي. او په همدې ډول د اتومات ټلیفون مرکز، د انرژي ویشونکی او ارشیف د دغې ځای د پاره هم مناسب دی.
په کم لوړوالي کې دغه موقع تر لاسه کیږي، چې دلته د نلونو یا کېبلونو تقسیمات څخه کار اخستل کیږي، که چېرته دا د تاکاو څخه مرکزي پروت ډوغلو یا کانالونو له لارې پورته راښکل شي. دلته نو بیا ځای دی، ددې د پاره چې مرکزي نلونه یا کېبلونه، د مثال په ډول د ودانۍ د مخ (نما) شاته پایو څخه راښکل شي. خو دلته هم په اجزأو یا دیتا ېلونو کې پرابلم وجود لري. دا فقط داسې ښودل کیږي، چې د بیروني پایو لاندې د مخه نیونې بارورونکی د ستاتیک په اساس پلن دی نظر پایو ته چې ژور دی. څومره چې نلونه یا کېبلونه د پایو شاته ورکول کیږي، باید سړی اولنی چت جګ ورکړي نظر د مخ نیونې بارورونکي ته چې پروت دی:
په لاندې انځور کې د نلونو تېرونه (نلدواني) د مخ نیونې بارورونکي په ساحه کې ښایي:



د مخنیونې بارورونکي لاندې په مساوي فاصلو سره پایې مستقیماً د مخنیونې بارورونکي په سر د پایو فاصلې پورې تړاو (ارتباط) لري. او د پایو د انتخاب او د هغې ټاکنه د ودانۍ لوړوالي ته په مناسب وخت کې ورته پاملرنه وشي. داسې لکه په عمومي ډول دا د یو مخنیونې بارورونکي د پاره د ودانۍ په مخ (نما) کې د پایو فاصلې پورې ارتباط لري: که چېرته په بیروني دېوال کې پایې په کافي اندازه یو د بل څخه لرې واقع وي، داسې د مخنیونې بارورونکي ته ضرورت نه شته. خو مونږ ولیدل، چې نور ډېر د نظر ټکې د ودانۍ په مخ کې د پایو د فاصلې په انتخاب کې یو مهم رول لوبوي.
د مخنیونې بارورونکي په واسطه ځان ځان ته د پایې محورونه نیول کیږي، اکثراً د ودانۍ په مخ (نما) کې پایې. داخلي پایې غبر ددې نه په کافي اندازه لرې فاصلې سره ولاړ دي. که د ټولو پایو مخه ونیول شي، ددې د پاره چې په لومړي پوړ کې د کوټو خاص پراخوالی تر لاسه

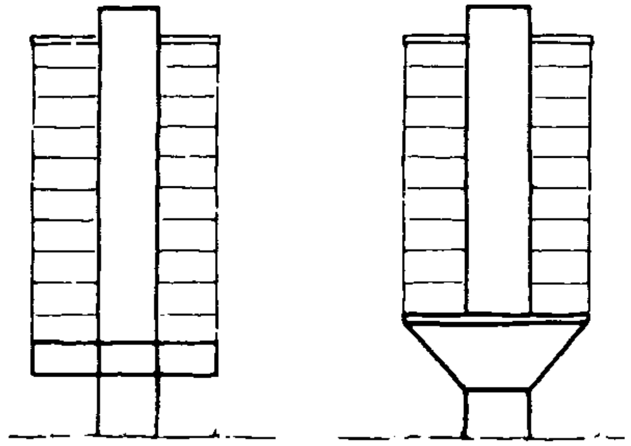
کړای شو، دا ضرور دی، چې د پایو د محورونو لاندې ځان ځان ته مخنیونې باروړونکې د یو صندق په شان عرضاني مقطع سره ونښلول شي. د هغې جګوالی د غټوالي په ترتیب کې د پوړ (منزل) جګوالي پورې اړه لري، چې په ډېر فشار او د پایو په لویو فاصلو کې د امکان په صورت کې د دوهم پوړ جګوالي څخه باید کار واخستل شي، لکه څنګه چې په لاندې انځور کې ښودل شوی:

په لاندې انځور کې د یو لوړ پوړي ودانۍ د مخنیونې باروړونکې د پوړ جګوالی ښایي:



یو دا ډول منزل نیونکی د هغې په تقسیمات کې، د دغې پوړ په سر نورو پوړونو د پایو محورونو پورې اړه لري. د دود او قاعدې له مخې د صندق ډوله په باروړونکې کې هره پېره یا هر وار یوه نرۍ لار باید هلته اوسي، چېرته چې د هغې په سر راتلونکې پوړونو (منزلونو) د پایو محورونه دي. په څلور کتاره پایو کې یو درې خانه یي عرضاني مقطع د نیونکې پوړ د پاره جوړوي.
دلته په منځ کې یو دهلېز هم جوړېږي، خو دلته نه شي کېدلای چې فقط کینې او ښي خوا ته ډېرې دروازې ورکړل شي. په نورمال حالت کې یو دا ډول نیونکی پوړ د اهن کانکرېټ څخه، او که نه نو حتا د ځېښنل شوي کانکرېټ څخه اوسي. سړی کولای شي چې په یو اهن کانکرېټ کې یا په ځېښنل شوي کانکرېټ کې دروازې هم په نظر کې ونیسي. خو بیا هم د هغې حالت، غټوالی او فاصله په اوله کې د هغې مجهز والي یا د ځېښنې غړو پورې اړه لري. د بارېدونکي په خوا کې خلاص ځایونه دي چې په دا ډول قوي تر اغیزې لاندې تیرونه امکان نه لري. نو ځکه سړی د هر څه نه مخکې دا په نظر کې ونیسي. د ساختمان له لحاظه د کوټې څخه کار اخستنې غوښتنه ډېره محدوده شوې ده. نو ځکه دا ډول پوړ (منزل) نیونکې فقط د یو بل هدف د پاره مناسب دی.

مکمل نور امکانات، چې د ننوتلو پوړ د پایو څخه خلاص وساتل شي، دا د لوړ پوړو سکلیټونو خاصو ساختمانونو کې واقع کیږي. داسې چې په مربع یي یا مربع ته نږدې پلان سره په ودانیو کې قوې د بیروني پایو څخه د یو خاص ساختمان له لارې په منځ کې واقع هستې ته توجه وشي. دا کېدی شي چې یو شا و خوا ته راوتلی پوړ اوسي یا خو دا یو سرچپه پرې شوی هرم هم اوسي.
لاندې ورکړل شوی انځور د مرکز یا هستې څخه راوتلی نیونکی ساختمان ښایي:



دا به لا مروجه ساختمانونه وي، چې په دې کې څرګنده ده چې ډېر مهم د بیروني پایو نیونکی په یو غېر عادي ډول سره کار ورځنې واخستل شي.
بالکل یا پوره بل ډول ساختماني رقم ددی په خلاف لوړ پوړي ځوړند کورونه دی. طبعي ده چې په دا ډول لوړ پوړو کورونو کې لکه د پورته ورکړل شوو ودانیو په شان مرکز یا هسته د بنسټ (تهداب) په سر واقع وي. خو بیروني پایې اوس په یو راوتلي برخې کې ځوړندې دي، کوم چې دا زیات ښکته نه، لکه د پورته دوه اخري انځورونو په شان، بلکه پورته په مرکز یا هستې کې ورکړل شوي دي. چتونه د هستې د داخل په سر واقع دي. بیرون هغوی خپل وزن په پایو اچوي، کوم چې سړی دا بیا هم نظر ځوړند ته ښه ښودلی شي. بار یا وزن بیرون اول پورته انتقالیږي او بیا د هغه ځای څخه د هستې له لارې بنسټ (تهداب) باندې راځي.
دلته د ساختمان مخ ته وړلو د پاره مختلف امکانات دي. سړی کولای شي چې مرکز یا هسته اول د هغې مکمل جګوالي سره سر ته ورسوي او پاس ساحې او ځای کې لوی راوتلي برخې منتاژول کیږي.
مرکز یا هسته واضح ده چې په اهن کانکریټ کې جوړیږي، د کوټې چاپېره دېوالونه هسې هم ضرور دي. راوتلي برخې په اهن کانکریټ کې او هم په فولادو کې به امکان ولري. په دې کې

بیا د پورته څخه مخ په ښکته وړاندې تلونکی چت یو د بل په سر ځوړندول کیږي. که دغه راوتلي برخې د اهن کانکرېټ څخه وي، نو بیا د منزلونو په اساس شکل داسې کیږي چې د منزل د پاره شکل ټیټ انتقالیږي. په خاصه توګه په یو فولادي ساختمان کې سړی کولای شي چې دا ښه تصور وکړي، مخکې منتاژ شوي چتونه مخ پورته راښکل شي او بیا یو چت د یو بل پسې د پاس څخه مخ په ښکته منتاژ شي.

یو مکمل بل ډول تخنیک دادی، چې هیڅ کومه خاصه ګټه نه تر لاسه کیږي، په اوله کې مکمله هسته یا مرکز ته ترجح ورکول کیږي. د هغه په ځای هسته یا مرکز تقریباً د کمو منزلونو ته ترجح ورکول کیږي. په منځو منځو کې د هستې شاوخوا ته راوتلی پوړ یا منزل د هستې پورته اخر پر ځمکه باندې تکمیلیږي.

په دغې تال (ریتم) سره دا وړاندې ځي، تر هغه چې راوتلی پوړ (منزل) خپل ابدي حالت تر لاسه کړي او ټول پوړونه (منزلونه) ځوړند شوي اوسي. اساساً کوم تخنکي مشکلات وجود نه لري.

په برخو برخو (دیتایلونو) او همدا رنګه د تخنیک له لحاظه د جګونې په بهیر (جریان) کې پکار دی چې یو نیم پرابلمونه حل شي، کوم چې یقیناً امکان لري. د هستې یا مرکز په نظر کې نیولو سره، چې هغه هم دلته د یو هدف د پاره په اهن کانکرېټ کې جوړ شوی وای، نو په باقي نورو ساختمانونو کې هم دا ډول په اهن کانکرېټ او په فولادو کې په پام کې نیول کیږي.

د دا ډول جوړونې طریقې استعمال کله نا کله د لیسنس پورې تړلی دی یا فقط په کمو شرکتونو کې ممکن دی، ځکه چې په دغه شرکتونو کې دې ته لازمي ماشین آلات موجود دي. دا د نظر ټکي دي، چې دې ته باید پاملرنه غوښتل غواړي.

د لوړ پوړو کورونو د پاره کم، خو پاتې د سکلیټ ساختمان د پاره ښه مناسب دی، چې دا د لیفټ – تختې – طریقه (Lift-Slab-Verfahren) نومول کیږي. د دا ډول جوړونې (ساختماني) طریقې سره په اوله کې پایې ودرول کیږي. د تاکاو په چت باندې بیا نو د منزلونو ټول چتونه طبقه یې یو پر بل باندې کانکرېټیږي او بیا نو د پورته کوونکي ځانښی یا دوک په واسطه، کوم چې دا د پایو په سر باندې ټینګ شوي دي، پورته خوا ته راښکل کیږي. دا چې پایې په چتونو کې یو فولادي امبل دی، چې هغې سره د چت سیخان یوځای کیږي. دلته هم د دوګ لاندې اخر ټینګول کیږي. که چت خپل ابدي حالت تر لاسه کړ، نو بیا د فولادي امبل او پایې تر منځ مناسبو پانبو په واسطه د هغې د پاره په نظر کې نیول شوي ځای او یو هدا رنګه ساده اغیزه کوونکی باربدنې ځای تر لاسه کول کیږي.

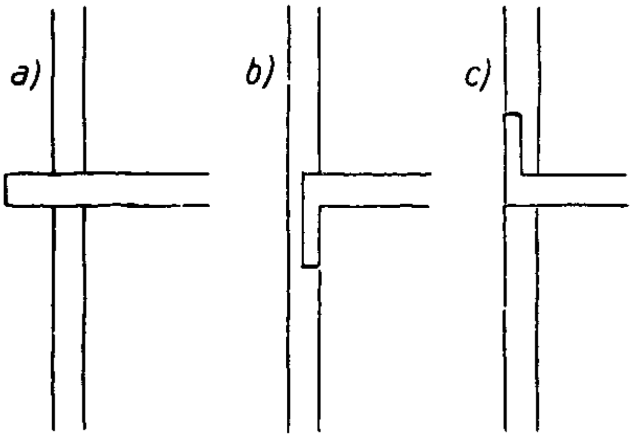
بیا هم مهم دادی، چې بیروني پایې هم دومره د چت د څنډو څخه لیرې شاته باید ولاړې اوسي، چې مخکې ذکر شوی امبل هم وکولای شي چې جوړ شي. طبعي ده چې باید چت هم امبل د چت څنډو ته په کافي اندازې سره لیرې چاپېره شي.

د پورته کوونې د بهير په وخت کې د مقايسې له لحاظه سيستم د ډډې خوا ته خوځېدنې په مقابل کې حساسه دی. په هستو يا مرکزي مهمو ټکو کې د خاصو امنيتي اقداماتو له لارې، که لا هم ښه وي د لويو تختو او هستو يا مرکزي مهمو ټکو له لارې د دا ډول چتونو اخر، کولای شي چې هغې ته پاملرنه ونيول شي. پايې کېدی شي چې د اهن کانکرېټ يا د فولادو څخه اوسي.
بل دا چې ټول چتونه پورته کول کيږي او بيا د پورته کولو نه وروسته تر اول پوړ جګوالي پورې لاندېنی چت هلته ايښودل کيږي او همدا رنګه تر اخري چت پورې دوام ورکول کيږي. مونږه په دغه موقع کې يو خاص ډول چت وپېژندلو، چې دا هوار چت دی.دا د اهن کانکرېټ څخه بې د لاندې نيونکي نه چت دی، مطلب دا چې يو تخته ده، کوم چې دا فقط په پايو باندې ايښودل شوې ده. تر اوسه پورې مونږه تل فقط د چت تخته پېژندله چې هغه په اوږدو د ديوالونو او لاندې تيرونو په واسطه نيول شوي دي. خو بيا هم دلته د چت تختې دي چې د ټکي (نقطې) په شکل پراته دي. طبعي ده چې دا ډول چتونه ډېل دي نظر هغه تختو ته چې د لاندې تيرونو په سر پراته تختې دي. خو هغه د لاندې تير سره يو ځای تختې په مقايسه ټيټ دي، چې دا د هغې خاصه ګټه يا فايده ده. که دا ډول چت ځوړند شي، نو بيا په دې حالت کې د تختې او د ځوړند ځای تر منځ يوه تشه فضأ منځ ته راځي، چې دا د نل تېرونې (نلدواني) او کېبلونو تېرونې د پاره مناسب ځای دي.
په مجموع کې يو هوار چت دروند دی، هلته ډېر کانکرېټ استعماليږي او د سيخانو برخه هم لويه ده. ددې سره سره هم د قاعدې له مخې هوار چتونه ارزانه دي، دلته قالبونه زښت ډېر ساده دي نظر نورو معمول د لاندې تيرونو په سر پراته چتونو ته. دغه د ليفټ – تختې – طريقه (Lift-Slab-Verfahren) د هوار چتونو سره ډېر نږدې تړاو لري. ځکه چې فقط دې ته اجازه ده چې دا يو پر بل باندې بې د کوم مشکله کانکرېټ شي.
خو هوار چتونه د هغې له خوا د ساختماني طريقې سره په هيڅ وجه تړاو نه لري. دا کولای شي د معمول له مخې د هغې ابدي يا دايمي حالت ته راوستل شي او بيا کانکرېټيږي. خو بيا هم دلته اعتبار دادې، چې د غاړو يا د څنډو په پايو کې لا کافي د تختو مساحت د پايو او د تختو ديوال تر منځ وجود ولري. که دا نه کېدونکی وي، نو بيا بايد تخته د غاړې يا څنډې ته د يو لاندې ورکړل شوي تير په سر کېښودل شي. دا کوم خاص مزاحمت نه دی، چې دلته په ځوړند شوو چتونو کې يو په ښکاره ډول د يو ډډه يې اخر غوښتنه اوسي. بله دا چې د غاړې بار نيونکی، کوم چې تخته ورباندې راځي، د چت لاندې هيڅ کوم ورکړل شوي تير ته ضرورت نه لري. د هغې په ځای د چت په سر واقع سرنی تير دا هدف تر لاسه کوي، لکه د نورو ډېرو داسې حلاتو د پاره هم.

په لاندې انځور کې د يو هوار چت د پورته، ښکته يا وتلي برخې سره په نورمال باربدنې کې ښايي. په منځ کې بارنيونکی په يو لاندې ورکړل شوي تير په سر دی او ښي خوا ته پر يو راوتلي ښودل شوی دی.

يو ټکي (نقطه)، کوم چې لږ څه اهميت لري، لږ څه يادونې ته ضرورت لري، مخکې ددې نه چې دغه برخه اخر ته رسيږي. زما مطلب د يو فولادي ساختمان د يو کلک، د اهن کانکرېټ څخه جوړ شوي هستې يا لويې تختې سره نښلول دي. په اول نظر د سړي مطلب دا وي، چې دلته هيڅ کوم خاص پرابلم نه ليدل کيږي. خو دا هم نه دی. يو پرابلم په هغه وخت کې منځ ته راځي، کله چې وروسته سړی د هغې په برخه کې فکر وکړي.

په لاندې انځور کې د يو هوار چت د اينښودلو يا بارولو امکانات ښايي:



هسته يي يا مرکزي دېوالونه هم اکثراً په محورونو کې وي، چې ددې د پاره هم لاندې تيرونه پراته دي او يا پايې ولاړې دي، تنظيميږي. خو ددې مطلب دا دی، چې يو نيم فولادي باروړونکي په اخر کې د يو فولادي پايې سره نښلول کيږي، کله چې د هغې بل اخر د هستې اهن کانکرېټ او يا ډبلې تختې سره بايد تړاو (ارتباط) ورکړل شي. يا خو دې د پاره په کانکرېټ کې کړکې پرېښودل کيږي، کوم چې په دې کې باروړونکې تېريږي، يا خو دلته بايد خاص باربدونکي تاخچې جوړيږي، کوم چې په هغې باندې باروړونکي اينښودل کيږي. خو هلته، چېرته چې اصلي لانديني تير د ډېر قوي فشار سره په هستې باندې راځي، دواړه د حل لارې زښت ډېر مشکليږي. د دېوال په هستې کې سوري د سيخانو څخه کار اخستنه زښت ډېر محدودوي، په کوم چې سيخبندي بې د دې نه هم زښت ډېر تنګ پراته دي. دا په خاصه توګه د

هستې کنج پورې اړه لري. هلته بيا د باربدونکي ځای کړکۍ ګانې اکثراً امکان نه لري چې ورکړل شي.

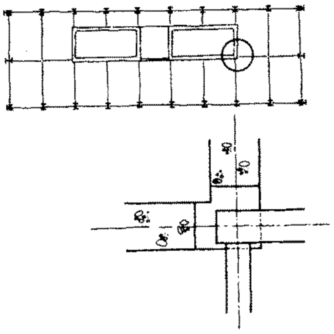
علاوه ددې نه که هسته د يو دېوال سره تر د ودانۍ مخ (نما) پورې ولاړ شي يا حتا د ودانۍ مخ (نما) مخې کې زور ورکړي، بيا نو د هسته يي دېوالونو حالت محورونو ته هم د ودانۍ مخ (نما) مخې ته د پاملرنې وړ دی.

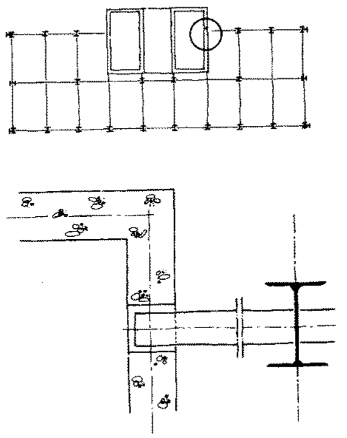
ډبل هسته يي دېوالونه د کړکۍ ګانو په تقسيمات کې په غير منظم ډول مخ ته وړل کيږي.

مکمل پرته له دې، که د يو مقدماتي ودانۍ مخ (نما) ننبلونه د فولاد سره اوسي او يو وار اهن کانکرېټ باندې غير واضيح اوسي. د دواړو ساختماني برخو يوه جدايي، مطلب دا چې د فولادو نورماله ساختمان د اهن کانکرېټ څخه هسته، ډېر ساده کوي. خو په دې نور فشار راځي، چې هسته يي دېوالونه د محورونو څخه بيرون وويستل شي، چې دې سره فولادي پايو د پاره ځای پيدا شي. د فولادي ساختمان عمودي وزنونه د فولادي پايو باندې لرې کيږي.

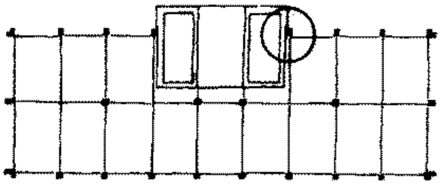
فقط افقي قوې د چت تختو له لارې هستې ته تېرول کيږي.

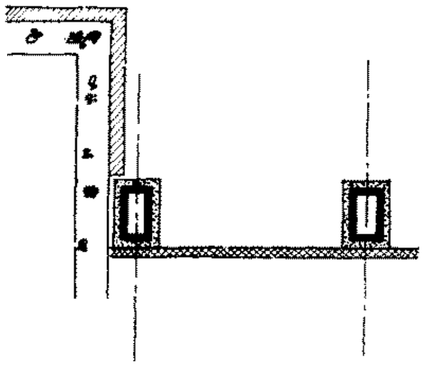
په لاندې انځورونو کې د ديتايلونو د اهن کانکرېټ څخه فولادو ته د بدلون مرحله ښودل شوي.





د هستې او داخلي پايو د کتار تر منځ تړاو (ارتباط) د يو چت له لارې په اسانۍ سره جوړول کيږي. اسانه نظر دې ته چې ډېر قوي تر فشار لاندې يو تير وچليږي، يا که سړی دې نه هم ښه ووايي، په هسته يي دېوالونو کې امبار شي.
دا بايد هم وويل شي، چې کوم ډول مشکلات د هسته يي دېوالونو د محور څخه ويستلو په وجه خپله هستې د پاره زياتيږي.
په لاندې انځور کې ښودل کيږي، چې د يو اهن کانکريټ څخه هسته څنګه د خانو څخه ويستل کيږي، دغه ساختمان په برخې يا ديتاېل کې اسانه کيږي.





دا چې د هسته يي دېوالونو پوړې وهنه فقط دننه خوا ته يوه استفاده منځ ته راوړي، بيا نو دا هسته لا وړه کيږي، چې زښت ډېر نور توان نه لري. ددې په برخه کې بايد د مخکې څخه پرېکړه وشي، که چېرته باربدونکي برخې هم بايد په منظم ډول جوړېدونکي اوسي. خو دا د ټولو ښه سنجولو د پاره اعتبار لري، کوم چې دا مونږ دلته ورکړي دي: د ترتيبونې او جوړونې (ساختمان) تر منځ د يوې موازنې کوښښ بايد وشي. يا لا واضح کولو د پاره: يو مناسب ساختمان د نقشې د ترتيبونې په مطابق ولټول شي.

د ژباړونکي لنډه بیوګرافي:

اسدالله ملکزی د قطب الدین ملکزي ځوی او د ملک غوث الدین لمسی. په 20.03.1960 کال کې د ننګرهار ولایت، کوز کونړ ولسوالۍ د قلعتک په کلي کې زېږېدلی.
خپلې لومړني زده کړې د 1965 څخه تر 1977 کال پورې دافغان سید جمال الدین په لیسه کې سرته رسولي دي.
لوړې زده کړې د 1977 څخه تر 1978 پورې د کابل په پولیتخنیک کې او بیا د یوسمستر څخه وروسته د 1978 څخه تر 1983 پورې د پخواني شوروي اتحاد د تاجکستان جمهوریت د دوشنبې په پولیتخنیک کې سرته رسولي دي.
د ديپلوم تر لاسه کولو څخه وروسته په داخل او خارج کې په مختلفو ساحو کې دنده پر مخ وړېده، چې دا په لاندې ډول دي:
د 1983 څخه تر 1984 پورې د فواعد عامې وزارت د پلان او ارزیابي په ریاست کې د انجینېر په حېث. د 1984 څخه تر 1988 پورې د لارو او ډګرونو په ریاست کې. ددې نه وروسته تر 1993 پورې د ګډوالۍ (حجرت) کلونه (وزګار). د 1993 کال څخه وروسته تر 2005 پورې په المان کې په مختلفو ساحو کې یې دنده تر سره کړې ده. د 2005 تر 2006 پورې د المان Help خیریه موسسې سره د انجینېر په حېث د افغانستان په فراه ولایت کې او بیا ددې نه وروسته تر 2008 اخر پورې په افغانستان کې د افغان بېسیم مخابراتي دستګاه سره د انجینېر په حېث دنده تر سره کړېده. فعلاً د المان د بېبرا Bebra په ښار والۍ کې د ښاري انجمن افتخاري غړي په حېث کار کوي.

Abstract

The book is an aid for architects to become closer with static-constructive topic. In this of course everything is not included by far what meets in the course of a several years' study the architecture students in this area. Only this is included what is also to be returned in printed form. The constant one trouble to bring the formative idea with the technical material compulsions in good correspondence, can be hardly printed, but be practiced just over and over again and be tried. Then this happens in the study duties. However, it would be attractive, the development of a draught of the setting of tasks about the first ideas to explain about the different attempts of a solution up to the well-balanced ready draught at a well-chosen example. However, is not here for it the space.
The whole material is distributed to two volumes. The first tape begins with the physical bases and concludes with the bend bearer.
The subjects: Frameworks as well as retaining walls, walls, props and at the end the practical application from this whole material on the buildings are treated in the second tape.

د افغانستان د پوهنتونونو د انجنيري، زراعت، طبيعي علوم، اقتصاد، ښوونې او روزنې او ژورنالیزم چاپ شوو درسي کتابونو لست (ننگرهار، کابل، کابل پولی تخنیک، هرات، بلخ او خوست) ۲۰۱۵-۲۰۲۰

شمیره	د کتاب نوم	لیکوال	پوهنتون	شمیره	د کتاب نوم	لیکوال	پوهنتون
۱	عالي کلکولس رياضي I 534 A رياضي	حمیدالله یار	ننگرهار	۲	د عالی ریاضیاتو عمومی کورس	محب الرحمن جنتی	ننگرهار
۳	د نفوسو جغرافیه	پروفیسور لطف الله صافی	ننگرهار	۴	عالي کلکولسII	نظر محمد	ننگرهار
۵	فزیکی کیمیا III کیمیاوی کنتیک او کتلسس، کروماتوګرافی او اسپکتروسکوپی	پوهاند دوکتور خیر محمد ماموند	ننگرهار	۶	IIفزیکی کیمیا الکترولیتی محلولونه او الکترو کیمیا	پوهاند دوکتور خیر محمد ماموند	ننگرهار
۷	د د ودانیو د تودولو تخنیک لومړی برخه، دسون تخنیک	داکتر غلام فاروق میر احمدی	ننگرهار	۸	د ژویو فزیولوژي	پروفیسور غنچه گل حبیب صافی	ننگرهار
۹	معیار های جدید اعمار ساختمان	انجنیر محمد عمر تیموری	ننگرهار	۱۰	د متیورولوژی مبادی	پروفیسور عبدالغیاث صافی	ننگرهار
۱۱	الجبر او د عددونو تیوری لومړی برخه	سطان احمد نیازمن	ننگرهار	۱۲	چگونگی مصرف انرژی در ساختمان های رهایشی	انجنیر محمد عمر تیموری	ننگرهار
۱۳	د اوسپیز کانکریټي عناصرو د لومړي صنفي کار متودیکي لاربنود	پوهندوی دیپلوم انجنیر عبادالرحمن مومند	ننگرهار	۱۴	د ژوند چاپیریال	پوهاند عارف الله مندوزی	ننگرهار
۱۵	عضوی کیمیا، کړیوال ترکیبونه	پوهاند دوکتور محمد غوث حکیمی	ننگرهار	۱۶	جامداتو میخانیک	پوهنوال محمد اسحق رازقی	ننگرهار
۱۷	د ودانیو د جوړولو مهندسي اساسات دویم ټوک	دیپلوم انجینېر اسدالله ملکزی	ننگرهار	۱۸	د ودانیو د جوړولو مهندسي اساسات لومړی ټوک	دیپلوم انجینېر اسدالله ملکزی	ننگرهار
۱۹	کیمیایي عنصرونه دویم ټوک	محمد طاهر کاټی	ننگرهار	۲۰	کیمیایي عنصرونه لومړی ټوک	محمد طاهر کاټی	ننگرهار
۲۱	عمومی ریاضیات	کل محمد جنت زی	خوست	۲۲	د اقتصاد او تجارت اصطلاحات (انگلیسي- پښتو تشریحي قاموس)	پوهنیار عبدالله عادل او امان الله ورین	ننگرهار
۲۳	خطي الجبر	داکتر عبدالله مهمند	ننگرهار	۲۴	روانشناسی و ضرورت آن در جامعۀ افغانستان	داکتر اعظم دادفر	کابل پوهنتون
۲۵	مبادی اقتصاد زراعتی	پوهاند ولی محمد فائز	بلخ	۲۶	اساسات هندسه ترسیمی مسطح	پوهنوال سید یوسف مانووال	بلخ
۲۷	تأسیسات و تجهیزات تخنیکی ساختمان	انجنیر محمد عمر تیموری	کابل پولی تخنیک	۲۸	د رادیویي څپرونو تولید	پوهنوال دوکتور ماستر واحدي	خوست
۲۹	د خاورې تخریب او د چاپیریال ککړتیا	پوهنیار محمد حنیف هاشمي	خوست	۳۰	تیوری و سیاست بودجه عامه	پوهنوال داکتر سید محمد تینگار	کابل
۳۱	حیوانات مفصلیه	پروفیسور داکتر دیپلوم علی آقا نحیف	هرات	۳۲	عضوي کیمیا، د اروماتیک او هیتروسیکلیک برخه	پوهنوال ډاکتر گل حسن ولیزی	کابل
۳۳	د پروژې تحلیل او مدیریت	پوهاند محمد بشیر دودیال	ننگرهار	۳۴	د انجنیری میخانیک	پوهنوال محمد اسحق رازقی	ننگرهار
۳۵	کلکولس او تحلیلي هندسه، لومړی برخه	پوهندوی سید شیر آقا سیدي	ننگرهار	۳۶	کلکولس او تحلیلي هندسه، دوهمه برخه	پوهندوی سید شیر آقا سیدي	ننگرهار

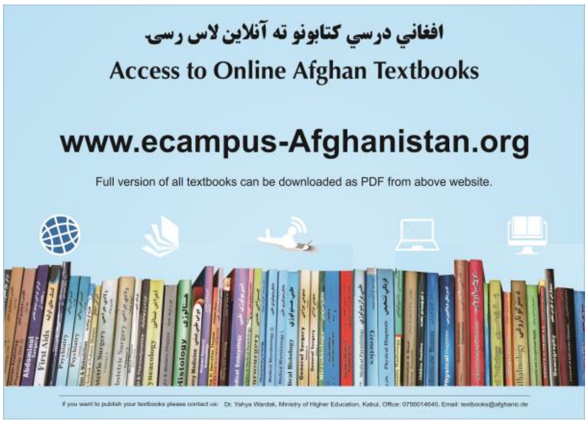
۳۷	د کرنيزو محصولاتو بازار موندنه	پوهاند محمد طيب	ننگرهار	۳۸	کارتو گرافی با اساسات توپوگرافی	پوهنوال دوکتور محمد طاهر عنايت	ننگرهار
۳۹	انرژي سمپا کوونکي وداني	اسد الله ملکزی	ننگرهار	۴۰	د موادو مقاومت	پوهنمل بهرام اميری	خوست
۴۱	فزيکی کيميا گازونه او کيمياوی ترموديناميک	پوهاند خير محمد ماموند	ننگرهار	۴۲	اطلاعاتو ته د لاسرسي لارې چارې	دانش کروخيل	ننگرهار
۴۳	حياتی جغرافيه	پوهاند لطف الله صافی	ننگرهار	۴۴	د فاضله اوبو انجنيري	زلمی خالقی	ننگرهار
۴۵	د رياضي په هلکه خبرې اترې	سلطان احمد نيازمن	ننگرهار	۵۶	اقتصادي جيولوجي (کانپوهنه-فلزي کانونه)	پوهاند دوکتور شريف الله سهاک	ننگرهار
۴۷	گروه های اجتماعی بسته (مطالعه جامعه شناختی سکتها)	داکتر احمد سير مهجور	کابل پوهنتون	۴۸	گرم شدن کره زمين	محمد نعيم نسين	بلخ
۴۹	الجبر او د عددونو تيوري دوهمه برخه	سلطان احمد نيازمن	ننگرهار	۵۰	اعمار ساختمانها (اساسات، مواد و سيستم ها)	پوهندوی ديپلوم انجنير امان الله فقيری	کابل پوليتخنيک
۵۱	په سيول انجنيري کې د اټوکډ استعمال	پوهنوال ميا پاچا مياخيل	ننگرهار	۵۲	وترنری عمومي پتالوژي	پوهندوی محمد طاهر کاکړ	ننگرهار
۵۳	انجنيري جيودوزی (سرو)	پوهندی گل حکيم شاه سيدی	ننگرهار	۵۴	جيومورفولوژي	پوهنوال عزت الله	ننگرهار
۵۵	د تلويزيوني خپرونو توليد	پوهنوال داکتر ماستر واحدی	خوست	۵۶	اوسپنيز کانکرېټي عناصر، لومړی برخه	پوهنوال ديپلوم انجنير عبادالرحمن مومند	ننگرهار
۵۷	زولوجی فقاريه	ذاکره بابکرخيل	ننگرهار	۵۸	زولوجی غيرفقاريه	ذاکره بابکرخيل	ننگرهار
۵۹	د تهداب انجنيري	پوهاند انجنير زلمی خالقی	ننگرهار	۶۰	الجبر معاصر	داکتر عبدالله مهمند	بلخ
۶۱	رهنمود موثريت حفظ انرژی در تعميرات	داکتر انجنير محمد عمر تيموری	کابل	۶۲	معاصر الجبر	داکتر عبدالله مهمند	خوست
۶۳	د افغانستان د پوهنتونونو د درسی کتابونو چاپول	داکتر يحيی وردک	ټولو ته	۶۴	آلماني د افغانانو لپاره	داکتر يحيی وردک	ټولو ته
۶۵	آلمانی برای افغانها	داکتر يحيی وردک	ټولو ته	۶۶	د پروژې مديريت په عمل کې	محمد داود علم او يو اف . گهل	ننگرهار
۶۷	صنعتي اقتصاد	پوهاند محمد بشير دوديال	ننگرهار	۶۸	نباتي فزيولوژي لومړی جلد	پوهنمل محمد طاهر مياخيل	خوست
۶۹	نباتي فزيولوژي دوهم جلد	پوهنمل محمد طاهر مياخيل	خوست	۷۰	د ساختمانونو تحليل (لومړی برخه)	پوهاند محمد اسحق رازقی	ننگرهار
۷۱	د ساختمانونو تحليل (دويمه برخه)	پوهاند محمد اسحق رازقی	ننگرهار	۷۲	د مهندسانو د پاره ساختماني ستاتيک زده کړه	ديپلوم انجنير اسدالله ملکزی	ننگرهار

ټول کتابونه له دې ويبپاڼې څخه ډونلوډولای شي : www.ecampus-afghanistan.org

مرسته کوونکی: د افغان ماشومانو لپاره د جرمني کميټې، د آلماني او افغاني پوهنتونونو ټولنې، د آلمان د فدرالی جمهوريت جنرال کنسولگري، کانراد ادناور بنسټ، ميخايل کلبت، سلواک ايد، په جرمنی کې د اناسيس کمپنی او افغانيک

تطبيق کوونکی: ډاکټر يحيی وردگ د لوړو زده کړو وزارت، څلورمه کارته، کابل افغانستان، فبروری ۲۰۲۰

دفتر: 075601640، ايميل: textbooks@afghanic.de



Publishing Textbooks

Honorable lecturers and dear students!
The lack of quality textbooks in the universities of Afghanistan is a serious issue, which is repeatedly challenging students and teachers alike. To tackle this issue, we have initiated the process of providing textbooks to the students of medicine. For this reason, we have published 311 different textbooks of Medicine, Engineering, Science, Economics, Journalism and Agriculture (96 medical textbooks funded by German Academic Exchange Service, 190 medical and non-medical textbooks funded by Kinderhilfe-Afghanistan, 7 textbooks funded by German-Afghan University Society, 2 textbooks funded by Consulate General of the Federal Republic of Germany, Mazar-e Sharif, 3 textbooks funded by Afghanistan-Schulen, 2 textbooks funded by SlovakAid, 1 textbook funded by SAFI Foundation, 8 textbooks funded by Konrad Adenauer Stiftung and 1 textbook funded by inasys) from Nangarhar, Khost, Kandahar, Herat, Balkh, Al-Beroni, Kabul, Kabul Polytechnic and Kabul Medical universities. The book you are holding in your hands is a sample of a printed textbook. It should be mentioned that all these books have been distributed among all Afghan universities and many other institutions and organizations for free. All the published textbooks can be downloaded from www.ecampus-afghanistan.org.

The Afghan National Higher Education Strategy (2010-2014) states:
"Funds will be made available to encourage the writing and publication of textbooks in Dari and Pashto. Especially in priority areas, to improve the quality of teaching and learning and give students access to state–of–the–art information. In the meantime, translation of English language textbooks and journals into Dari and Pashto is a major challenge for curriculum reform. Without this facility it would not be possible for university students and faculty to access modern developments as knowledge in all disciplines accumulates at a rapid and exponential pace, in particular this is a huge obstacle for establishing a research culture. The Ministry of Higher Education together with the universities will examine strategies to overcome this deficit ".

We would like to continue this project and to end the method of manual notes and papers. Based on the request of higher education institutions, there is the need to publish about 100 different textbooks each year.

I would like to ask all the lecturers to write new textbooks, translate or revise their lecture notes or written books and share them with us to be published. We will ensure quality composition, printing and distribution to Afghan universities free of charge. I would like the students to encourage and assist their lecturers in this regard. We welcome any recommendations and suggestions for improvement.

It is worth mentioning that the authors and publishers tried to prepare the books according to the international standards, but if there is any problem in the book, we kindly request the readers to send their comments to us or the authors in order to be corrected for future revised editions.

We are very thankful to Kinderhilfe-Afghanistan (German Aid for Afghan Children) and its director Dr. Eroes, who has provided fund for this book. We would also like to mention that he has provided funds for 190 medical and non-medical textbooks so far.

I am especially grateful to GIZ (German Society for International Cooperation) and CIM (Centre for International Migration & Development) for providing working opportunities for me from 2010 to 2016 in Afghanistan.

In our ministry, I would like to cordially thank Acting Minister of Higher Education Prof Abdul Tawab Balakarzai, Administrative & Financial Deputy Minister Prof Dr. Ahmad Seyer Mahjoor (PhD), Financial Director Ahmad Tariq Sediqi, Advisor at Ministry of Higher Education Dr. Gul Rahim Safi, Chancellor of Universities, Deans of faculties, and lecturers for their continuous cooperation and support for this project .

I am also thankful to all those lecturers who encouraged us and gave us all these books to be published and distributed all over Afghanistan. Finally I would like to express my appreciation for the efforts of my colleagues Hekmatullah Aziz and Fahim Habibi in the office for publishing and distributing the textbooks.

Dr Yahya Wardak
Advisor at the Ministry of Higher Education
Kabul, Afghanistan, February, 2020
Mobile: 0706320844
Email: textbooks@afghanic.de

Message from the Ministry of Higher Education

In history, books have played a very important role in gaining, keeping and spreading knowledge and science, and they are the fundamental units of educational curriculum which can also play an effective role in improving the quality of higher education. Therefore, keeping in mind the needs of the society and today's requirements and based on educational standards, new learning materials and textbooks should be provided and published for the students.

I appreciate the efforts of the lecturers and authors, and I am very thankful to those who have worked for many years and have written or translated textbooks in their fields. They have offered their national duty, and they have motivated the motor of improvement.

I also warmly welcome more lecturers to prepare and publish textbooks in their respective fields so that, after publication, they should be distributed among the students to take full advantage of them. This will be a good step in the improvement of the quality of higher education and educational process.

The Ministry of Higher Education has the responsibility to make available new and standard learning materials in different fields in order to better educate our students.

Finally I am very grateful to Kinderhilfe-Afghanistan (German Aid for Afghan Children) and our colleague Dr. Yahya Wardak that have provided opportunities for publishing this book.

I am hopeful that this project should be continued and increased in order to have at least one standard textbook for each subject, in the near future.

Sincerely,
Prof Abdul Tawab Balakarzai
Acting Minister of Higher Education
Kabul, 2020

Book Name Structural Statics for Architects
Author Dipl Eng Assadullah Malakzay
Publisher Nangarhar University, Engineering Faculty
Website www.nu.edu.af
Published 2020, First Edition
Copies 1000
Serial No 299
Download www.ecampus-afghanistan.org

This publication was financed by **Kinderhilfe-Afghanistan** (German Aid for Afghan Children) a private initiative of the Eroes family in Germany.

Administrative and technical support by Afghanic.

The contents and textual structure of this book have been developed by concerning author and relevant faculty and being responsible for it.

Funding and supporting agencies are not holding any responsibilities.

If you want to publish your textbooks, please contact us:
Dr. Yahya Wardak, Ministry of Higher Education, Karte – 4, Kabul
Office 0756014640, 0706320844
Email textbooks@afghanic.de

All rights reserved with the author.

Printed in Afghanistan 2020, Afghanistan Times Printing Press

ISBN 978-9936-633-36-0