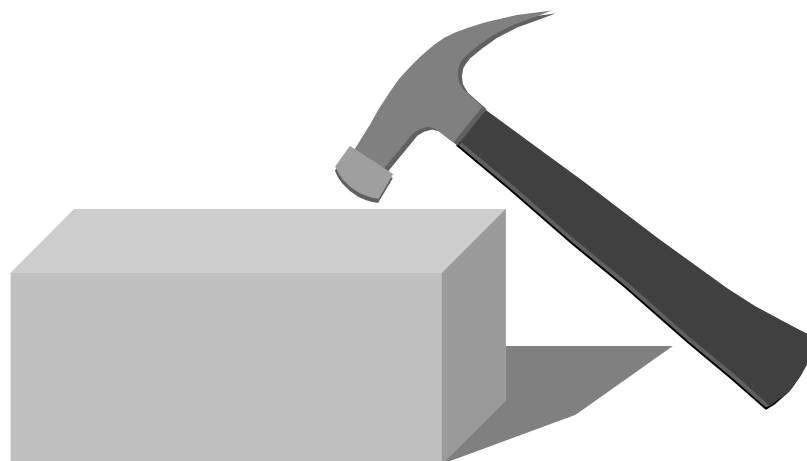


Columbiakivi

3. Vihik

Arvutuseeskirjad ja -näited

1. osa Arvutuseeskirjad



1998

Saateks

Käesolevas juhendis antakse juhised AS Columbia-Kivi toodangu ehitusel kasutamise kohta. Põhilised lahendid on seotud väikemajade (1...2 korrust) ehitamisega, valikuliselt on pakutavaid lahendeid võimalik kasutada ka kõrgemate hoonete puhul.

Juhend koosneb kolmest vihikust-

1. Vihik käsitleb materjale ja nende omadusi ning üldisi nõudeid müürile ja müüritöödele;
2. Vihik esitab võimalikke konstruktiivseid lahendusi columbiakivide kasutamisel.
3. Vihik annab lühidalt arvutuseeskirjad ja toob näidisarvutusi (Osa 1 – Arvutuseeskirjad, Osa 2 – Näited).

Arvutuseeskirjade koostamise aluseks on võetud normide eelnõu EPN 6 “Kivikonstruktsioonide projekteerimine”.

Vihikus kasutatakse väljendeid konstruktiivne ja arvutuslik (projekteeritav). Esimesel juhul on konstruktsiooni mõõtmed ja lahendus saadud pikaajalisest praktilisest kogemusest, teisel juhul – tuleb teha konstruktsiooni vajalik tugevusarvutus.

Juhendis on kõik kohustuslikud punktid esitatud püstkirjas ja soovituslikud kaldkirjas.

Eurocode 6 pakutud väärtuste täpsustamisel on kasutatud Soome Rahvuslikku Rakendus Dokumenti (Finish NAD) ja Soome standardeid (SFS).

Kivikonstruktsioonide normides esineb küllalt palju mitmesuguseid tegureid ja konstruktiivseid soovitusi, millede väärtused oleks vaja praktikas täpsustada. Autor on tänulik kõikide märkuste ja soovitude eest selles suhtes.

Koostas V. Voltri

Osa 1 Arvutuseeskirjad.....3**Sisukord****SKEEMID 4****1 SISSEJUHATUS 6****1.1 Kasutusvaldkond 6****1.2 Kasutusala 6****1.3 Eeskirjad ja rakendusjuhised 6****1.4 Eeldused 6****1.5 Määratlused ja terminid 7****1.5.1 Üldised mõisted 7****1.5.2 Erimõisted 7**

1.5.2.1 Müüritis 7

1.5.2.2 Müüritise tugevus 7

1.5.2.3 Müürikiivid 8

1.5.2.4 Mört 8

1.5.2.5 Täitebetoon 8

1.5.2.6 Armatuur 8

1.5.2.7 Müüritise abimaterjalid 9

1.5.2.8 Mõrdivuugid 9

1.5.2.9 Seinä tüübid 9

1.5.2.10 Mitmesugust 9

1.6 SI mõõtühikud 10**1.7 Juhendis kasutatavad tähised 10****2 ARVUTUSALUSED 13****2.1 Põhinõuded 13****2.2 Määratlused ja liigitused 13****2.2.1 Piirseisundid ja arvutusolukorrad 13**

2.2.1.1 Piirseisundid 13

2.2.1.2 Arvutusolukorrad 13

2.2.2 Koormused 13

2.2.2.1 Määratlused ja põhimõtteline liigitus 13

2.2.2.2 Normkoormused 14

2.2.2.3 Muutuva koormuse esindussuurused 14

2.2.2.4 Arvutuskooormused 14

2.2.2.5 Koormustulemite arvutussuurused ... 15

2.2.3 Materjali omadused 15

2.2.3.1 Normsuurus 15

2.2.3.2 Arvutussuurus 15

2.2.4 Geomeetrilised mõõtmed 15**2.2.5 Koormuse asetus ja koormusjuhtumid 15****2.3 Konstruktsiooni projekteerimise põhinõuded****..... 15****2.3.1 Üldsätted 15****2.3.2 Kandepiirseisund 15**

2.3.2.1 Kontrollitingimused 15

2.3.2.2 Koormuskombinatsioonid 16

2.3.2.3 Alaliste koormuste arvutusväärtused 16

2.3.3 Kandepiirseisundi osavarutegurid 17

2.3.3.1 Hoonekonstruktsioonide koormuste

osavarutegurid 17

2.3.3.2 Materjali omaduste osavarutegurid... 17

2.3.4 Kasutuspiirseisund 18**2.4 Kestvus 18****3 MÜÜRITISE PROJEKTEERIMINE
(ARVUTAMINE) 19****3.1 Konstruktsiooni töötamisviis ja üldstabiilsus
..... 19****3.1.1 Konstruktsiooni arvutusskeemid ja
koormustulemid 19**

3.1.1.1 Üldsätted 19

3.1.1.2 Elastse skeemiga hoone 19

3.1.1.3 Jäiga skeemiga hoone 20

**3.1.2 Konstruktsiooni töötamine avariide
puhul (välja arvatud maavärin ja tulekahju)
..... 24****3.1.3 Kandeelementide projekteerimine 24****3.2 Koormused, nende kombinatsioonid ja
osavarutegurid 24****3.2.1 Alaline normkoormus 24****3.2.2 Muutuv normkoormus 24****3.2.3 Normatiivne tuulekoormus 25****3.2.4 Normatiivne pinnase külgsurve 25****3.2.5 Arvutuslikud kombinatsioonid 25****3.3 Müüritise arvutustugevus 25**

3.4 Armeerimata kivikonstruktsioonide arvutus	3.5.3 Vertikaalselt koormatud elementide saledus
..... 25 38
3.4.1 Vertikaalselt koormatud konstruktsioonid	3.5.4 Äärikutega elemendid
..... 25 38
3.4.1.1 Üldsätted..... 25	3.5.5 Müüritise armeerimine ladumise ajal
3.4.1.2 Avadeta sein ja postide tugevusarvutused..... 25 38
3.4.1.3 Nõtke- ja ekstsentrilisustegur, survetsooni pindala..... 26	3.5.5.1 Võrkudega armeerimine..... 38
3.4.1.4 Sein arvutuslik kõrgus..... 28	3.5.5.2 Varrasarmatuuri kasutamine armeerimisel..... 39
3.4.1.4.1 Üldsätted..... 28	3.5.5.2.1 Momendi ja/või pikijõuga armeeritud müüritise kontrollimine..... 39
3.4.1.4.2 Sein jäik kinnitus..... 28	3.5.5.2.2 Põikjõukindluse kontrollimine... 40
3.4.1.4.3 Sein arvutuskõrguse määramine..... 29	3.5.5.2.3 Vertikaalkoormusega kõrge müüritistala..... 41
3.4.1.4.4 Avade, vagude ja tühemike mõju seintele..... 29	3.5.6 Valmis müüritise armeerimine (tugevdamine)
3.4.1.5 Sein arvutuspaksus..... 29 43
3.4.1.6 Sein saledus..... 30	3.5.6.1 Üldsätted..... 43
3.4.1.7 Koormuse ekstsentrilisus..... 30	3.5.6.2 Valmis müüritise armeerimine..... 44
3.4.1.7.1 Üldsätted..... 30	3.5.6.3 Olemasoleva müüri tugevdamine..... 44
3.4.1.7.2 Juhuslik ekstsentrilisus..... 30	3.5.7 Armeeritud müüritis kasutuspiir seisundis
3.4.1.8 Avadega sein tugevusarvutused..... 30 47
3.4.1.8.1 Üldsätted..... 30	3.5.7.1 Üldsäte..... 47
3.4.1.8.2 Monteeritavad sillused..... 30	3.5.7.2 Läbipaine..... 47
3.4.1.8.3 Kivisillused..... 30	3.5.7.3 Pragude tekkimine..... 47
3.4.2 Koormused toesõlmedes	Skeemid
..... 33	Skeem 3.1 <i>Elastse skeemiga hoone</i> 19
3.4.3 Nihkele (põikjõule) töötav armeerimata sein	Skeem 3.2 <i>Hoone arvutuslik skeem</i> 20
..... 33	Skeem 3.3 <i>Jäiga skeemiga hoone</i> 20
3.4.3.1 Üldsätted..... 33	Skeem 3.4 <i>Seina tööskeem</i> 20
3.4.3.2 Nihkele töötava sein kontrollimine..... 35	Skeem 3.5 <i>Seina töötamine horisontaalkoormusele</i> 21
3.4.4 Külgkoormusega armeerimata sein 21
..... 35	Skeem 3.6 <i>Sisejõud lagede koormusest välis- seinas</i> 21
3.4.4.1 Üldsätted..... 35	Skeem 3.7 <i>Vahelae töötamine horisontaalkoormusele (samal ajal töötab lagi ka vertikaalkoormusele)</i> 22
3.4.4.2 Sidemed seinas..... 36	Skeem 3.8 <i>Pinged laes horisontaalkoormusest</i> 22
3.4.4.3 Pinnase külgsurve..... 36 22
3.4.5 Postide arvutus	Skeem 3.9 <i>Lae armeerimine horisontaalkoormusele</i> 22
..... 36 22
3.4.5.1 Üldsätted..... 36	
3.5 Armeeritud kivikonstruktsioonide arvutus	
..... 36	
3.5.1 Üldsätted	
..... 36	
3.5.2 Paindeelemendi arvutuslik ava	
..... 37	
<i>Ava pikkuse ja arvutuskõrguse suhe</i> 37	

Skeem 3.10	<i>Põikseinte töötamine tuulekoormusele (hoone skeem)</i>	23
Skeem 3.11	<i>Momendiepüür seinas</i>	26
Skeem 3.12	<i>Teguri Λ_m sõltuvus saledusest erinevate ekstsentrilisuste puhul</i>	27
Skeem 3.13	<i>Avadega jäigastava sein minimaal nõuded</i>	28
Skeem 3.14	<i>Ridasilluse kasutamisaala</i>	31
Skeem 3.15	<i>Võlvi kasutusala (eeldatakse, et võlvina töötab võlvi teljega risti laotud võlvikividest osa)</i>	31
Skeem 3.16	<i>Võlvi koormus koondatud koormusest</i>	31
Skeem 3.17	<i>Koormus võlvile jaotatud koormusest</i>	31
Skeem 3.18	<i>Kivisilluse töötamise skeem ridasillusena kui ka kaarena (kaare-võlvi puhul on kaare kuju määratud geomeetriliselt, vt skeem 3.15)</i>	32
Skeem 3.19	<i>Võlvi (kaare) arvutusskeem</i>	32
Skeem 3.20	<i>Pingejaotus seinas</i>	34
Skeem 3.21	<i>Ääriku laius, mida võib arvestada nihkele töötava sein juures (hoone plaan)</i> ..	35
Skeem 3.22	<i>Armatuuri pingedeformatsiooni diagramm</i>	37
Skeem 3.23	<i>Arvutuslik ava</i>	37
Skeem 3.24	<i>Võrgu töötamine müüritises</i>	38
Skeem 3.25	<i>Lihtsustatud täisnurkne pingepüür ristlõikes</i>	39
Skeem 3.26	<i>Jaotatud koormuse jaotus kõrgel (liit-)talal</i>	42
Skeem 3.27	<i>Koondatud koormus kõrgel talal</i> ..	42
Skeem 3.28	<i>Kõrge tala arvutusskeem</i>	43
Skeem 3.29	<i>Keldriseina armeerimine</i>	44
Skeem 3.30	<i>Armatuuri paigutus seinas (Lõige I-1)</i>	44
Skeem 3.31	<i>Armatuur horisontaalses vaos</i>	44
Skeem 3.32	<i>Tugevdamise printsiip</i>	44
Skeem 3.33	<i>Metallsärgiga tugevdamine</i>	45
Skeem 3.34	<i>Raudbetoonsärgiga tugevdamine</i> ..	46

Osa 2 Näited.....49

1 Sissejuhatus

1.1 Kasutusvaldkond

Juhend on rakendatav armeerimata, armeeritud, eelpingestatud ja betoonkarkassiga müüritisega hoonete ja rajatiste projekteerimisel.

Juhend käsitleb ainult konstruktsioonide tugevuse, kasutuse ja kestvuse küsimusi. Muid küsimusi, nagu näiteks soojus- ja heliisolatsiooni, ei vaadelda.

Projekteerimisel tuleb arvesse võtta konstruktsiooni materjalide ja detailide kvaliteeti ja tööde tegemise tehnoloogiat. Üldiselt juhised, mis puudutavad tööde tegemist ja töövõtteid, peavad minimaalselt puudutama nõudeid, mida võidakse hiljem muuta eri tüüpi konstruktsioonide, rajatiste ja ehitusmeetodite puhul.

Koormuste arvvaartusi ehitiste ja rajatiste projekteerimiseks juhendis ei anta. Juhised nimetatud arvvaartuste määramiseks on toodud EPN 1-s “Projekteerimise alused. Koormused.”

1.2 Kasutusala

Juhendis antakse hoonete ja rajatiste armeerimata, armeeritud ja liitmüüritise projekteerimise põhialused eeldusel, et ladumisel kasutatakse mörte, mis on tehtud loodusliku liivaga või kivide, kruusa või kergete agregaatainete purustamisel saadud liivaga ja järgmisi müürikive:

- põletatud savikivid, kaasa arvatud kergekaalulised savikivid,
- lubi-silikaatkivid,
- kerg- või raskest betoonist kivid –betoonkivid (tsementkivid),
- mullbetoonist väikeplokid,
- looduskivi asendav tehiskivi,
- mõõtu tahutud looduskivid.

Armeeritud müüritise projekteerimisel peab projekteerija arvestama müüri ja betoontäite koostööd. Juhul, kui betooni osa muutub valdavaks konstruktsiooni üldvastupanus, tehakse arvutused EPN 2 alusel ja müüritise osa ei arvestata.

Nende konstruktsioonide puhul, mille projekteerimine ei mahu täielikult käesoleva dokumendi raamidesse, samuti olemasolevate ja uute materjalide uue kasutusviisi puhul või normaalist suuremate koormuste korral kasutatakse projekteerimisel samu eeskirju ja rakendusjuhiseid kui antud dokumendis, kuid vastavate täiendustega.

Detailsed juhised antakse lihtsate ehitiste jaoks. Keerulisematel juhtudel võib toodud juhiste kasutamine olla piiratud. Piirangud ja rakendamise võimalused antakse tekstis, kui see on vajalik.

1.3 Eeskirjad ja rakendusjuhised

Juhendis eristatakse eeskirju ja rakendusjuhiseid.

Eeskirjad väljendavad:

- üldpõhimõtteid ja määratlusi, millel ei ole alternatiivi kui ka
- nõudeid ja arvutusmudeleid, millele alternatiive ilma eripõhjenduseta ei ole lubatud - eeskirjad on trükitud püstkirjas.

Rakendusjuhised tulenevad eeskirjadest ja on üldiselt soovitusliku iseloomuga - rakendusjuhised on trükitud kaldkirjas.

Projekteerimisel võib kasutada rakendusjuhiseid, mis erinevad käesolevatest, kui näidatakse, et nad vastavad eeskirjadele ja tagavad konstruktsioonile vähemalt EPN 6-ga võrdse tugevuse, kasutamiskõlblikkuse ja kestvuse.

1.4 Eeldused

Lähtutakse järgmistest eeldustest:

- konstruktsioone projekteerivad kvalifitseeritud ja kogemustega isikud;
- tööde juhtimine ja kvaliteedi kontroll on adekvaatne tehastes, ettevõtetes ja ehitusplatsil;
- ehitustöid teevad vilunud ja kogemustega isikud;
- kasutatavad materjalid vastavad EPN 6 või vastava toote standardi nõuetele;

- konstruktsioone hooldatakse vastavalt nõuetele;
- konstruktsioone kasutatakse eesmärgipäraselt.

Projektlahendused kehtivad ainult siis, kui täidetakse EPN 6 peatüki 6 nõudeid tööde tegemisel.

1.5 Määratlused ja terminid

1.5.1 Üldised mõisted

Seletuskirjades kasutatakse rahvusvahelisele standardile ISO 8930 vastavat terminoloogiat.

Kasutatakse järgmisi kõikidele EPN-idele ühiseid mõisteid:

- **ehitis:** kõik, mida ehitatakse või mis on ehitamise tulemus. See mõiste haarab nii hooneid kui ka rajatise ja viitab nii kande- kui ka mitte-kandekonstruktsioonile;
- **ehitamine (ehitus):** ehitise valmistamine (ehitamine). See mõiste haarab nii tööd ehitusplatsil kui ka konstruktsioonide (detailide) valmistamist väljaspool ehitusplatsi ja nende püstitamist platsil;
- **kandekonstruktsioon:** ühendatud detailidest iseseisev ehitise osa, millel on vajalik tugevus ja jäikus. Selle mõistega osutatakse koormust kandvale ehitise osale;
- **ehitise liik:** näitab tema kasutuse eesmärki, näiteks elumaja, tööstushoone, maanteesild;
- **konstruktsiooni liik:** näitab konstruktsioonielemendi tööskeemi, näiteks tala, post, kaar, jätkuvtala;
- **ehitusmaterjal:** materjal, mida kasutatakse ehitamisel, näiteks betoon, teras, puit, kivi;
- **ehitise (konstruktsiooni) tüüp** näitab ehitise (konstruktsiooni) põhimaterjali, näiteks raudbetoonkonstruktsioon, teraskonstruktsioon, puitkonstruktsioon, kiviehitis;
- **ehitusviis:** näiteks kohapealne betoonivalu, ehitamine tööstuslikest detailidest;
- **konstruktiivne skeem (arvutus skeem):** konstruktsiooni või tema osa lihtsustatud arvutusmudel.

1.5.2 Erimõisted

1.5.2.1 Müüritis

Armeeritud müüritis: müüritis, milles tavaliselt terasvardad või -võrk on paigutatud mördi- või betoonikihi sisse nii, et armeeritud müüritis töötab koormuse (jõudude) vastuvõtul ühtse tervikuna.

Deformatsioonivuuk: vertikaalne või horisontaalne müüri läbiv vuuk, mis võimaldab müüritise vaba deformatsiooni.

Eelpingestatud müüritis: müüritis, milles pingarmatuuri abil on eelnevalt tekitatud survepinged.

Müüritis: ettenähtud seotisega ja mördiga kokku liidetud müürikivide ühendus.

Müüritisdiafragma: müüritis, mis on tihedalt laotud raudbetoonalade ja -postide (või armeeritud müüri) vahele ja piiratud nende elementidega neljast küljest.

Müürikivi: kivi, tellis või väikeplok (ka mullbetoonist).

Müürikiht: vertikaalne müüriosa (-kiht) pikiseina, mis on seotud ülejäänud müüri kas ankrute või müüriseotisega.

Müüri (ladumise) rida: horisontaalne müürikivide rida, mis moodustub müüri ladumise ajal.

Müüriseotis: kivide (elementide) asetus müüris, mis kindlustab müüri töötamise ühtse tervikuna.

Sidumata vuuk: horisontaalne või vertikaalne tasapinnaline mördivuuk.

Seotud vuuk: horisontaalne või vertikaalne mördivuuk, milles kivid moodustavad "hambad" pikkusega vähemalt 1/4 kivi pikkust.

1.5.2.2 Müüritise tugevus

Armatuuri ankurdustugevus: nakketugevus armatuuri ja mördi või betooni vahel tõmbel või survel.

Müüritise löiketugevus: müüritise põikjõuvastupanu.

Müüritise normtugevus: tugevuskatsete alusel 95

% tõenäosusega määratud müüritise tugevus.

Müüritise paindetugevus: müüritise tugevus paindel.

Müüritise survetugevus: müüritise survetugevus üheteljelises pingelukorras.

1.5.2.3 Müürikivid

Müürikivi: müüri ladumisel kasutatav valmiskivi (telliskivi, väikeplok, looduskivi).

Müürikivi tugevusgrupp: müürikivide jaotamine gruppideks vastavalt avade protsendile ja orientatsioonile kivis (vt 1. vihik).

Müürikivi normaliseeritud survetugevus: müürikivi survetugevuseks võetakse samast materjalist 100 mm servaga õhkuiva kuubi survetugevus.

Müürikivi normsurvetugevus: kindla arvu müürikivide 95 % tõenäosusega määratud survetugevus.

Müürikivi survetugevus: määratud arvu müürikivide keskmine survetugevus.

Märkus. Survetugevus määratakse EN 722-1, "Müürikivide katsetamise meetodid. Osa 1. Survetugevuse määramine" alusel. (Ajutiselt võib kasutada Soome standardit SFS 5513)

Õõs: vormitud õõs või ava, mis kas läbib müürikivi või mitte.

Õõne välissein, - kest: materjal välispinna ja õõne vahel.

Õõntevaheline sein: tihe materjal õõnte vahel.

Ristlõikepindala: elemendi ristlõike brutopindala.

Sängituspind: müürikivi pealmine või alumine pind ladumisel.

Tõsteava: ava müürikivi küljel, mis võimaldab paremat haaramist kas käsitsi või masinaga.

Uure (lohk): müürikivi valmistamisel kivi pinnale tehtud vagu (lohk).

1.5.2.4 Mört

Mört: mehaaniliselt segatud sideainete, täiteainete

ja vee segu koos vajalike lisanditega.

Märkus. Mördid normeeritakse EN 998-2 "Müürimörtide liigid. Osa 2. Müürimördid" alusel.

Eeldoseeritud mört: tehases doseeritud komponendid, millest ehitusplatsil segatakse mört.

Ehitusplatsimört: segu, mille alglahtematerjalid doseeritakse ja segatakse ehitusplatsil.

Kaubamört: tehases doseeritud ja segatud ning ehitusplatsile toodud mört.

Kergmört: mört kuivmahumassiga alla 1500 kg/m³.

Mördi survetugevus: kindla arvu mördi katsekehade keskmine survetugevus 28 päeva vanuselt.

Märkus. Vastavad eeskirjad on EN 1015-11-s "Müürimörtide katsetamise meetodid. Osa 11. Kivinenud mördi painde- ja survetugevuse määramine". (Ajutiselt võib kasutada Soome standardit SFS 5516)

Peenmört: mört vuugi paksusele 1...3 mm.

Mört (põhimört): sobiva terasuurusega täitematerjaliga mört vuugis paksusega üle 3 mm.

Projekteeritud mört: mört, mille omadused täidavad vastava standardi nõudeid.

1.5.2.5 Täitebetoon

Täitebetoon: sobiva konsistentsi ja täitematerjali suurusega betoonisegu müüritise avade ja tühemike täitmiseks.

1.5.2.6 Armatuur

Armatuurteras: müüritises armatuurina kasutatav teras.

Jaotusarmatuur: töötava (piki-)armatuuriga risti olev armatuur jõudude ühtlustamiseks pikivarrastes.

Konstruktivne armatuur: mitteamvutuslik armatuur, mis pannakse vastavalt üldtunnustatud konstrueerimisnõuetele.

Pingarmatuur: terastrossid, vardad ja traadid müü-

ritise eelpingestamiseks.

Põikarmatuur: armatuur põikjõu vastuvõtuks.

Töötav armatuur: arvutuslik armatuur.

Vuugiarmatuur: vuugis kasutatav armatuur (pikiarmatuur).

Märkus. Vaata EN 845-3, "Müüritise abimaterjalid. Osa 3. Vuugi armeerimine."

1.5.2.7 Müüritise abimaterjalid

Ankur: vahend müürikivide ühendamiseks erinevates kihtides ja külgnevate konstruktsioonidega, näiteks lae ja katusega, muude konstruktsioonide kinnitamiseks sein külge.

Niiskusisolatsioon: veetihe pehmest materjalist või müürikividest vahekiht.

Seinaside (ankur): side vertikaalsete seinakihtide omavaheliseks ühendamiseks läbi nõrkade vahekihtide või seinakihtide ühendamiseks kapitaalsete seinade või jäiga konstruktsiooniga.

1.5.2.8 Mõrdivuugid

Liugvuuk: vuuk, mis võimaldab müüritise horisontaalse vaba liikumise.

Rõhtvuuk (sängitusvuuk): horisontaalne või kaldu mõrdikiht müürikivide vahel.

Pikivuuk: müüritise välispinnaga paralleelne vertikaalvuuk.

Ristvuuk: sängitusvuugiga ja müüri pinnaga risti olev vertikaalvuuk.

Vuugi täitmine: vertikaalse vuugi täitmine mõrdiga.

Vuukimine: vuugi töötlemine väljast.

Õhuke vuuk: vuuk paksusega kuni 3 mm.

1.5.2.9 Seinade tüübid

Betooniga täidetud kergsein: kahe- või enama kihiline sein, mille vahed on täidetud betooniga (vahede laius üle 50 mm). Kihid on omavahel tugevasti seotud sidemetega, koormuse all töötab sein ühtse tervikuna.

Jäigastussein: ristsuunaline sein, mis võtab vastu külgsuunalisi jõude, väldib vaadeldava seinade nõtkumise, kindlustab hoone üldstabiilsuse.

Mitmekihiline sein: kahest või enamast ühekihilisest seinast koosnev sein, mille kihtide vahe on täidetud mõrdiga (vahe laius kuni 25 mm). Kihid on omavahel tugevasti seotud sidemetega, koormuse all töötab sein ühtse tervikuna.

Kandevsein: müür, mis on ette nähtud kandma täiendavaid koormusi peale omakaalu. Voodriga seinade puhul peavad voodri ja põhiseina vahelised sidemed tagama seinade töötamise ühtse tervikuna.

Kergsein: sein, milles on kaks või enam omavahel sidemetega või liitearmatuuriga tugevasti seotud paralleelset ühekihilist seinade kihti, millest üks või enam kihti võivad olla kandvad või mitteandvad. Ühekihiliste seinte vaheline ruum on kas tühi, osaliselt või täielikult täidetud mitteandva isolatsioonimaterjaliga. Üldjuhul töötavad seinakihid vertikaalkoormusele eraldi.

Kestsängitusega sein: müürikivid sängitatakse alusele kahe välisserval asetseva mõrdiriba abil.

Mittekandevsein: koormust mitteandev sein, mille eemaldamine ei kahjusta ülejäänud konstruktsiooni (välja arvatud jääkus).

Nihkele töötav sein: sein võtab vastu horisontaaljõude piki seinade.

Voodriga sein: mitmekihiline (kerg-)sein, millele vaheline kiht (vooder) on parendatud materjalist, vooder kinnitatakse kas kivi- või terassidemetega. Üldjuhul vooder ei tööta koormuse kandmisel.

Ühekihiline sein: õõnteta sein või sein, kus pole vertikaalset läbivat pikivuuki.

1.5.2.10 Mitmesugust

Pasta: tsemendi, liiva ja vee segu väikeste lohkude ja tühikute täitmiseks.

Mullbetoon: ränidioksiide sisaldava peene täitematerjaliga poorimoodustaja abil tehtud autoklaavne betoon.

Korebetoon: betoon, mille täitematerjal on puudub peenosis.

Taane: tagasiaste seinapinnal.

Tasku (müüri-): müüri ribi või pilaster vertikaalse avaga (taskuga) armatuuri ja täitebetooni jaoks.

Uure (vagu): müüritisse tehtud vagu torude, juhtmete, armatuuri jms paigutamiseks.

1.6 SI mõõtühikud

SI mõõtühikuid kasutatakse vastavalt standardile ISO 1000.

Arvutamisel soovitatakse kasutada järgmisi mõõtühikuid:

jõud ja koormus	$kN, kN/m, kN/m^2$;
mahumass (tihedus)	kg/m^3 ;
mahukaal	kN/m^3 ;
pinge ja tugevus	$MPa (N/mm^2)$;
moment (painde- jne)	kNm .

1.7 Juhendis kasutatavad tähised

Sõltuvalt kontekstist kasutatakse järgmisi tähiseid

ζ	— γ_G vähendustegur,
Ψ_0	— muutuva koormuse kombinatsioonitegur,
Ψ_1	— muutuva koormuse tavalise väärtuse kombinatsioonitegur,
Ψ_2	— muutuva koormuse tõenäolise väärtuse kombinatsioonitegur,
γ_A	— avariikoormuse osavarutegur,
Δa	— geomeetrilise suuruse ebatäpsus,
γ_F	— koormuse osavarutegur,
γ_G	— alalise koormuse osavarutegur,
$\gamma_{G,inf}$	— osavarutegur $G_{k,inf}$ jaoks,
$\gamma_{G,sup}$	— osavarutegur $G_{k,sup}$ jaoks,
γ_{GA}	— osavarutegur alalise koormuse avariikombinatsioonile,
γ_M	— materjali omaduste osavarutegur,
γ_Q	— muutuva koormuse osavarutegur,
A	— avariikoormus, ristlõikepindala,
A_d	— avariikoormuse arvutusväärtus,
A_k	— avariikoormuse normväärtus,

C_d	— fikseeritud arvutusväärtus,
E	— koormustulem (konstruktsiooni sisemine reageering koormusele), elastsusmoodul,
E_d	— arvutuslik koormustulem,
$E_{d,dst}$	— destabiliseeriva koormuse arvutuslik tulem,
$E_{d,stab}$	— stabiliseeriva koormuse arvutuslik tulem,
F	— koormus; jõud,
F_d	— arvutuskooormus,
F_k	— normkooormus,
G	— alaline koormus,
G_d	— alaline arvutuskooormus,
$G_{d,inf}$	— alalise koormuse alumine arvutussuurus,
$G_{d,sup}$	— alalise koormuse ülemine arvutussuurus,
G_k	— alaline normkooormus,
$G_{k,inf}$	— alalise koormuse alumine normsuurus,
$G_{k,sup}$	— alalise koormuse ülemine normsuurus,
Q	— muutuvkooormus,
Q_d	— arvutuslik muutuvkooormus,
Q_k	— normatiivne muutuvkooormus,
R_d	— arvutuslik kandevõime, vastupanu (tugevus),
S_d	— arvutuslik sisejõud,
W_k	— normatiivne tuulekooormus,
X_d	— arvutuslik materjali omadus.

Kontekstist sõltuvad tähised kivimüüritise puhul:

α	— paindemomendi tegur,
δ	— müürikivi laiuusest ja kõrgusest sõltuv tegur,
ϵ	— suhteline deformatsioon,
σ	— normaalpinge,
v	— kaldenurk,
χ	— nõtketegur,
Φ_{∞}	— lõplik roometegur,
ρ_c	— pinnase tihedus (mahumass),
$\epsilon_{c\infty}$	— lõplik roomedeformatsioon,
σ_d	— arvutuslik vertikaalne survepinge,

ϵ_{el}	— elastne suhteline deformatsioon,	g	— kahe mõrdiriba summaarne laius kest-sängitusega müüris,
χ_i	— nõtketegur seina ülaservas või jalal,	H	— seina kõrgus kuni koondatud jõuni,
χ_m	— nõtketegur seina keskmisel kõrgusel,	h	— seina puhaskõrgus (ka h_1 ja h_2),
γ_M	— materjali omaduse osavarutegur,	h_0	— konstruktsiooni üldine kõrgus,
ρ_n	— jäigastatud seina vähendustegur ($n= 2, 3$ või 4),	h_c	— täite paksus,
A	— seina ristlõikepindala,	h_{ef}	— seina efektiivkõrgus,
A_b	— toetuspindala,	I_j	— pinna inertsimoment,
A_c	— müüritise töötava ristlõike surutud tsooni pindala,	K	— konstant, mis on seotud müüritise normtugevusega,
A_{ef}	— seina ristlõike efektiivpindala,	k	— plaadi ja seina jäikuste suhe,
a_l	— toetuspikkus,	L	— ava pikkus tugede vahel või toe ja vaba serva vahel,
E	— elastsusmoodul,	l	— lae puhasava (ka l_3 ja l_4),
e	— ekstsentrilisus,	l_c	— seina surutud osa pikkus,
e_a	— juhuslik ekstsentrilisus,	L_{ef}	— seina efektiivpikkus,
e_{hi}	— horisontaalkoormuse ekstsentrilisus seina alumisel või ülemisel serval,	M_d	— arvutuslik moment,
e_{hm}	— horisontaalkoormuse ekstsentrilisus seina keskmisel kõrgusel,	M_i	— moment koormuse ekstsentrilisusest seina ülemises servas (M_1) või jalal (M_2),
e_i	— resultandi ekstsentrilisus seina jalal või ülemisel serval,	M_m	— moment seina keskmisel kõrgusel,
e_k	— roomest tingitud ekstsentrilisus,	n	— elemendi jäikustegur,
e_{mk}	— resultandi ekstsentrilisus seina keskmisel kõrgusel,	N_i	— arvutuslik vertikaalkoormus seina peal (N_1) või jalal (N_2),
E_n	— elemendi elastsusmoodul,	N_m	— arvutuslik vertikaalkoormus seina keskmisel kõrgusel,
F	— seina vöö normatiivne surve- või tõmbetugevus,	N_{Rd}	— seina kandevõime (arvustugevus) vertikaalkoormusel,
f	— müüritise survetugevus (üldiselt),	N_{Sd}	— seina arvutuslik vertikaalkoormus,
f_b	— müürikivi normaliseeritud survetugevus,	q_{lat}	— külgsuunaline arvustugevus seina pikkusühiku kohta,
f_d	— müüritise arvutussurvetugevus,	t	— seina tegelik paksus (ka t_1 ja t_2),
f_k	— müüritise normsurvetugevus,	t_{ef}	— seina efektiivpaksus,
f_m	— mõrdi keskmine survetugevus,	t_f	— riuli paksus talal või ääriku paksus seinal,
f_{vd}	— müüritise arvutusnihketugevus,	V_{Rd}	— seina arvutuslik põikjõukandevõime (põikjõutugevus),
f_{vk}	— müüritise normnihketugevus,	V_{Sd}	— seina arvutuslik põikjõud,
f_{vk0}	— müüritise normnihketugevus vertikaalkoormuse puudumisel,	w	— arvutuslik ühtlaselt jaotatud koormus laele,
f_x	— müüritise paindetugevus,	W_{Sd}	— seina arvutuslik horisontaalkoormus,
f_{xd}	— müüritise arvutuspaindetugevus,		
f_{xk}	— müüritise normpaindetugevus,		
G	— nihkemoodul,		

Z	— ristlõike vastupanumoment.	s	— põikarmatuuri samm,
Kontekstist sõltuvad tähised armeeritud müüritise puhul:		V_{Rd}	— müüritise arvutuslik põikjõutugevus (ka V_{Rd1} ja V_{Rd2}),
α	— põikarmatuuri kaldenurk,	x	— survetsooni kõrgus ristlõikes,
ϵ_m	— müüritise suhteline deformatsioon,	z	— armeeritud müüritise sisejõudude õlg paindel.
ϵ_s	— armatuuri suhteline deformatsioon,		
γ_s	— armatuurterase osavarutegur,		
ϵ_{uk}	— armatuuri normatiivne suhteline pikenemine maksimaalse tõmbepinge puhul,		
A_m	— müüritise ristlõikepindala,		
A_s	— armatuuri ristlõikepindala,		
A_{sl}	— pikiarmatuuri ristlõikepindala,		
A_{sw}	— põikarmatuuri ristlõikepindala,		
a_v	— kaugus toe servast kuni põhilise koormuseni talal,		
b	— ristlõike laius,		
b_c	— elemendi survetsooni laius,		
b_{ef}	— riiulitega elemendi efektiivlaius,		
d	— ristlõike töötav kõrgus,		
f_{bo}	— armatuurvarda ankurdusnakketugevus,		
f_{bok}	— armatuurvarda normatiivne ankurdusnakketugevus,		
f_c	— täitebetooni survetugevus,		
F_c	— elemendi arvutuslik paindesurvejõud,		
f_{ck}	— täitebetooni normsurvetugevus,		
f_{cv}	— täitebetooni nihketugevus,		
f_{cvk}	— täitebetooni või müüritise normnihketugevus,		
F_s	— arvutuslik tõmbejõud armatuurvardas,		
f_t	— armatuuri tõmbetugevus,		
f_{tk}	— armatuuri normtõmbetugevus,		
f_y	— armatuuri voolavuspiir,		
f_{yk}	— armatuuri normatiivne voolavuspiir,		
h	— ristlõike üldkõrgus,		
l_b	— armatuurvarda ankurduspikkus,		
l_{ef}	— elemendi arvutusava,		
M_{Rd}	— arvutuslik vastuvõetav moment,		
\emptyset	— armatuuri läbimõõt,		

Märkus. Reeglina antakse tähise kasutamisel tekstis ka tema tähendus.

2 Arvutusalsused

2.1 Põhinõuded

Konstruksioon tuleb projekteerida ja ehitada nii, et ta

— vastuvõetava tõenäosusega jääb kavandatud eksploatatsioonikulude korral sihipäraselt kasutatavaks kogu projekteeritud kasutusea vältel,

— on nõuetekohase usaldusväärsusega võimeline kandma kõiki ehitamise ja eksploatatsiooni ajal tõenäoliselt esinevaid koormusi ja omab hoolduskulutustele vastavat küllaldast kestvust.

Plahvatuste, löökide ja inimliku eksimuse tõttu ei tohi konstruksioon saada vigastusi, mis kahjustaksid teda ülemääraselt võrreldes põhjuse tõsidusega.

Eeltoodud nõudeid tuleb täita sobiva materjalide valiku, projekteerimise, toodete valmistamise, ehitamise ning kasutamise ja vajaliku järelevalve abil.

2.2 Määratlused ja liigitused

2.2.1 Piirseisundid ja arvutusolukorrad

2.2.1.1 Piirseisundid

Piirseisund on seisund, mille ületamisel konstruksioon enam ei rahulda talle esitatavaid nõudeid. Piirseisundid liigitatakse kandepiirseisundiks ja kasutuspiirseisundiks.

Kandepiirseisundiks loetakse konstruksiooni varisemine või muud inimestele ohtlikud olukorrad. Konstruksiooni kohalikku purunemist tuleb vaadelda kandepiirseisundina.

Kandepiirseisundis tuleb kontrollida

- konstruksiooni või tema osa, mida vaadeldakse jäiga kehana, tasakaalu (asendipüsivuse) kaotust,
- konstruksioon või tema osa (kaasa arvatud toed ja vundamendid) kõlbmatuks muutumist liigsete deformatsioonide, purunemise või püsivuse kaotuse tõttu.

Kasutuspiirseisund on olukord, mille ületamisel ei ole enam võimalik tagada ettenähtud kasutusnõudeid.

Kasutuspiirseisundis on vaja arvestada

- *deformatsioone ja paigutusi, mis kahjustavad konstruksiooni väärtust või takistavad tema normaalset kasutamist (kaasa arvatud masinate ja seadmete töötamist),*
- *vibratsiooni, mis ületab inimestele lubatud füsioloogilise piiri, kahjustab ehitist või seadmeid või piirab nende kasutusvõimalusi.*

2.2.1.2 Arvutusolukorrad

Vaadeldakse järgmisi arvutusolukordi:

- alaline arvutusolukord, mis vastab konstruksiooni normaalsele kasutamisele,
- ajutine arvutusolukord, mille kestus on lühike, näiteks ehitamise periood või remont,
- avariisolukord.

2.2.2 Koormused

2.2.2.1 Määratlused ja põhimõtteline liigitus

Koormus F on kas

- otsene koormus (jõud), s.o konstruksioonile otseselt rakendatud koormus või
- kaudne koormus e mõjur (sunddeformatsiooni mõju), näiteks temperatuuri mõju.

Koormusi liigitatakse:

a) nende ajalise muutumise järgi

- alalised koormused G, näiteks konstruksiooni omakaal, sanitaartechniliste seadmete, abiseadmete ja statsionaarse sisseseade kaal,
- muutuvad koormused Q, näiteks kasuskoormus, temperatuuri-, lume- ja tuulekoormus,
- avariikoormused A, näiteks plahvatuse või ratta löögikoormus;

b) nende liikuvuse järgi ruumis

- kinniskoormused, näiteks omakaal (vt j 2.3.2.3 seoses konstruksioonidega, mis on väga tundlikud omakaalu muutuste suhtes),
- liikuvkoormused nende liikuva iseloomu tõttu, näiteks liikuv kasus- või temperatuurikoormus, tuule- ja lumekoormus;

c) nende mõjumisviisi järgi

— staatilised koormused, mis ei põhjusta konstruktsioonis või selle osas nimetamisväärsed kiirendusi,

— dünaamilised koormused, mis põhjustavad konstruktsioonis või selle osas arvestatavaid kiirendusi.

Eelpingestusjõud P on alaline koormus, kuid praktilistel põhjustel vaadeldakse teda eraldi.

2.2.2.2 Normkoormused

Koormuste normväärtused F_k määratakse

— kas EPN 1 vastavates osades või mõne muu koormusjuhendi alusel või

— projekti tellija poolt, projekteerija ja tellija kokkuleppel, arvesse võttes kompetentse spetsialisti soovitusi ja EPN 1.1 minimaalnõudeid.

Kui alalise koormuse variatsioonitegur on suur või on oodata alalise koormuse muutust kasutusperioodil (näiteks mõne kasuskoormuse alalise osa puhul), kaalutakse kahe normväärtuse, ülemise $G_{k,sup}$ ja alumise $G_{k,inf}$ mõju. Tavaliselt on siiski küllaldane ühe väärtuse G_k arvestamine.

Üldjuhul võib konstruktsiooni omakaalu määrata tema nimimõõtmete ja keskmise mahukaalu alusel.

Muutuva koormuse normväärtuseks Q_k võib olla

— koormuse ülemine väärtus, mille ette antud tõenäosust ei ületata, või alumine väärtus, millest konstruktsiooni eluea või antud arvutusolukorra vältel koormus tõenäoselt allapoole ei lange,

— koormuse etteantud suurus.

Avariikoormuse A_k normväärtuseks on üldiselt etteantud suurus.

2.2.2.3 Muutuva koormuse esindussuurused

Muutuva koormuse esindussuuruseks on tema väärtus koormuskombinatsioonis. Põhiline esindussuurus on normsuurus Q_k .

Teised esindussuurused on seotud kombinatsiooniteguriga Ψ_i . Need väärtused määratakse järg-

nevalt

— kombinatsioonisuurus: $\Psi_0 Q_k$,

— tavaline esindussuurus: $\Psi_1 Q_k$,

— tõenäoline (kvaasialaline) esindussuurus : $\Psi_2 Q_k$.

Väsimus- ja dünaamikaarvutustes kasutatakse täiendavaid esindussuurusi.

Tegur Ψ_i määratakse

— kas EPN 1 või mõne muu koormusjuhendi alusel või

— projekti tellija poolt, projekteerija ja tellija kokkuleppel, arvesse võttes kompetentse spetsialisti soovitusi ja EPN 1.1 minimaalnõudeid.

2.2.2.4 Arvutuskoormused

Koormuse arvutussuurus F_d antakse avaldisega

$$F_d = \gamma_F F_k. \quad (2.1)$$

Erinevate koormusliikide arvutussuurused:

$$G_d = \gamma_G G_k; \quad (2.2)$$

$$Q_d = \gamma_Q Q_k \text{ või } \gamma_Q \Psi_i Q_k; \quad (2.3)$$

$$A_d = \gamma_A A_k \quad (2.4)$$

(kui A_d ei ole otseselt määratud) ;

$$P_d = \gamma_P P_k, \quad (2.5)$$

kus γ_F , γ_G , γ_Q , γ_A ja γ_P on koormuse osavarutegurid, mis arvestavad näiteks koormuse ebasoodsat kõrvalekallet, koormuse ebakorrektsel modelleerimisel, koormustulemite ja piirseisundi hindamise ebatäpsust.

Alalise koormuse ülemine ja alumine väärtus antakse avaldistega:

— kui kasutatakse ainult normsuurust G_k (vt j 2.2.2.2), siis

$$G_{d,sup} = \gamma_{G,sup} G_k, \quad (2.6)$$

$$G_{d,inf} = \gamma_{G,inf} G_k; \quad (2.7)$$

— kui kasutatakse alumist ja ülemist suurust (vt j 2.2.2.2), siis

$$G_{d,sup} = \gamma_{G,sup} G_{k,sup}, \quad (2.8)$$

$$G_{d,inf} = \gamma_{G,inf} G_{k,inf}, \quad (2.9)$$

kus $G_{k,sup}$ ja $G_{k,inf}$ on alalise koormuse ülemine ja

alumine normsuurus ning $\gamma_{G,sup}$ ja $\gamma_{G,inf}$ osavarutegurite ülemine ja alumine väärtus.

2.2.2.5 Koormustulemite arvutussuurused

Koormustulemi E on konstruktsiooni vastus (reageering) (näiteks sisejõud, pinged, deformatsioonid ja paigutised) koormuse mõjumisele. Tulemi arvutusväärtus E_d määratakse koormuse, konstruktsiooni mõõtmete ja materjali omaduste arvutussuuruste alusel:

$$E_d = E (F_d, a_d, \dots), \quad (2.10)$$

kus a_d on määratud vastavalt j 2.2.4.

2.2.3 Materjali omadused

2.2.3.1 Normsuurus

Materjali mingit omadust väljendab selle omaduse normsuurus X_k , mis eeldab selle omaduse statistilise jaotuse katselist kontrollimist vastavalt standardile ja tema määramist selle jaotuse alusel etteantud tõenäosusega.

Mõnel juhul võib arvutussuurusena kasutada normsuurust.

2.2.3.2 Arvutussuurus

Materjali omaduse arvutussuurus X_d määratakse valemiga

$$X_d = \frac{X_k}{\gamma_M}, \quad (2.11)$$

kus γ_M on materjali omaduse osavarutegur.

Materjali omaduste, geomeetriliste andmete ja koormustulemite arvutusväärtusi kasutatakse konstruktsiooni arvutustugevuse määramiseks

$$R_d = R (X_d, a_d, \dots). \quad (2.12)$$

R_d arvutusväärtuse võib määrata ka katseliselt. Vastavad juhised on normides EN 846-4, EN 846-5, EN 846-6, EN 1052-1, EN 1052-2, EN 1052-3 ja EN 1052-4.

2.2.4 Geomeetrilised mõõtmised

Konstruktsiooni kirjeldavad arvutuslikud geo-

meetrilised mõõtmised antakse tavaliselt nende nimimõõtmistena

$$a_d = a_{nom}. \quad (2.13)$$

Mõningatel juhtudel määratakse geomeetrilised mõõtmised kujul

$$a_d = a_{nom} + \Delta a, \quad (2.14)$$

kus Δa väärtus antakse vastavate juhistega.

2.2.5 Koormuse asetus ja koormusjuhtumid

Koormuse asetuse määrab liikuva koormuse asend, suurus ja suund.

Koormusjuhtumi määravad kokkusobivad koormuse asetused, deformatsioonid ja mõjutused antud konkreetse kontrolli puhul.

2.3 Konstruktsiooni projekteerimise põhinõuded

2.3.1 Üldsätted

Arvutus peab tagama, et ei ületataks ühtegi võimalikku piirseisundit. Arvutustes peab arvestama kõiki koormuse asetusi ja koormusjuhtumeid. Tuleb arvesse võtta koormuse võimalikku kõrvalekallet eeldatud suunast ja kohast.

Arvutustes tuleb kasutada sobivaid, kõiki olulisi tegureid arvessevõtva arvutusskeeme, mis vajaduse korral on katsetega täpsustatud. Arvutusskeemid peavad olema piisavalt täpsed konstruktsiooni käitumise kirjeldamiseks ning vastama töö tegemise oodatavale tasemele ja arvutuse aluseks olevale informatsioonile.

2.3.2 Kandepiirseisund

2.3.2.1 Kontrollitingimused

Konstruktsiooni üldtasakaalu, asendipüsivuse või deformatsioonide kontrollimisel peab olema rahuldatud tingimus

$$E_{d,dst} \leq E_{d,stb}, \quad (2.15)$$

kus $E_{d,dst}$ ja $E_{d,stb}$ on vastavalt destabiliseeriv ja stabiliseeriv arvutuslik koormustulemi.

Mingi lõike, elemendi või liite purunemisega (välja arvatud väsimuspurunemine) seotud piirseisundi

käsitlemisel tuleb tagada, et oleks rahuldatud tingimus

$$S_d \leq R_d, \tag{2.16}$$

kus S_d on sisejõu (või mitme sisejõu vektorsumma) arvutusväärtus ja R_d sellele sisejõule vastav arvutustugevus (kandevõime), mis võtab arvesse kõik konstruktsiooni omadused nende arvutusväärtustega.

Kandepiirseisundi puhul, kui konstruktsioon võib muutuda mehhanismiks, tuleb kontrollida (arvestades kõiki konstruktsiooni materjali vastavaid arvutus suurusi), et see ei juhtuks enne kui koormus ületab oma arvutussuuruse.

Kandepiirseisundi puhul, mis on põhjustatud stabiilsuse kaotusest, tuleb kontrollida, et see ei juhtuks enne kui koormus ületab oma arvutussuuruse. Lisaks tuleb kontrollida j 2.3.2.1 järgi ka lõigete kandevõimet.

2.3.2.2 Koormuskombinatsioonid

Iga koormusjuhtumi jaoks tuleb leida arvutuslikud koormustulemid E_d , võttes üheaegselt toimivate koormuste suurused arvesse vastavalt tabelile 2.1.

Koormuste arvutusväärtused koormuskombinatsioonides

Tabel 2.1

Arvutusolukord	Alalised koormused G_d	Muutuvad koormused Q_d		Avariikoormused A_d
		Üks nendest oma normväärtusega	Ülejäänud oma kombinatsiooni-väärtusega	
Alaline ja ajutine	$\gamma_G G_k$	$\gamma_Q Q_k$	$\Psi_0 \gamma_Q Q_k$	
Avarii	$\gamma_{GA} G_k$	$\Psi_1 Q_k$	$\Psi_2 Q_k$	$\gamma_A A_k$ (kui A_d ei ole otseselt määratud)

Tabelis 2.1 toodud koormuskombinatsioonid võib esitada valemite kujul

— alalised ja ajutised arvutusolukorrad kandepiirseisundis (välja arvatud eelpingestus)

$$\sum \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \Psi_{0,i} Q_{k,i}, \tag{2.17}$$

— avariiolukord (kui see ei ole eraldi määratud)

$$\sum \gamma_{GA,j} G_{k,j} + A_d + \Psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \Psi_{2,i} Q_{k,i}, \tag{2.18}$$

kus

- $G_{k,j}$ — alalise koormuse normväärtus;
- $Q_{k,1}$ — ühe muutuva koormuse normväärtus;
- $Q_{k,i}$ — ülejäänud muutuvate koormuste normväärtus;
- A_d — avariikoormuse arvutus(määratud) -väärtus;
- $\gamma_{G,j}$ — alalise koormuse osavarutegur;
- $\gamma_{GA,j}$ — $\gamma_{G,j}$ avariiolukorras;

$\gamma_{Q,i}$ — muutuva koormuse osavarutegur;

Ψ_0, Ψ_1, Ψ_2 on j 2.2.2.3 defineeritud tegurid.

Avariiolukorra koormuskombinatsioon sisaldab kas ühe võimaliku avariimõju A või viitab avariijärgsele olukorrale ($A=0$). Kui ei ole teisiti määratud, siis võib võtta $\gamma_{GA} = 1$.

Avaldistes (2.17) ja (2.18) tuleb vajadusel arvestada eelpingestust ja kaudseid koormusi.

Jaotises 2.3.3.1 on antud samad avaldised lihtsustatult hoonekonstruktsioonidele.

2.3.2.3 Alaliste koormuste arvutusväärtused

Eelpool vaadeldud koormuskombinatsioonides tuleb need alalised koormused, mis suurendavad muutuva koormuse tulemit (st toimivad ebasoodsalt), võtta arvesse oma ülemise arvutusväärtusega; need, mis vähendavad muutuva koormuse tulemit, tuleb võtta arvesse oma alumise arvutusväärtusega

(vt j 2.2.2.4).

Kui kontrolli tulemus on tundlik alalise koormuse muutuse suhtes, siis tuleb selle koormuse ebasoodsaid ja soodsaid osasid vaadelda iseseisvate koormustena. Seda tuleb eriti silmas pidada konstruktsiooni asendipüsivuse kontrollimisel. Mainitud juhtudel tuleb hoonekonstruktsioonide arvutamisel arvesse võtta vastavaid osavarutegureid γ_G (vt j 2.3.3.1).

Muudel juhtudel tuleb rakendada kas alumist või

Koormuste osavarutegurid alalises ja ajutises arvutusolukorras

ülemist arvutusväärtust (seda, mis annab ebasoodsama tulemi) tervele konstruktsioonile.

Jätkuvtalale võib kõikides avades rakendada ühtset arvutuslikku omakaalu vastavalt j 2.2.2.2.

2.3.3 Kandepiirseisundi osavarutegurid

2.3.3.1 Hoonekonstruktsioonide koormuste osavarutegurid

Alalises ja ajutises arvutusolukorras kasutatavad osavarutegurid on toodud tabelis 2.2.

Tabel 2.2

	Alalised koormused γ_G	Muutuvad koormused γ_Q		Eelpingestus γ_P
		Üks norm- väärtusega	Ülejäänud kom- binatsiooniväärtusega	
Soodne tulem	1,0	0	0	0,9
Ebasoodne tulem	1,35	1,5	1,35	1,2

Märkus. Vaata ka p 2.3.3.1.

Avariisolukorras, kus kasutatakse avaldist (2.18), võetakse muutuva koormuse osavarutegur võrdseks 1-ga.

Tabelis 2.2 toodud γ väärtuste kasutamisel võib avaldise (2.17) asendada järgmiselt:

— arvestades ainult ühte ebasoodsat muutuvat koormust

$$\sum \gamma_{G,j} G_{k,j} + 1,5 Q_{k,1} \quad ; \quad (2.19)$$

— arvestades kõiki ebasoodsaid koormusi

$$\sum \gamma_{G,j} G_{k,j} + 1,35 \sum_{i>1} Q_{k,i} \quad (2.20)$$

ja valida nendest suurema tulemuse.

Materjali omaduste osavarutegurid võiksid olla

Tabel 2.3

γ_M		Teostuskategooria (vt j 6.9) (Eestis seni määramata)			
		A	B ²	C	
Müüritis	Müüritiselementide valmistamise kvaliteediklass	I ¹	1,7	2,0	2,7
		II	2,0	2,3	3,0
Seina sidemete ankurdus-, tõmbe- ja survetugevus			2,5	2,5	2,5
Nake armatuurterase ankurdusel			1,7	2,2	-
Armatuurteras (vastavalt γ_j)			1,15	1,15	-

Märkus.

1. I kvaliteediklassi kasutatakse siis, kui mõlemad nii kivid kui mört vastavad I klassi nõuetele, muudel juhtudel kasutatakse II klassi;

2. Eestis võiks kasutada B kategooria andmeid;

3. Täitebetooni γ_M võetakse vastavalt müüritiselementide tegemise kontroll-klassile ja kohale, kus täitebetooni kasutatakse.

Müüritise stabiilsuse kontrollimisel avariikoor-musega võetakse γ_M väärtuseks 1,2, 1,5 ja 1,8 vastavalt teostuskategooriatele A, B ja C. Ankurdusvarrastele, sidemetele ja armatuuriankurdusele võetakse samas olukorras γ_M vastavalt tabelile 2.3 ja γ_s tasele 1,0.

2.3.4 Kasutuspiirseisund

Tuleb täita tingimust

$$E_d \leq C_d, \quad (2.21)$$

kus

C_d — vaadeldavale arvutuslikule koormustulemile vastav konstruktsioonide ja materjalide teatud arvutuslike omaduste nimiväärtus või nende funktsioon,

E_d — arvutuslik koormustulem, mis on määratud ühe alltoodud koormuskombinatsiooni põhjal.

Kasutuspiirseisundis arvesse võetavad kolm võimalikku koormuskombinatsiooni määratakse järgmiste avaldistega:

— harv kombinatsioon

$$\sum G_{k,j} (+P) + Q_{k,1} + \sum_{i>1} \Psi_{0,i} Q_{k,i}; \quad (2.22)$$

— tavaline kombinatsioon

$$\sum G_{k,j} (+P) + \Psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \Psi_{2,i} Q_{k,i}; \quad (2.23)$$

— tõenäoline kombinatsioon

$$\sum G_{k,j} (+P) + \sum_{i \geq 1} \Psi_{2,i} Q_{k,i}, \quad (2.24)$$

kus tähised on antud j 2.3.2.2.

Kui kasutuspiirseisundi kontrollimise kohta on vastavates jaotistes antud lihtsustatud juhised, siis ei ole nõutav koormuskombinatsioonide detailne määramine.

Ehituskonstruktsioonide kasutuspiirseisundi detail-sel kontrollimisel võib kasutada järgnevalt toodud

lihtsustatud avaldisi.

Hoonekonstruktsioonide jaoks võib harva esineva kombinatsiooni korral kasutada järgmist lihtsustatud avaldist, mis on kasutatav ka tavalise kombinatsiooni korral:

— arvestades ainult ühte kõige ebasoodsamat muutuvat koormust

$$\sum G_{k,j} (+P) + Q_{k,1}; \quad (2.25)$$

— arvestades kõiki ebasoodsaid muutuvaid koormusi

$$\sum G_{k,j} (+P) + 0,9 \sum_{i \geq 1} Q_{k,i} \quad (2.26)$$

ja valides nendest halvema kombinatsiooni.

Kasutuspiirseisundis võetakse teguri γ_M väärtuseks 1,0, kui konkreetsel juhul ei ole teisiti määratud.

2.4 Kestvus

Konstruktsiooni piisava kestvuse tagamiseks tuleb arvesse võtta järgmisi omavahel seonduvaid asjaolusid:

- konstruktsiooni kasutamistingimusi,
- nõutavaid töötamiskriteeriume,
- eeldatavaid keskkonnatingimusi,
- materjalide kokkusobivust, omadusi ja töökindlust,
- konstruktsiooni elementide kuju ja konstruktiivseid lahendusi,
- valmistamise ja kontrolli taset,
- erilisi ettevaatusabinõusid,
- tõenäolist hooldamise vajadust projekteeritud kasutusaja vältel.

Sisemisi ja väliseid keskkonnatingimusi tuleb hinnata juba projekteerimise ajal, võttes arvesse nende mõju konstruktsiooni kestvusele ja nähes ette vajalikud abinõud materjalide kaitseks.

3 Müüritise projekteerimine (arvutamine)

3.1 Konstruksiooni töötamisviis ja üldstabiilsus

3.1.1 Konstruksiooni arvutusskeemid ja koormustulemid

3.1.1.1 Üldsätted

Iga piiriseisundi kontrollimiseks tuleb luua vastav arvutusskeem, lähtudes:

- konstruksiooni kirjeldusest, põhimaterjalidest ja töökeskkonnast;
- konstruksiooni või tema osa töötamisviisist vastavas piiriseisundis;
- koormustest ja nende rakendumisviisist.

Konstruksiooni või tema osa (näiteks seinu) võib arvutada eraldi juhul, kui arvesse võetakse tema ruumilist tööd ja ääritingimusi.

Konstruksiooni üldine kuju, side ja koostöö eriosade vahel peavad kindlustama tema üldstabiilsuse ja tugevuse.

Hooned on tervikuna keerukad ruumilised süsteemid, hoone arvutamine tervikuna on üldiselt väga keeruline ja pole ka alati võimalik. Praktilised kogemused on näidanud, et piisavalt hea tulemuse saab, kui teha olulisi lihtsustusi hoone üldskeemis.

Üldjuhul asendatakse arvutustes ruumiline skeem tasapinnalisega, hoone lõigatakse tinglikult tasapinnalisteks ribadeks, mida vaadeldakse kui kõrvuti töötavaid raame. Sellise raami elementideks võivad olla hoone seinad, vahelaed, põikseinad jne. Arvu-

tuslik põikraam on üldjuhul määramatu süsteem, teatavatel juhtudel saab siiski olukorda lihtsustada ja arvutada raami elemente iseseisvate konstruksioonidena.

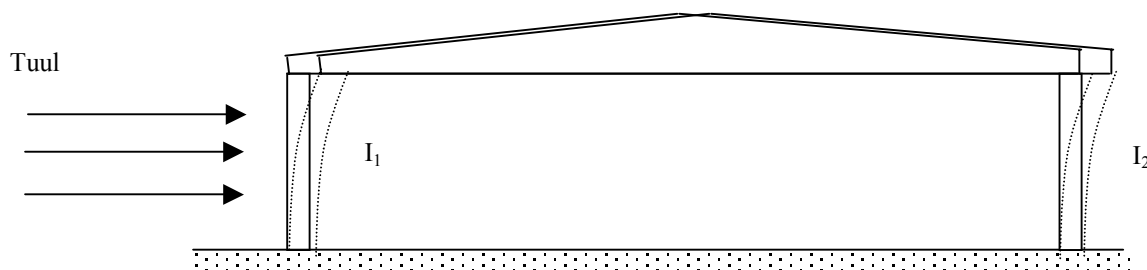
Stabiilsuse ja tugevuse tagamiseks on vajalik, et kandekonstruksiooni asend plaanis ja lõikes, müüritisosade koostöö omavahel ja konstruksiooni muude osadega vastaks EPN 6 peatükkidele 5 ja 6. Lubatavaks kõrvalekaldeks võiks lugeda konstruksiooni kallet vertikaalset nurga $v = (1/100 \sqrt{h_c})$ võrra, kus v on radiaanides kui konstruksiooni üldkõrgus h_c on m-tes.

Müüritisega koos töötavad konstruksioonid projekteeritakse nii, et nende omavahelised sidemed ei võimalda konstruksiooni õõtsumist.

3.1.1.2 Elastse skeemiga hoone

Elastse skeemiga hoones (staatiliselt määramatus süsteemis) põhjustavad koormused ühele elementile sisejõude kõikides ülejäänud elementides, sisejõudude jaotus on määratud süsteemi elementide omavahelise jäikusega.

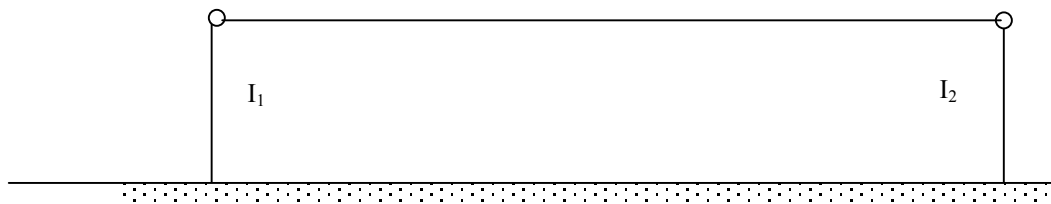
Elastse skeemiga hoones (staatiliselt määramatus süsteemis) põhjustavad koormused ühele elementile sisejõude kõikides ülejäänud elementides, sisejõudude jaotus on määratud süsteemi elementide omavahelise jäikusega.



Skeem 3.1 Elastse skeemiga hoone

Sisejõud vastasseintes sõltuvad seinte jäikuste omavahelisest suhtest.

Hoone arvutuslik skeem võiks olla järgmine -

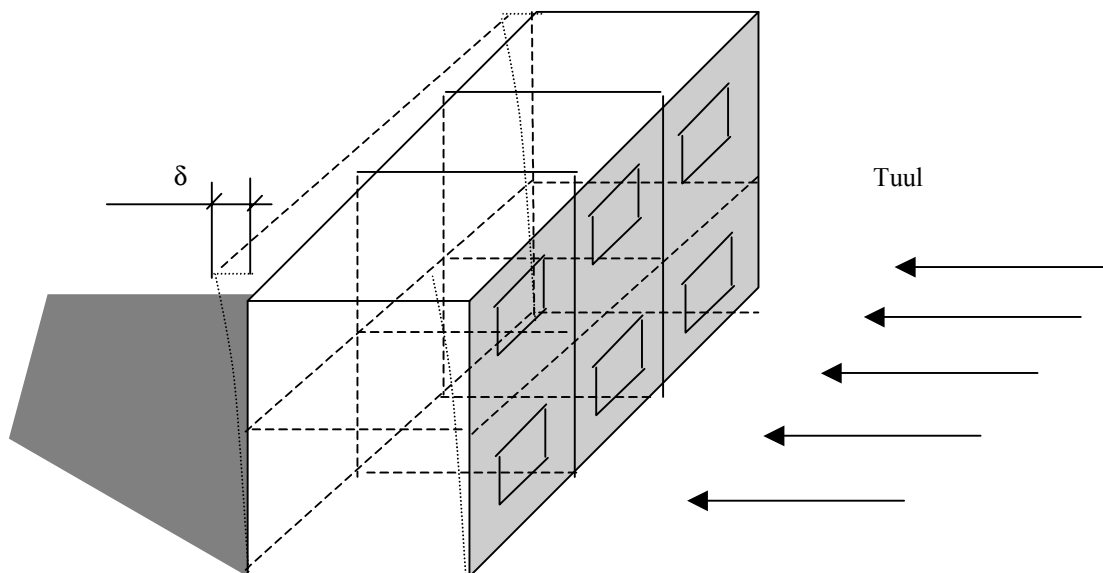


Skeem 3.2 Hoone arvutuslik skeem

Kivihoonete puhul on siiski elastse skeemi järgi harva vajadust.

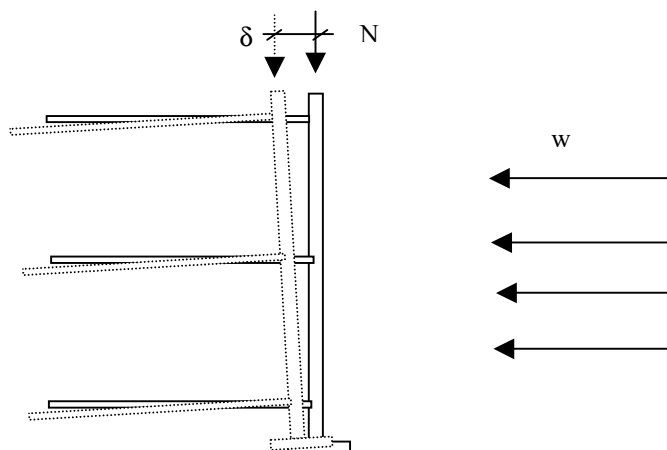
3.1.1.3 Jäiga skeemiga hoone

Tüüpiline kiviseintega hoone on selline, millel on kivist välisseinad, kivist põikseinad ja raudbetoonvahelaed.



Skeem 3.3 Jäiga skeemiga hoone

Uurimised on näidanud, et hoone kui terviku deformatsioonid (δ) tuulekoormusele ei mõjuta välisseina kohalikke sisejõude.

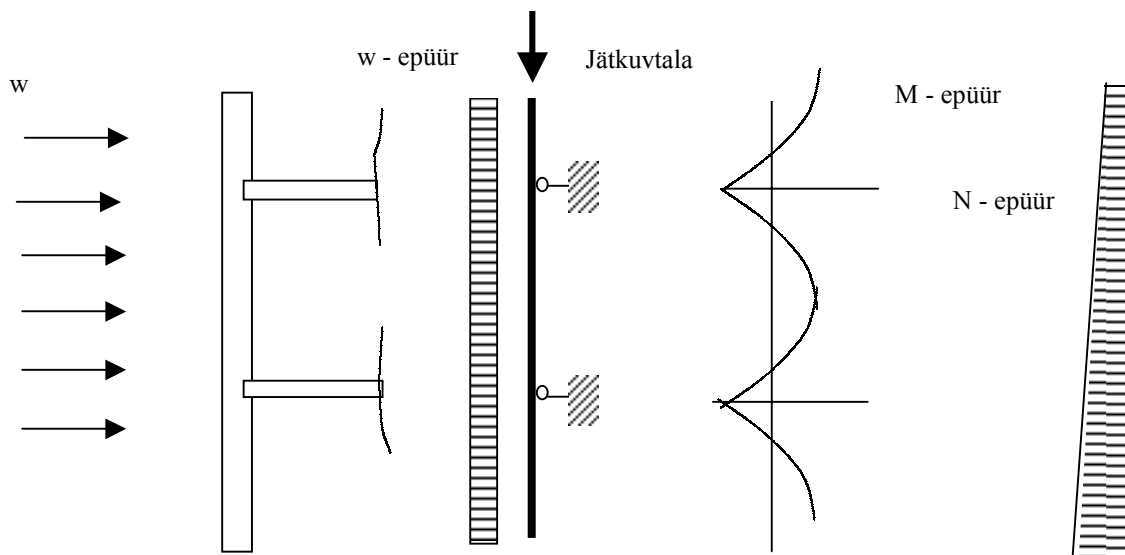


Skeem 3.4 Seinä tööskeem

Sein tervikuna kõverdub suhteliselt vähe, toetus lagedele jääb praktiliselt sirgjoonele. Arvutuslikult võime seina hoonest eraldada ja arvutada teda kui tala liikumatutel tugedel.

Vertikaalsuunas moodustub selliselt jätkuv süsteem.

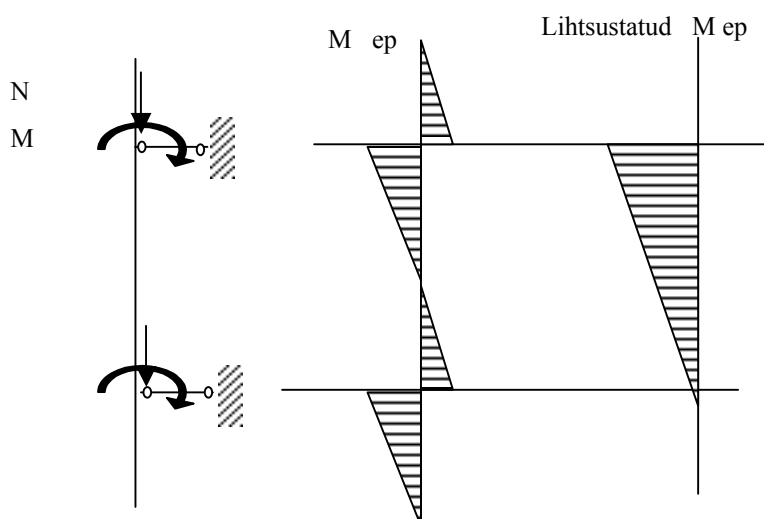
Kuivõrd põikseinte vahe on tavaliselt suurem kui korruse kõrgus, siis on õigustatud vaadelda välisseina töötavana paindele ühes suunas – lühema külje suunas. Sellisel juhul võime vaadelda seinast ainult ühiku laiust riba üle tugede (vahelagede).



Skeem 3.5 *Seina töötamine horisontaalkoormusele*

Vertikaalkoormuseks on seinte omakaal, lagede koormus, lumekoormus ja vertikaaljõud seinast tuulest. Arvestades pinge jaotumise printsiipi võib öel-

da, et korruse kõrguse ulatuses rakendatud koondatud jõud jaotub alumises tasapinnas konstantse pingena st arvutuslikult on ristlõige seal tsentriselt surutud.

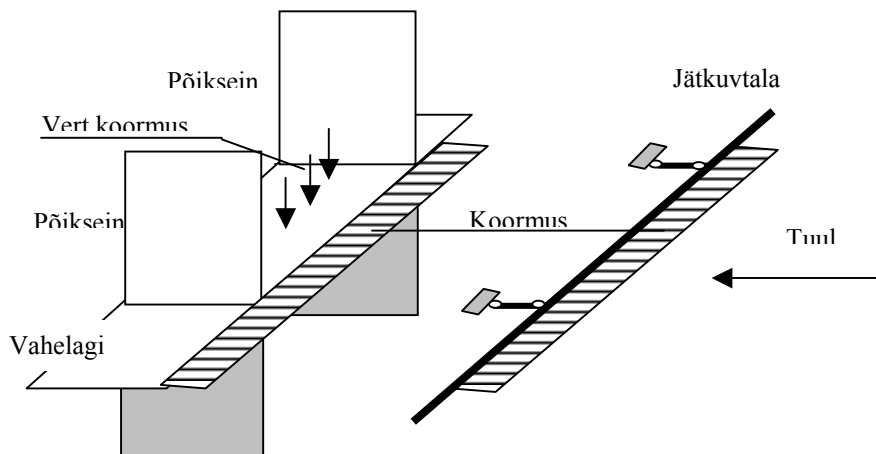


Skeem 3.6 *Sisejõud lagede koormusest välisseinas*

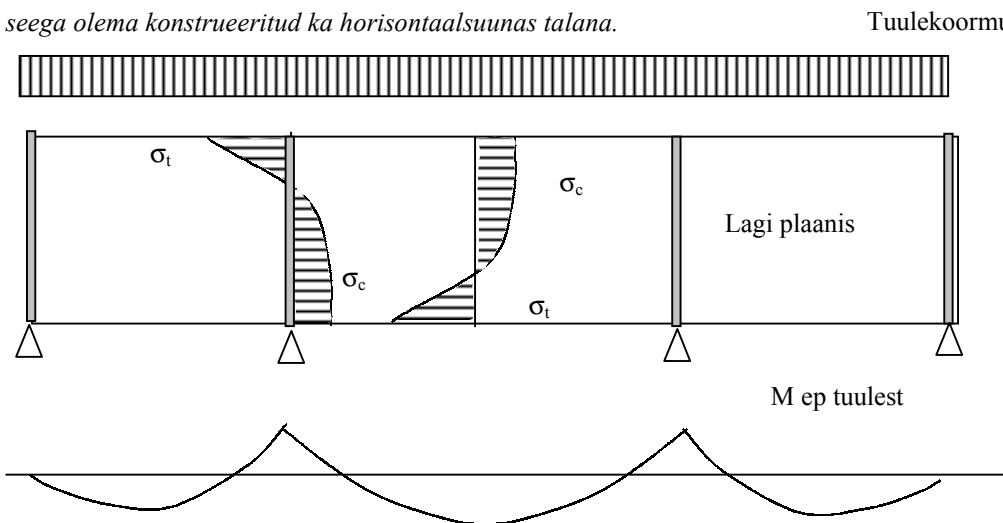
Lagede töötamine omapinnas

Jäiga skeemiga hoone töötamise kontseptsiooni üheks osaks on lagede töötamine omas pinnas. Nagu võib näha skeemilt 3.7 koormatakse vahelae serv horisontaalse koormusega tuulest. Vahelagi peab

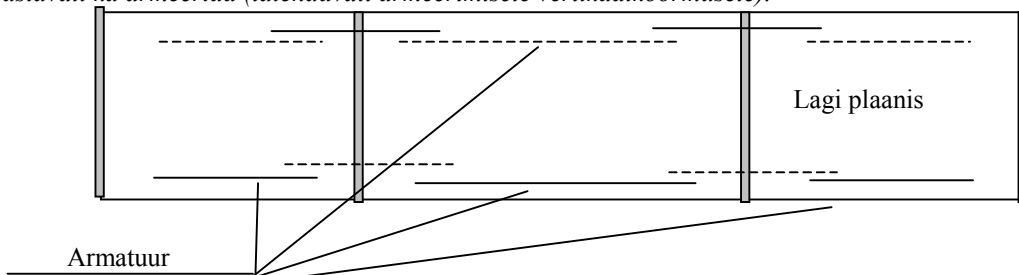
selle koormuse edasi kandma põikseintele ja need maandavad koormuse. Kõik see nõuab osavõtivate konstruktsioonide töötamist vastavalt tugevusõpetuse nõuetele ja vastavat konstruktiivset lahendust.



Skeem 3.7 Vahelae töötamine horisontaalkoormusele (samal ajal töötab lagi ka vertikaalkoormusele)
Lagi peab seega olema konstrueeritud ka horisontaalsuunas talana.



Skeem 3.8 Pinged laes horisontaalkoormusest
Lagi tuleb vastavalt ka armeerida (täiendavalt armeerimisele vertikaalkoormusele).

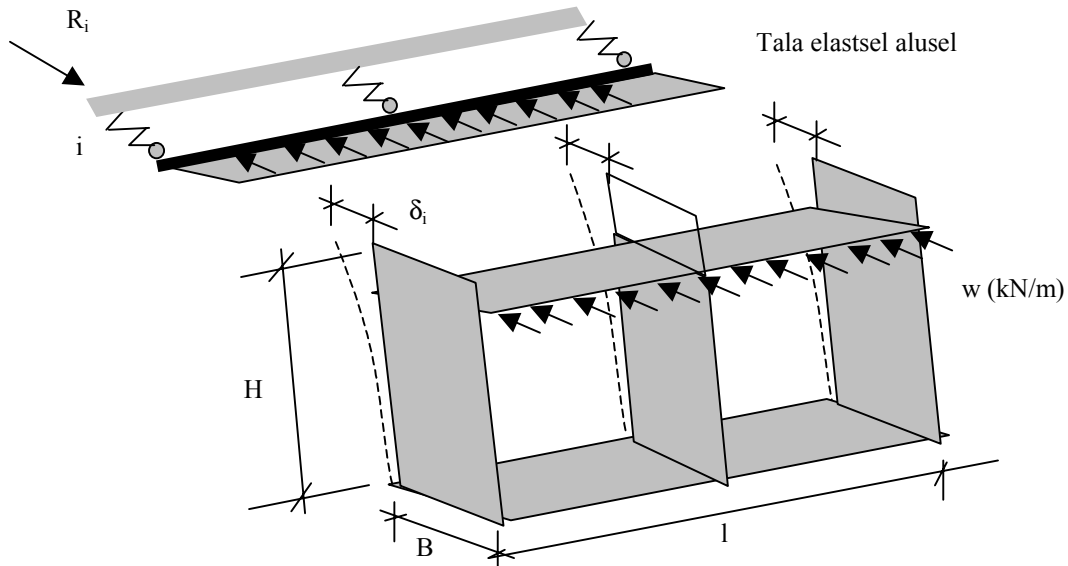


Skeem 3.9 Lae armeerimine horisontaalkoormusele

Põikseinte töötamine tuulekoormusele, diafragma.

Kui tuulekoormus kandub vahelae servale, siis vahelagi kannab selle koormuse edasi põikseintele, põikseinad on vahelagedele tugeks horison-

taalsuunas. Kuna põiksein on arvutuslikult konsool, siis tema koormamisel ta ka paindub. Seega on meil tegemist lae suhtes elastse toega (vedruga).



Skeem 3.10 Põikseinte töötamine tuulekoormusele (hoone skeem)

Nagu skeemil 3.10 näha, töötab vahelagi nagu tala elastsel alusel, kusjuures tala tuge de paigutused on võrdelised põikseina paindejäikusega omas pinnas (täpsemalt painde- ja nihkejäikusega). Kuivõrd vaadeldava tala (vahelae) kõrgus (B) on väga suur, siis tema läbipainded horisontaalsuunas tuulekoormusest on väga väikesed. Praktilistes arvututes võib vahelae paindejäikuse omas pinnas lugeda lõpmata suureks st vahelae võime lugeda absoluutselt jäigaks (temas ei esine deformatsioone).

Sellisel juhul summaarne tuulekoormus $W = wl$ (kN) jaotub kõikide tuge de (põikseinte) vahel võrdeliselt nende jäikustele (juhul kui koormuse resultandi rakendusjoon läbib süsteemi väändetsentrit). Väändetsenter on punkt, millest läbimisel koormus ei pane süsteemi pöörlema, seega on ta määratav staatilise momendi põhimõttel.

Hoonete põikseinte konstrueerimisel püütakse üldiselt saavutada, et väändetsenter asuks hoone süm-

meetria teljel (tuulekoormuse seisukohalt). Sel juhul määratakse i – ndale põikseinale langev tuulekoormuse osa üldisest tuulekoormusest võrdeliselt põikseina jäikusega põikseinte summaarse jäikuse suhtes.

Tuulekoormus

$W_i = R_i$, võrdub tala toereaktsiooniga vastava põikseina kohal.

Kuna põikseina arvutuslik jäikus koosneb üldjuhul paindejäikuse ja nihkejäikuse summast, siis ei ole ülesanne otseselt jäikuste võrdlemise alusel lahendatav. Selle asemel kasutatakse põikseinte paigutuste δ võrdlemist (põikseina deformatsioon mingil kõrgusel on määratav painde ja nihke koosmõjust). Kõrgetel ja kitsastel (H/B) seintel on määravaks paindejäikus, madalatel seintel on määravaks nihkejäikus. Ülesande lahendamisel eeldatakse, et vahelae paigutus on terves ulatuses konstantne.

Kui määrata kõikide põikseinte paigutus ühikkoormusest, siis võib võtta saadud paigutused aluseks

tuulekoormuse jaotamisel erinevate põikseinte vahel.

Põikseinale korruste kohale rakendatud koormuse võib lihtsuse mõttes asendada jaotatud koormusega vertikaalsuunas ($w - kN/m$).

Kui vaadelda hoone ulatuses horisontaalset 1 m laiust riba, mis on koormatud tuulekoormusega (kN/m^2), siis

$$W = \sum w_i,$$

kus w_i on määratud jaotusteguriga c_i , $\sum c_i = 1$.

Võib anda järgmise avaldise tuulekoormuse määramiseks toodud jaotussüsteemi alusel

$$w_j = w \left(\frac{v_1 \cdot l}{\delta_j \sum_{i=1}^n \frac{1}{\delta_i}} + v_2 \frac{L_{j-1} + L_j}{2} \right), \quad (3.1)$$

kus

w_j on koormus põikseina jooksvale meetrile vertikaalis;

w on tuulekoormus fassaadi pinnaiühikule;

v_1 ja v_2 on tegurid eksperthinnangu alusel, $v_1 = 0,9$ ja $v_2 = 0,1$ monoliitbetoonist vahelagede puhul, $v_1 = 0,65$ ja $v_2 = 0,35$ paneelidest lae puhul, $v_1 = 0,1$ ja $v_2 = 0,9$ puitlagede puhul;

L_j on põikseinte vahekaugus;

δ on seina paigutus ühtlaselt jaotatud ühikkoormusest.

3.1.2 Konstruktsiooni töötamine avariide puhul (välja arvatud maavärin ja tulekahju)

Lisaks ettenähtud koormustele tuleb tagada, et konstruktsioon väärkoormamise või avariid korral ei variseks totaalselt ja tekkivad vigastused ei oleks ebaproportsionaalselt suured võrreldes tervikstruktuuriga.

Märkus. Ei ole soovitatav kasutada lisakonstruktsioone ekstreemsete purunemisolukordade vältimiseks.

Konstruktsiooni kui terviku projekteerimisel tuleks kas arvestada oluliste kandelementide järgemööda väljalangemise võimalust või projekteerida need kandelementid nii, et nad võtaksid vastu avariikoormuse. Esimesel juhul peavad järelejääva konstruktsiooni stabiilsuse tagama ülejäänud elementide sidemed ja omavahelised kinnitused. Teisel juhul tuleb arvestada avariikoormuste mõju sidemetele ja kinnitustele.

3.1.3 Kandeelementide projekteerimine

Kandeelemente tuleb kontrollida kandepiiriseisundi alusel. Konstruktsioon tuleb nii projekteerida, et hoitaks ära praod ja läbipained, mis võivad kahjustada kattematerjale, vaheseinu, kinnitusi või tehnilisi seadmeid või rikkuda veetihedust.

Kui hoolimata elementide kandevõime piisavusest tekib kahtlusi kasutuspiiriseisundi nõuete osas, tuleks seda kontrollida. Teiste konstruktsioonelementide liigsed deformatsioonid (näiteks lagede suur läbipaine) ei tohiks mõjutada müüritise kasutatavust.

Tuleks kindlaks määrata, kas on vaja erilisi ettevaatusabinõusid kogu konstruktsiooni või selle üksikosade üldstabiilsuse tagamiseks ehitamise ajal.

3.2 Koormused, nende kombinatsioonid ja osavarutegurid

3.2.1 Alaline normkoormus

Alaline normkoormus G_k tuleb määrata vastavalt j 2.2.2.2.

3.2.2 Muutuv normkoormus

Muutuv normkoormus Q_k tuleb määrata vastavalt j 2.2.2.2 ja EPN 1.1. Muutuva koormuse esindusväärtus arvutusolukordades tuleb määrata vastavalt j 2.2.2.3 ja EPN 1.1.

3.2.3 Normatiivne tuulekoormus

Normatiivne tuulekoormus W_k tuleb määrata vastavalt EPN 1.2.6.

3.2.4 Normatiivne pinnase külgsurve

Normatiivne pinnase külgsurve tuleb määrata vastavalt EPN 1.1 ja EPN 7.1.

3.2.5 Arvutuslikud kombinatsioonid

Kandepiiriseisundi kontrollimisel tuleb arvutuskoormuste kombinatsioone arvestada vastavalt j 2.3.2.2 koos j 2.3.3.1 toodud osavaruteguritega. Kui on olemas alternatiivsed osavarutegurid, tuleb leida halvim kombinatsioon.

3.3 Müüritise arvutustugevus

Müüritise arvutustugevuse saamiseks tuleb normtugevus jagada osavaruteguriga γ_M .

Müüritise arvutustugevus leitakse avaldisega:

$$\text{— survel} \quad f_d = \frac{f_k}{\gamma_M}; \quad (3.2)$$

$$\text{— nihkel (lõikel)} \quad f_{vd} = \frac{f_{vk}}{\gamma_M}; \quad (3.3)$$

$$\text{— paindel} \quad f_{xd} = \frac{f_{xk}}{\gamma_M}, \quad (3.4)$$

kus γ_M on vastav väärtus j 2.3.3.2.

3.4 Armeerimata kivikonstruktsioonide arvutus

3.4.1 Vertikaalselt koormatud konstruktsioonid

3.4.1.1 Üldsätted

Vertikaalselt koormatud armeerimata müüri ja muude kandeelementide kandevõime sõltub seina ja vastava kandelemendi geometriast, koormuse ekstsentrilisusest ja müüritise omadustest.

Arvutuse eeldused:

- müüritise deformeerumisel jääb ristlõige tasapinnaliseks;
- müüritise tõmbetugevus risti sängitusvuuki on null;
- pinge-deformatsiooni graafik vastab skeemile

3.3 (vihik 1).

Tuleks arvestada:

- koormuse pikaajalisust;
- teist järku koormustulemeid;
- lagede ja diafragmade koostööd;
- lisaekstsentrilisusi konstruktsiooni eri osade erinevatest deformatsioonidest erinevate materjalide eriomaduste tõttu.

Kandepiiriseisundis peab armeerimata kivikonstruktsiooni verikaalkandevõime N_{Rd} olema vähemalt võrdne vertikaalkoormusega N_{Sd} , st

$$N_{Sd} \leq N_{Rd}. \quad (3.5)$$

Sobiv arvutusmeetod kandepiiriseisundi kontrollimiseks vertikaalselt koormatud elemendis on antud j 3.4.1.2...3.4.1.8.

Märkus. J 3.4.1.2...3.4.1.8 on tehtud lihtsustusi seoses seinte saleduse määramise ja nõtketeguriga χ , kaudsete koormuste tulem võetakse arvesse lihtsustatud viisil.

3.4.1.2 Avadeta seina ja postide tugevusarvutused

Vertikaalkoormusega ühekihilise seina ja posti kandevõime on

$$N_{Rd} = \frac{\chi_{i(m)} A_c f_k}{\gamma_M}, \quad (3.6)$$

kus

A_c — seina arvutusliku osa surutud tsooni ristlõikepindala. Vastavalt eeldustele ei võta ristlõige vastu tõmbepingeid, surutud osas pingeepüür täitub ja arvutustes võetakse see ristküliku kujuliseks. Selle pinna raskuskese peab seega asuma jõu rakenduspunkti all (sellega ühel joonel). See tingimus on pinna A_c määramise aluseks;

$\chi_{i(m)}$ — kandevõimet vähendav tegur (nõtketegur) χ_i või χ_m vastavalt saledusele ja ekstsentrilisusele (j 3.4.1.3);

f_k — müüritise normsurvetugevus;

γ_M — materjali osavarutegur;

Seina arvutustugevus tuleks määrata kas tema kõrguse keskkohal ühe viiendiku kõrguse pikkusel alal, kasutades tegurit χ_m või seina alumises või ülemises lõikes teguriga χ_i .

Kui seina arvutuslik ristlõige tema pikkuseühikule (1 m) on vähem kui 0,1 m², siis tuleks normsurveugevus f_k korrutada teguriga

$$(0,7 + 3A), \tag{3.7}$$

kus A on elemendi koormatud horisontaalne brutoristlõige m².

Mitmekihilise kergseina puhul tuleks määrata igale kihile langev koormus ja iga kihi kandevõime N_{Rd} vastavalt avaldisele (3.6). Ainult ühe kihi vertikaalsel koormamisel tuleks määrata seina kandevõime selle kihi arvutusliku ristlõike järgi, kihi arvutuslik paksus saleduse määramiseks leitakse avaldisega (3.23), vt ka j 3.4.1.5.

Vooderdatud seina, mille sidemed tagavad kihtide koostöö vertikaalkoormuse vastuvõtul, tuleks arvutada nagu ühekihilist seina, lähtudes nõrgemast kihist ja kasutades K väärtust, mis vastab pikivuugile seinas (vt j 3.6.2.2 – 1. vihik).

Kui vooderdatud seina kihtide koostöö ei ole tagatud, siis võib vaadelda teda mitmekihilise kergseinana koos sellistele seintele vastavate sidemetega. Uurded ja tühemikud vähendavad seina kandevõimet. Kui uurded ja tühemikud on lubatud piirides, võib nende mõju mitte arvestada. Kui urete või tühemike arv, suurus või paigutus ei mahu lubatud piiridesse, siis tuleks seina kandevõimet kontrollida järgnevalt:

— vertikaalseid vagusid ja tühemikke vaadeldakse avadena, mis läbivad püstsuunas seina kas täielikult või osaliselt või seina paksust vähendatakse,

— horisontaalseid või kaldvagusid vaadeldakse seinaläbivate avadena või kontrollitakse seina tugevust vao kohal arvestades netoristlõiget ja eks-
tsentrilisust.

Märkus. Üldjuhul võib eeldada, et kandevõime vähenemine seinas on võrdeline tema ristlõike vähenemisega, mis on põhjustatud vertikaalsetest vagudest ja tühemikest, kusjuures kandevõime kadu ei tohi ületada 25 %.

Kui seina kandevõime kandepiiriseisundis on tagatud vastavalt avaldisele (3.5), siis võib eeldada, et ka kasutuspiiriseisundi kontroll on rahuldatud.

**3.4.1.3 Nõtke- ja ekstsentrilisustegur, surve-
tsooni pindala**

Nõtke- ja ekstsentrilisusteguri χ ja survetsooni-
pindala A_c võib määrata järgnevalt.

a) Seina ülemises ja alumises lõikes (skeem 3.11)

$$\chi_i = 1, \tag{3.8}$$

ristkülikulise ristlõike puhul

$$A_c = (1 - 2\frac{e_i}{t})A \tag{3.9}$$

kus

e_i — ekstsentrilisus seina ülemises või
alumises lõikes vastavalt avaldisele
(3.10)

$$e_i = \frac{M_i}{N_i} + e_{hi} + e_a \geq 0,05 t; \tag{3.10}$$

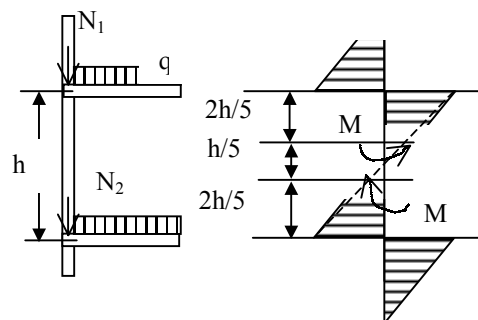
M_i — moment seina ülemises või alumises
lõikes lae toetamise ekstsentrilisusest
vastavalt j 3.4.1.7 (vt ka skeem 3.11);

N_i — arvutuslik vertikaalkoormus;

e_{hi} — horisontaalkoormuse (näiteks tuule)
põhjustatud vertikaalkoormuse
ekstsentrilisus seina ülemises lõikes;

e_a — juhuslik ekstsentrilisus (vt 3.4.1.7.2);

t — seina paksus.



Skeem 3.11 Momendiepiür seinas

b) Üldjuhul ($E = 1000 f_k$ puhul) tehakse tugevuskontroll seina keskkohal ühe viiendiku kõrguse pikkusel alal (skeem 3.11) avaldisega (3.6), kus

$$\chi_m = e^{-\frac{u^2}{2}}, \quad (3.11)$$

kus

e — naturaallogaritmi alus,

u — määratakse avaldisega

$$u = \frac{\lambda_i - 7}{16 + 64 \frac{A_c}{A}}. \quad (3.12)$$

Ristkülikulise ristlõike puhul

$$u = \frac{\lambda_h - 2}{23 - 32 \frac{e_{mk}}{t}}, \quad (3.13)$$

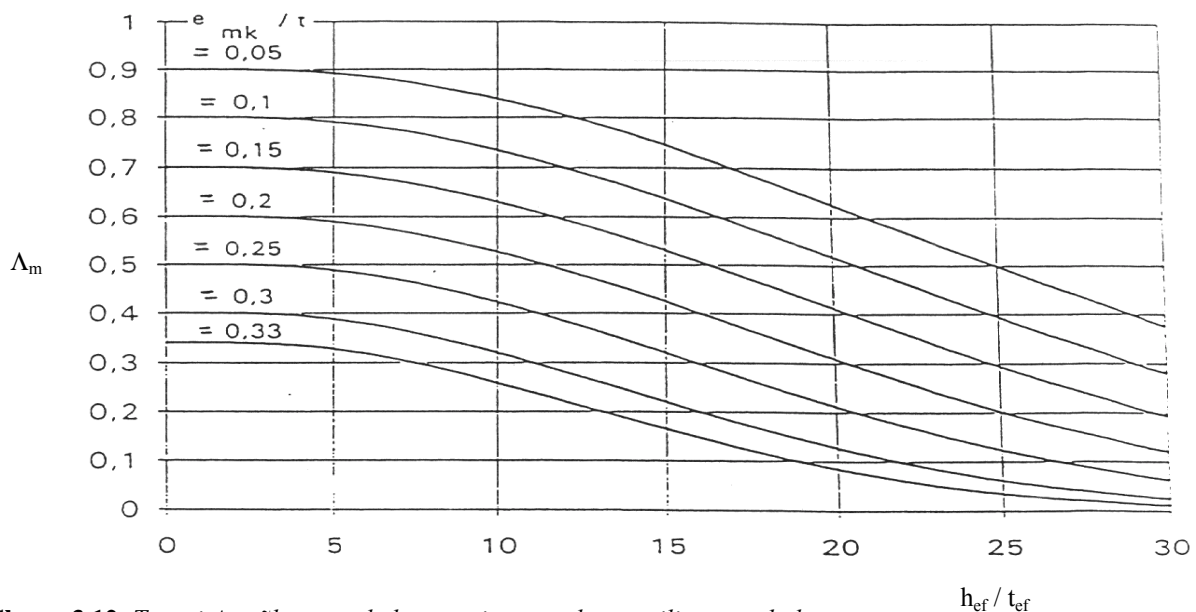
kus

$$A_c = (1 - 2 \frac{e_m}{t}) A. \quad (3.14)$$

Avaldiste (3.11...3.14) kasutamisel vajalikud tähised:

$\lambda_i = \frac{h_{ef}}{i}$ — seinosa või posti saledus inertsi-

raadiuse alusel ($i = \sqrt{\frac{I}{A}}$);



Skeem 3.12 Teguri Λ_m sõltuvus saledusest erinevate eksentrilisuste puhul

e_k — roomest tekkiv eksentrilisus vastavalt avaldisele (3.17)

$$e_k = 0,002 \Phi_\infty \frac{h_{ef}}{t_{ef}} \sqrt{t e_m}; \quad (3.17)$$

Φ_∞ — roometegur tabelist 3.5 (vt vihik 1).

Seina keskkohal ühe viiendiku kõrguse pikkusel alal võib j 3.4.1.1 antud lihtsustusi kasutades kontrollida riskülikukujulist ristlõiget, $E = 1000 f_k$ puhul, avaldisega

$$N_{Rd} = \frac{\Lambda_m A f_k}{\gamma_M}, \quad (3.18)$$

kus

tegur Λ_m määratakse skeemil 3.12 toodud diagrammi abil.

3.4.1.4 Seinade arvutuslik kõrgus

3.4.1.4.1 Üldsätted

Kandevseina arvutusliku kõrguse määramisel arvestatakse seinaga seotud konstruktsioonelementide suhtelist jäikust ja sidemete efektiivsust.

Seina arvutusliku kõrguse määramisel peab vahet tegema seina kinnitustingimustes (kinnitatud kahest, kolmest, neljast servast või vabaltseisev sein). Vahelagesid, sobivalt paiknevaid põikseinu ja muid seinaga seotud sama jäiku konstruktsioonelemente võib vaadelda seina kinnituseks ja neid arvestada konstruktsiooni üldstabiilsuse kontrollimisel.

3.4.1.4.2 Seinade jäik kinnitus

Seina vertikaalserva võib lugeda jäigalt kinnitatuks,

kui:

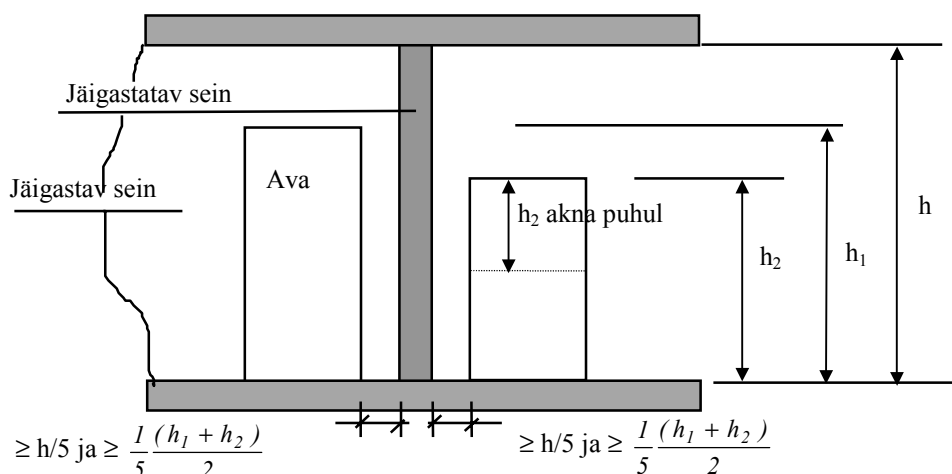
— arvutuslikult ei teki pragu jäigastava seina ja antud seina vahel, st mõlemad seinad on omavahel seotud ja samaaegselt tehtud enamvähem ühesuguste deformatsioonomadustega materjalidest, on enamvähem ühesuguselt koormatud ja mahukahanemine, koormamine jms ei põhjusta seinte omavahelist liikumist;

— antud seina ja jäigastava seina vahel on võimalik vastu võtta tekkivat tõmbe- ja survejõudu ankru- te, sidemete või muude sarnaste vahendite abil.

Jäigastava seina pikkus peaks olema vähemalt 1/5 korruse kõrgusest ja paksus vähemalt 0,3 jäigastava seina arvutuspaksusest, kuid mitte vähem kui 85 mm.

Kui jäigastavas seinas on avad, siis peaks avade minimaalne vahekaugus kohas, kus kinnitatakse jäigastatav sein, olema vastav joonisele 3.13 ja jäigastatav sein jääma avade servast vähemalt 1/5 korruse kõrguse kaugusele.

Seinu võib jäigastada ka muude konstruktsioonelementidega eeldusel, et neil on samasuur jäikus kui jäigastaval tellisseinal ja nende ühendus jäigastava seinaga tagab tekkivate tõmbe- ja survejõudude vastuvõtu.



Skeem 3.13 Avadega jäigastava seina minimaalnõuded

3.4.1.4.3 Seinä arvutuskõrguse määramine

Seina arvutuskõrguse võib määrata avaldisega

$$h_{ef} = \rho_n h, \quad (3.19)$$

kus

h_{ef} — seinä arvutuskõrgus;

h — korruse puhaskõrgus;

ρ_n — vähendustegur, kus $n = 2, 3$ või 4 sõltub seinä kinnitustingimustest.

Vähendusteguri ρ_n väärtuseks võib võtta:

a) seinale, mis on alt ja ülalt seotud mõlemale poole seinä ulatuva raudbetoonvahelae või katusega või raudbetoonvahelaega ühelt poolt seinä, mis toetub seinale vähemalt $2/3$ seinapaksuse ulatuses, kuid mitte vähem kui 85 mm

$$\rho_2 = 0,75,$$

kui koormuse ekstsentrilisus seinä ülaserval on suurem kui $0,25$ seinapaksust, siis

$$\rho_2 = 1,0;$$

b) seinale, mis on alt ja ülalt seotud mõlemale poole seinä ulatuva puitvahelae või katustega või puitvahelaega ühelt poolt seinä, mis toetub seinale vähemalt $2/3$ seinapaksuse ulatuses, kuid mitte vähem kui 85 mm

$$\rho_2 = 1,0,$$

kui koormuse ekstsentrilisus seinä ülaserval on suurem kui $0,25$ seinapaksust, siis alati

$$\rho_2 = 1,0;$$

c) kui ei sobi tingimus a) ega b), siis $\rho_2 = 1,0$;

d) seinale, mis on kinnitatud alt ja ülalt ning jäigastatud ühel vertikaalserval (teine serv vaba)

$$\rho_3 = \frac{1}{1 + \left[\frac{\rho_2 h}{3L} \right]^2} \rho_2 > 0,3, \quad (3.20)$$

kus $h \leq 3,5 L$ puhul võetakse ρ_2 a), b) või c) kohaselt;

$h > 3,5 L$ puhul

$$\rho_3 = \frac{1,5L}{h}, \quad (3.21)$$

kus L on vaba serva kaugus jäigastava seinä keskelt;

Märkus. ρ_3 väärtuste graafik on antud lisas B.

e) seinale, mis on kinnitatud alt ja ülalt ning jäigastatud kahel vertikaalserval

$$\rho_4 = \frac{1}{1 + \left[\frac{\rho_2 h}{L} \right]^2} \rho_2, \quad (3.22)$$

kus $h \leq L$ puhul ρ_2 võetakse a), b) või c) kohaselt;

$h > L$ puhul

$$\rho_4 = \frac{0,5L}{h}, \quad (3.23)$$

kus L on jäigastusseinte tsentrite vahekaugus.

Kui sein on jäigastatud kahel vertikaalserval, aga $L \geq 30t$, või sein on jäigastatud ühel vertikaalserval, aga $L \geq 15t$ (t on jäigastusseina paksus), siis loetakse sein kinnitatuks ainult alt ja ülalt.

3.4.1.4.4 Avade, vagude ja tühemike mõju seintele

Kui sein on nõrgestatud avade, vagude või tühemikega, tuleks arvutustes kasutada tema vähendatud paksust t või eeldada, et seinä vaba serv asub nõrgestuse kohal. Kohta, kus vertikaalse vao tõttu seinä paksus väheneb poole võrra, tuleb alati vaadelda vaba servana.

Kui seinas on ava, mille puhaskõrgus on suurem kui $1/4$ korruse kõrgusest, või puhaslaius on suurem kui $1/4$ seinä pikkusest või ava pind on suurem kui $1/10$ selle seinä pindalast, siis eeldatakse seinä arvutuskõrguse määramisel, et ava ääres on seinä vaba serv.

3.4.1.5 Seinä arvutuspaksus

Ühekihilise, kahekihilise, vooderdatud, kesttoetusega seinä või mittetöötava voodri ja betooniga täidetud kergseinä arvutuspaksuseks t_{ef} võib võtta seinä tegeliku paksuse t .

Kergseinä arvutuspaksuseks t_{ef} võib võtta juhul, kui mõlemad seinäkihid on seotud vastavalt nõuetele

$$t_{ef} = \sqrt[3]{t_1^3 + t_2^3}, \quad (3.24)$$

kus t_1 ja t_2 on kihtide paksused.

Kui koormatud seinakihi elastsusmoodul E on suurem kui teisel ja see võib viia seina arvutuspaksuse ülehindamisele, tuleks t_{ef} määramisel aluseks võtta kihtide suhteline jäikus.

Kui kergseina puhul on ainult üks seinakiht koormatud, võib seina arvutuspaksuse määrata avaldisega (3.23) eeldusel, et kihtide omavahelised sidemed on küllalt elastsed ja seinakihtide erinevad deformatsioonid ei too kaasa vigastusi seinas. Arvutuspaksuse määramisel ei võeta koormamata seinakihi paksust suuremaks koormatud kihi omast.

3.4.1.6 Sein saledus

Vahelagedega koormatud sein saledus h_{ef}/t_{ef} ei tohi olla suurem kui 27, vabal koormatud seinal mitte üle 20. Postide saledust vähendatakse ~ 30 % võrreldes seinaga.

3.4.1.7 Koormuse ekstsentrilisus

3.4.1.7.1 Üldsätted

Arvutustes tuleb arvestada koormuse ekstsentrilisust sein pinnast välja.

Ekstsentrilisuse arvutamisel võib lähtuda materjalide omadustest vastavalt peatükile 3 (1. vihikus), horisontaalvuugi töötamisest ja ehitusmehaanika põhimõtetest.

3.4.1.7.2 Juhuslik ekstsentrilisus

Seina ehitamisega kaasnevate vigade arvestamiseks tuleb arvutustes eeldada kogu sein kõrguses juhuslikku ekstsentrilisust e_a .

Juhusliku ekstsentrilisuse suuruseks võib võtta $h_{ef}/300$, kus h_{ef} on seina arvutuskõrgus vastavalt j 3.4.1.4.

Märkus. Suurus 300 peegeldab tööde tegemise keskmist taset. Eestis ei ole seda suurust täpsustatud.

3.4.1.8 Avadega sein tugevusarvutused

3.4.1.8.1 Üldsätted

Avadega sein puhul tuleb tagada ava kohal oleva

koormuse ülekandmine müürile.

Ava katmiseks kasutatakse kas monteeritavaid silluseid (sillustalaseid) või kivisillust. Monteeritavad sillused tehakse tavaliselt kas raudbetoonist või terasprofiilidest.

3.4.1.8.2 Monteeritavad sillused

Monteeritav sillus tõstetakse müüri ladumise ajal ava peale, peale seda müüri ladumine jätkub.

Kasutatakse nn

— mittekandvaid ja

— kandvaid silluseid.

Esimesel juhul on sillus ettenähtud ava peale tuleva värskel müürituse massi kandmiseks. Peale müüritise kivinemist eeldatakse, et müüritis hakkab ise tööle ava kohal kandva elemendina.

Sellise silluse peal peab olema vähemalt ava laiuse kõrguses avadeta vaba müür (ilma lagede koormuseta). Sillust projekteeritakse sellise müüri kaalule. Ava laius ei tohiks olla üle 2...2,5 m.

Teisel juhul peab sillus võtma vastu kõik koormused, mis esinevad ava peal eelpool mainitud alas.

3.4.1.8.3 Kivisillused

Kivisilluse töötamise eelduseks on kaareefekti tekimine vastavas müüritise osas. Kivisilluse töötamine on võimalik ainult juhul, kui temas tekkivad horisontaalreaktsioonid võetakse hoone poolt vastu.

Eristatakse nn

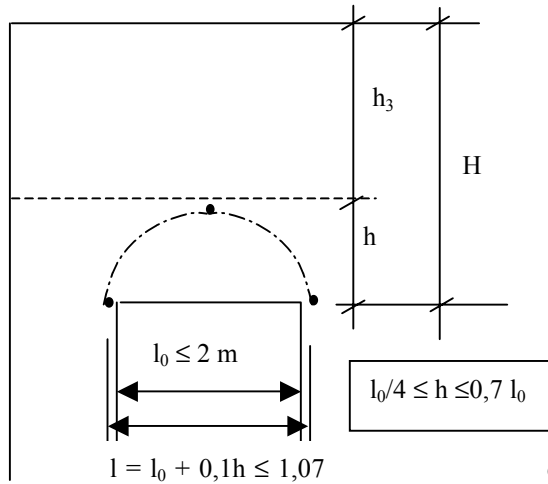
— ridasillust,

— kaarsillust (võlvi) ja

— kõrget tala (talaseina).

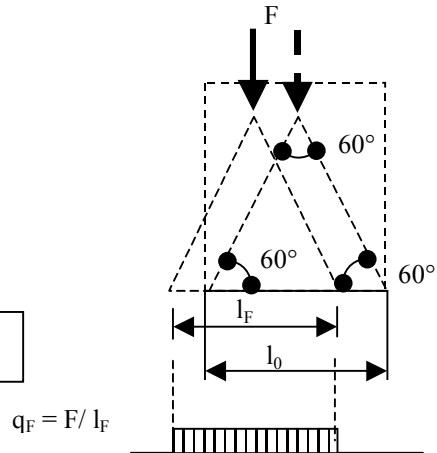
Kõrge tala puhul on vajalik müüritise armeerimine.

Vastavate silluste kasutamiskiirgused on esitatud järgnevatel skeemidel.

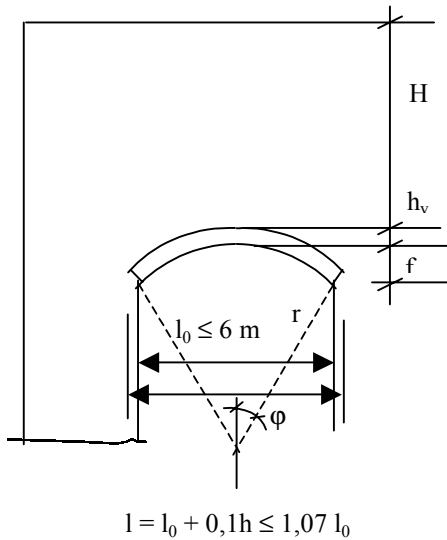


Skeem 3.14 Ridasilluse kasutamisala

Koormused sillusele:



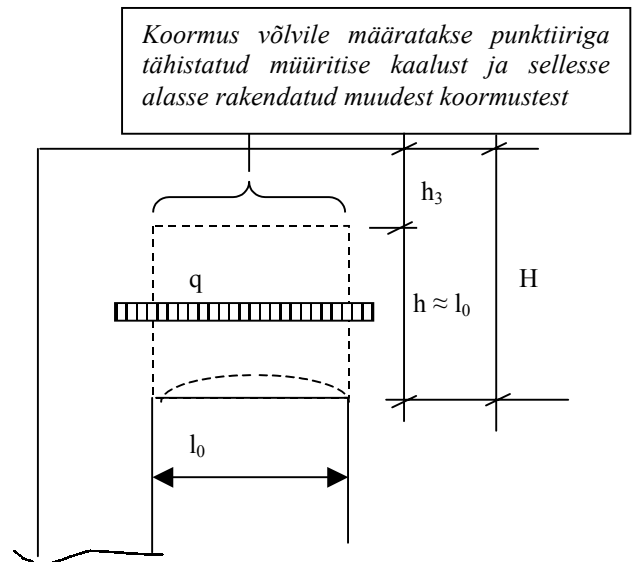
Skeem 3.16 Võlvi koormus koondatud koormusest



Skeem 3.15 Võlvi kasutusala (eeldatakse, et võlvi-na töötab võlvi teljega risti laotud võlvikividest osa)

Tähised:

- l_0 — puhasava;
- l — arvutuslik ava;
- t — seina paksus;
- h — võlvi tinglik kõrgus;
- H — seina kõrgus;
- h_3 — võlvipealse seinaosa kõrgus.
- h_v — võlvi töötava osa kõrgus;
- f — võlvi tõus
- r — võlvi raadius;
- ϕ — avanemismurk.



Skeem 3.17 Koormus võlvile jaotatud koormusest

3.4.2 Koormused toesõlmedes

Müüritise tugevus kohaliku koormuse puhul on üldiselt suurem tema arvutustugevusest.

Kui esimese tugevusegrupi kividest tehtud kestsängituse sein on koormatud koondatud jõuga, siis tuleks kontrollida, et koondatud jõu all ei ületaks survepinged järgmise avaldisega antud väärtust

$$\frac{f_k}{\gamma_M} \left[(1 + 0,15x) \left(1,5 - 1,1 \frac{A_b}{A_{ef}} \right) \right], \quad (3.28)$$

kuid mitte vähem kui $\frac{f_k}{\gamma_M}$ ega rohkem kui

$$1,25 \frac{f_k}{\gamma_M}, \quad \text{kui } x = 0 \text{ ja} \quad (3.29)$$

$$1,5 \frac{f_k}{\gamma_M}, \quad \text{kui } x \geq 1,0; \quad (3.29')$$

vahemikus $0 < x \leq 1$ interpoleeritakse piirväärtust lineaarselt (3.29) ja (3.29') vahel.

Eelmiste avaldiste tähised:

- f_k — müüritise normsurvetugevus;
- γ_M — materjali osavarutegur;
- $x = \frac{2a_1}{H}$, kuid mitte suurem kui 1,0;
- a_1 — kaugus seinast servast jõu toetuspinna lähima ääreni (vt skeem 3.20);
- H — sein kõrgus kuni koormuse rakeduskohani;
- A_b — toetuspind, mida ei võeta suuremaks kui 0,45 A_{ef} ;
- A_{ef} — sein arvutuslik ristlõikepind $L_{ef} t$;
- L_{ef} — arvutus pikkus sein või vaheposti keskmisel kõrgusel (vt skeem 3.20);
- t — sein paksus, mis arvestab uurdeid sügavusega enam kui 5 mm.

Kui sein on tehtud grupi 2a, 2b või kolmanda grupi kividest või kestsängitusega, siis tuleks kontrollida, et vahetult koormuse all survepinged ei ületaks

$$\frac{f_k}{\gamma_M}. \quad (3.30)$$

Koormuse ekstsentrilisus ei tohiks olla suurem kui

$t/4$ (vt skeem 3.20).

Kõikidel juhtudel tuleks kontrollida nõudeid sein keskmise kõrguse lõikes koondatud koormuse all, kaasa arvatud teiste kaudsete koormuste tulemit, eriti siis kui koondatud jõud on lähestikku ja pingestatud alad võivad kattuda.

Koondatud jõu ülekandmisel müüritisele esimese grupi kivide või mõne muu täismaterjalist jaotuspada abil jaotub koormus (pinge) müüritises selle kivi või toetuspada servadest 60° nurga all horisontaali suhtes mõlemale poole, müüri nurgale toetamisel toimub jaotus ainult ühes suunas.

Kui kasutatakse jaotustala laiusega t , kõrgusega üle 200 mm ja pikkusega rohkem kui kolm toetuspikkust, siis ei tohiks survepinge vahetult koormava pinna all olla suurem kui $1,5 \frac{f_k}{\gamma_M}$.

Võib eeldada, et toetussõlmed, mis rahuldavad kandepiirseisundi avaldiste (3.28), (3.29), (3.29') või (3.30) nõudeid, rahuldavad ka kasutuspiirseisundi nõudeid.

Seina tugevuse kontrollimiseks koondatud jõu all vaadeldakse jõu all vertikaalset seiniosa tinglikku postina vastavalt skeemile nr 3.20.

3.4.3 Nihkele (põikjõule) töötav armeerimata sein

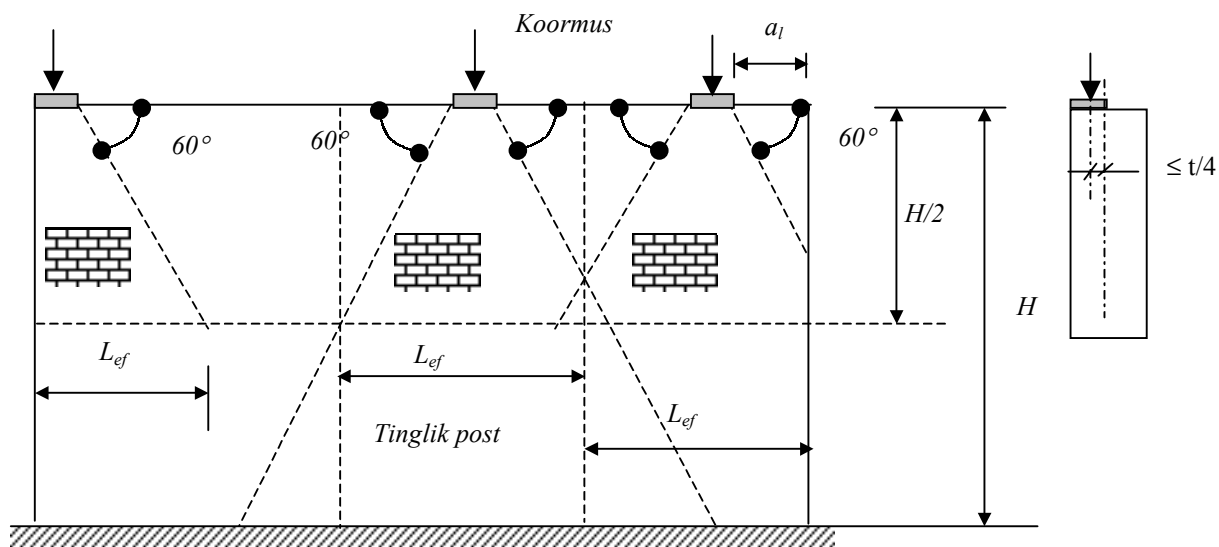
3.4.3.1 Üldsätted

Horisontaaljõudude vastuvõtmine hoones on üldiselt ette nähtud vahelagedest ja seintest koosneva nihkele (põikjõule) töötava süsteemi abil. Konstruksioon peab olema selline, et mõjuvad jõud ei ületaks tema kandevõimet horisontaaljõudude suhtes.

Avad nihkele töötavas seinas võivad märgatavalt halvendada seinatöötamist, seetõttu tuleks nende olemasolu arvestada. Uurded ja taanded vähendavad seinatöötamist. Selle vähenemise võib lugeda tähtsusetuks, kui uurded ja taanded on lubatud piirides. Kui uurete ja taanete suurus, arv või

paigutus ületavad lubatava piiri, siis tuleb seinanihketugevust kontrollida uurde või taande kohal

vähenenud seinapaksust arvestades.



Skeem 3.20 Pingejaotus seinas

Teatav osa ristuvast seinast võib osaleda antud nihkele töötava seina äärikuna suurendades tema jäikust ja tugevust (paindearvutustes). Seda võib arvutuses arvestada juhul, kui on kontrollitud, et peamise nihkele töötava seina ühendus äärikuga on võimeline vastu võtma tekkivat nihkepinget ja äärik ei nõtku välja.

Ristuva seiniosa pikkus, mida võib arvestada nihkele töötava seina äärikuna, on nihkele töötava seina paksus pluss täiendavalt mõlemale poole (kui see on võimalik) vähim suurustest (vt ka skeemi 3.21):

— $h_0/3$ ja mitte rohkem kui $6t$,

kus

h_0 — nihkele töötava seina paindekõrgus,

t — ääriku paksus;

— pool nihkele töötavate seinte vahekaugusest, kui ristuv sein ühendab neid;

— nihkele töötava seina tegelik pikkus (d);

— pool korruse kõrgusest.

Oma pinnas paindele töötava kiviseina mitteli-neaarsete karakteristikute puudumisel võiks ääri-

kuga nihkele töötava seina elastset jäikust kasutada ainult sisejõudude jaotuse määramiseks. Seinte korral, mille kõrgus on kaks korda pikkusest suurem, võib nihkedeformatsioonide mõju jäikusele hüljata.

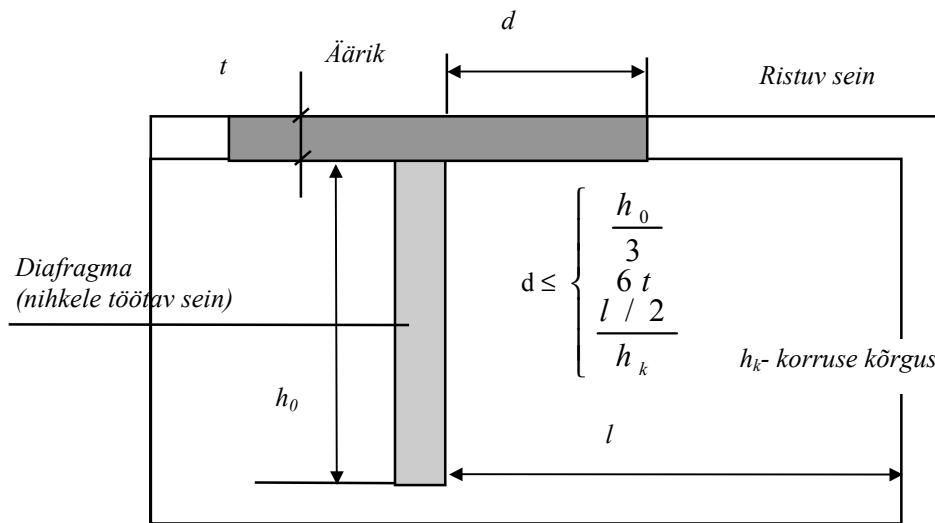
Kui vahelagesid saab vaadelda jäikade diafragmadena (näiteks kohapeal betoneeritud plaadid, monolitiseeritud paneelid), siis tavaliselt jaotatakse horisontaaljõud nihkele töötavate seinte vahel proportsionaalselt nende jäikustega eeldusel, et nende läbipained on võrdsed; vajaduse korral võib kasutada ka täiuslikumaid analüütilisi arvutusmeetodeid.

Kui nihkele töötav seinte süsteem on plaanis ebasümmeetriline või mingil teisel põhjusel mõjub horisontaaljõud ekstsentriliselt kogu konstruktsiooni jäikustsentrile suhtes, siis tuleb arvesse võtta süsteemi pöördumisel tekkiva väände mõju üksikseintele.

Kui vahelaed ei ole küllalt jäigad vaatlemaks neid horisontaalsete diafragmadena (näiteks omavahel ühendamata monteeritavad raudbetoonelemendid),

siis tuleks nihkele töötava seina horisontaalkoormuseks võtta jõud, mis tuleb seinaga seotud vahe-

laeosadelt, mille külge see sein on otseselt kinnitatud.



Skeem 3.21 Ääriku laius, mida võib arvestada nihkele töötava seina juures (hoone plaan)

3.4.3.2 Nihkele töötava seina kontrollimine

Kandepiiriseisundi puhul tuleb nihkele töötavat seinna ja temaga ristuvast seinast moodustuvat äärikut kontrollida vertikaal- ja horisontaalkoormusega.

Seina või ääriku töötav netopikkus ja -paksus tuleks määrata, arvestades avade, uurete ja taanete olemasolu ning hüljates vertikaalse tõmbepingega alla sattuva seinosa.

Nihkele töötava seina ja arvutuses arvestatava, ristuvast seinast moodustuva ääriku ühenduse tugevust tuleb kontrollida vertikaallõikes.

Arvutuslik põikjõutugevus V_{Rd} peab olema vähemalt võrdne mõjuva põikjõu arvutussuurusega V_{Sd}

$$V_{Sd} \leq V_{Rd} \quad (3.31)$$

Arvutuslik põikjõutugevus määratakse avaldisega

$$V_{Rd} = \frac{f_{vk} t l_c}{\gamma_M} \quad (3.32)$$

kus

- f_{vk} — müüritise normnihketugevus;
- t — seina tegelik paksus;
- l_c — surutud seinosa pikkus (paindel);
- γ_M — materjali osavarutegur.

Surutud seinosa pikkuse l_c võib arvutada, eeldades

kolmnurkset pingeaotust seinas.

Liite vertikaalse nihke tugevus tuleks määrata sellise liite katseandmete alusel. Katseandmete puudumisel võib kasutada arvutusväärtust f_{vko} / γ_M (f_{vko} on nihketugevus nullsurve pingekorral) eeldusel, et ühendus seinte vahel vastab nõuetele. Kui avaldisega (3.31) kontrollimisel vastab sein kandepiiriseisundi nõuetele, siis võib ta lugeda ka kasutuspiiriseisundile vastavaks.

Seinas mõjuvat maksimaalset horisontaalset nihkejõudu (põikjõudu), mis on arvutatud elastse arvutusskeemi alusel, võib vähendada, arvestades seina mõningasest pragunemisest põhjustatud jõudude võimalikku ümberjaotumist piirilukorras. Üksikus seinas mõjuvat nihkejõudu võib vähendada kuni 15 %, suurendades nihkejõudu paralleelsetes seintes nii, et oleks tagatud tasakaal koormavate jõududega.

3.4.4 Külgkoormusega armeerimata sein

3.4.4.1 Üldsätted

Külgkoormusega seina tugevus peab olema kandepiiriseisundi arvutuslikust külgkoormusest suurem

või võrdne.

Märkus. Peamiselt küljelt mõjuva tuulekoormusega seinte arvutamiseks täpseid meetodeid ei ole, kuid võib kasutada ligikaudseid meetodeid.

Uurded ja taanded vähendavad külškoormuse arvutuses kasutatava seina paindetugevust. Vähendamise võib lugeda tähtsusetuks, kui uurded ja taanded on väiksemad tabelis 5.3(1. vihik) määratud suurustest. Kui uurete ja taanete suurus, arv ja asukohad on väljaspool neid piire, võib seina paindetugevuse kontrollimisel kasutada seina redutseeritud paksust uurete või taanete kohal.

3.4.4.2. Sidemed seinas

Kui seinale, eriti kergseinale mõjub tuulekoormus, peavad seina kahte kihti ühendavad sidemed olema võimelised jaotama koormuse otseselt koormatud kihilt teisele kihile, põhiseinale või toele.

Sidemete minimaalne arv seina pinnatühiku kohta peaks olema (vt ka 5.5, 1. vihik)

$$\gamma_M \frac{W_{Sd}}{F}, \quad (3.33)$$

kus

W_{Sd} — arvutuslik tuulekoormus seina pinnatühiku kohta;

F — seinasideme normatiivne surve- või tõmbetugevus (kumb on arvutusskeemi järgi vajalik), mis määratakse katseliselt vastavalt EN 864-4, EN 846-5 või EN 846-6;

γ_M — seina sidemete osavarutegur.

Temperatuuri muutusest tekkiva pinge määramisel müüritises peaks eeldama vähemalt järgmisi deformatsioone:

— 0,25 mm/m savitelliste ja kergbetooniga müüritise puhul;

— 0,3 mm/m silikaatkivide ja mullbetoonkivide puhul;

— 0,4 mm/m betoonkivide puhul.

Tuulekoormus tuleb arvutada vastavalt EPN 1.2.6-

le. Kergseinaga korral tuleks seina pinnatühikule mõjuv arvutuskoormus W_{Sd} jaotada seina kahe kihi vahel proportsionaalselt nende külgtugevusele.

Märkus. Valida tuleks sellised sidemed, mis võimaldavad kihtide erinevaid deformatsioone ilma vigastusi tekitamata.

Voodriga seina korral tuleb arvestada, et sidemed peavad üle kandma kogu tuulest tingitud horisontaalkoormuse põhiseinale või tugikonstruktsioonile.

3.4.4.3 Pinnase külgsurve

Pinnase külgsurve puhul tuleb seina arvutamisel kasutada selleks sobivaid arvutusmeetodeid.

Märkus. Pinnasesurvega koormatud seina arvutamisel ei kasutata müüritise paindetugevust f_{xk1} .

3.4.5 Postide arvutus

3.4.5.1 Üldsätted

Posti arvutamisel tuleb tema tugevuse kontrollimisel arvestada stabiilsusekao ohtu mõlemas rist-suunas. Posti saledust vähendatakse 30 % võrreldes seinasaledusega.

Üldiselt tehakse mõlemas suunas eraldi tugevuskontroll. Tugevuskontrolliks kasutatakse j 4.4.1.2 toodud avaldisi.

3.5 Armeeritud kivikonstruktsioonide arvutus

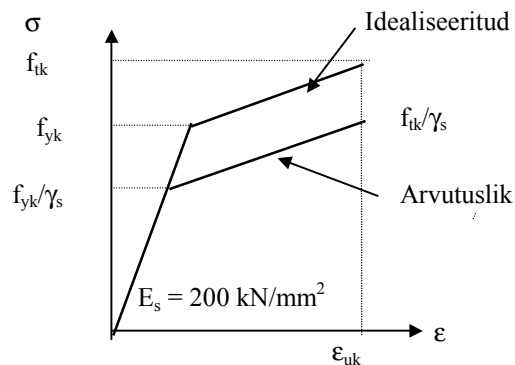
3.5.1 Üldsätted

Kivimüürituse armeerimist võib teha kas müüri ladumise ajal või pärast ladumist. Ladumise ajal armeeritakse müüri võrkudega või varrasarmatuuriga. Esimesel juhul on eesmärgiks müüritise kui materjali tugevuse suurendamine, teisel juhul luuakse uus liitkonstruktsioon, kus müüritis töötab konstruktsiooni survetsoonis ja armatuur tema tõmbetsoonis. Armeerimine pärast ladumist uue konstruktiivse skeemi loomiseks toimub armatuuri paigutamisega müüritusse jäetud vagudesse või kanalitesse, mis hiljem betoneeritakse täis. Armeerimisega pärast ladumist (metall- või betoonsärgide

abil) võib ka olemasoleva müüritise tugevust suurendada.

Armeeritud müüritise tugevus tuleb määrata teooria abil, mis arvestab mittelineaarseid seoseid ja teist järku mõjusid. Müüritises oleva täitebetooni deformatsioonid tuleb võtta võrdseks müüritise omadustega. Momendi, momendi ja pikijõuga või pikijõuga koormatud armeeritud müüritise arvutus peab põhinema järgmistel eeldustel:

- tasapinnaline ristlõige jääb tasapinnaliseks;
- armatuuri ja seda ümbritseva müüritise deformatsioonid on võrdsed;
- müüritise tõmbetugevus on null;
- müüritise maksimaalne survedeformatsioon võetakse vastavalt materjalile;
- armatuuri maksimaalne tõmbedeformatsioon võetakse vastavalt materjalile;
- müüritise pingepikenemise seos võetakse parabolne, parabool-täisnurkne või täisnurkne (vt Vihik 1 j 3.4.1);
- armatuuri pingepikenemise seos vastab skeemile 3.22;



Skeem 3.22 Armatuuri pingedeformatsiooni diagramm

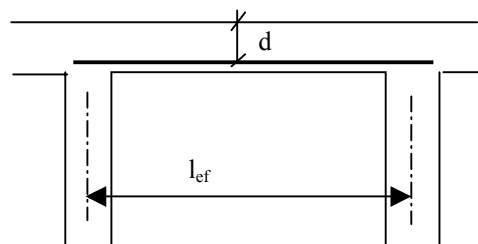
- ainult pikisurvega koormatud müüritise piirsurveformatsioon on -0,002;
- mitte üleni survega koormatud ristlõike puhul võetakse müüritise piirsurveformatsioon -0,035. Vahepealses olukorras määratakse deformatsioonidiagramm eeldusel, et deformatsioon -0,002 on ristlõike enamsurutud servast 3/7 ristlõike kõrguse kaugusel.

Kui survetsoon sisaldab nii müüritist kui ka müüritises olevat täitebetooni, tuleks survetugevuse määramisel kasutada nõrgema materjali survetugevusele vastavat pingediagrammi.

3.5.2 Paindeelemendi arvutuslik ava

Jätkuva või üheavalise elemendi arvutuslik ava l_{ef} võetakse, välja arvatud kõrged talad, vähimana suurustest (vt skeem 3.23):

- tugede tsentrite vahekaugus,
- tugede puhasvahe pluss elemendi arvutuskõrgus d .



Skeem 3.23 Arvutuslik ava

Konsooli arvutus pikkuseks l_{ef} võib võtta vähimana suurustest :

- kaugus konsooli otsa ja toe tsentri vahel,
- kaugus konsooli otsa ja toe serva vahel pluss pool konsooli arvutuskõrgusest d .

Armeeritud müüritise ava pikkust tuleks piirata tabelis 3.1 toodud väärtusega.

Ava pikkuse piirsuhted Tabel 3.1

Tööskeem	Ava pikkuse ja arvutuskõrguse suhe	
	Sein	Tala
Lihhtala	35	20
Jätkutala	45	26
Kahes suunas töötav sein	45	-
Konsool	18	7

Märkused.

1. Seinah puhul eeldatakse müüritise painet seinast väljast, tala puhul seinast sisse.

2. Eraldiseisva seinah korral, mis ei ole ehitise osa ja on koormatud peamiselt tuulekoormusega, võib tabelist seinah jaoks toodud arve suurendada 30% juhul, kui sellel seinah ei ole viimistluskihti, mida deformatsioonid võivad kahjustada.

Et kindlustada üheavalise või jätkuva seinah elemendi

di külgstabiilsust, ei tohiks puhaskaugus tugele vahel ületada väiksemat suurustest:

$$60 b_c \text{ või } \frac{250}{d} b_c^2, \quad (3.34)$$

kus

d — arvutuskõrgus,

b_c — survetsooni laius poolel maal sidemetevahelises osas.

Konsoolil, millel on külgside ainult toe kohal, ei tohiks kaugus konsooli otsast kuni toe servani ületada väiksemat suurustest:

$$25 b_c \text{ või } \frac{100}{d} b_c^2, \quad (3.35)$$

kus b_c mõõdetakse toe serva kohalt.

3.5.3 Vertikaalselt koormatud elementide saledus

Vahelagedega koormatud seina saledus ei tohiks olla suurem kui $\lambda_h = 27$, postidel mitte suurem kui 20.

3.5.4 Äärikutega elemendid

Kui armatuur mingis müüritise lõikes on koondatud eri punktidesse nii, et see müüritise osa võib töötada kui äärikuga element, näiteks T- või L-kujuline, tuleks ääriku paksuseks t_f võtta müüritise paksus selles kohas, kuid mitte rohkem kui $0,5d$, kus d on elemendi arvutuslik kõrgus. Sein koondatud armatuuride vahel peaks töötama kohalikule koormusele ja vastama äärikuga elemendi nõuetele.

Ääriku arvutuslaius tuleks võtta vähim järgnevatest:

a) T-kujulise elemendi korral:

- ääriku tegelik laius;
- tasku või ribi laius pluss 12-kordne ääriku paksus;
- taskute või ribide vaheline kaugus (samm);
- 1/3 seina kõrgusest.

b) L-kujulise elemendi korral:

— ääriku tegelik laius;

— tasku või ribi laius pluss 6-kordne ääriku paksus;

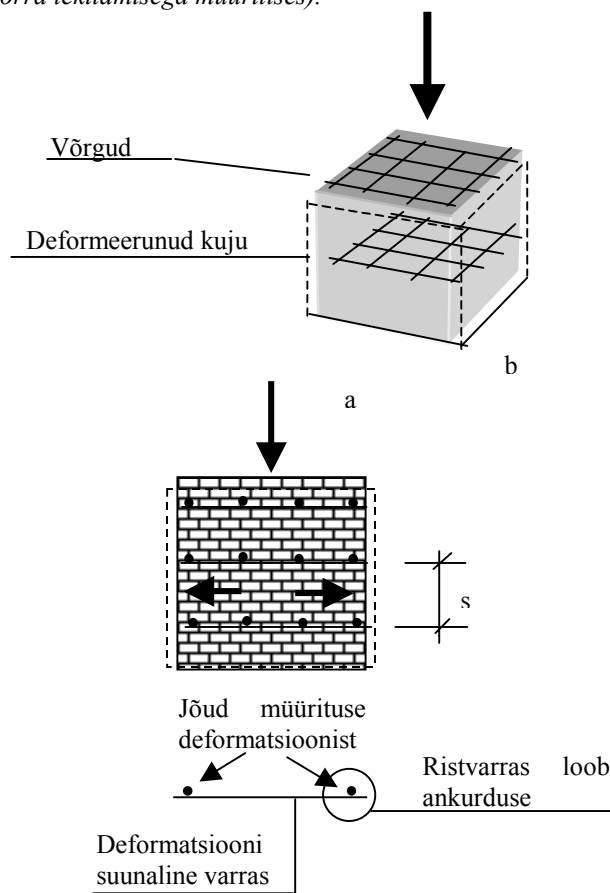
— pool taskute või ribide vahelisest kaugusest;

— 1/6 seina kõrgusest.

3.5.5 Müüritise armeerimine ladumise ajal

3.5.5.1 Võrkudega armeerimine

Võrkudega armeerimise eesmärgiks on müüritise tugevuse tõstmine vertikaalkoormusele. Tugevdamine saavutatakse survel tekkiva külgdeformatsiooni piiramisega armatuuriga (ruumilise pingelõu korra tekitamisega müüritises).



Skeem 3.24 Võrgu töötamine müüritises

Tugevduse kasvu hinnatakse üldiselt mahulise armeerimise teguriga

$$\mu = V_s / V_m, \quad (3.36)$$

kus

V_s — ühe töötava varda maht,

V_m – ühe töötava vardaga kaetud müüritise osa maht. Võrkude samm ei tohiks olla suurem kui $s = 450$ mm.

Müüri puhul on töötavateks varrasteks ainult põiksuunalised võrguvarrad, posti puhul töötavad kõik võrguvarrad.

Skeemil 3.24 näidatud posti puhul oleks

$$\mu = \frac{A_s \sum l_s}{abs}$$

kus A_s on võrguvarra ristlõike pindala,
 l_s on varda pikkus,
 s on võrkude samm kõrguses,
 a ja b on posti mõõdud.

Tugevuse kasvu hinnatakse järgmiselt –

$$f_{v\ddot{r},d} = f_d + 2\mu f_{yd}, \quad (3.37)$$

kus

$f_{v\ddot{r},d}$ - müüritise tugevus pärast armeerimist,

f_d - müüritise algarvutussurvetugevus, soovitatakse kasutada mörtil margiga vähemalt M5,

f_{yd} - armatuuri arvutustugevus.

Edaspidine tugevusarvutus tehakse vastavalt müüritise kontrollimise üldisele skeemile.

3.5.5.2 Varrasarmatuuri kasutamine armeerimisel

3.5.5.2.1 Momendi ja/või pikijõuga armeeritud müüritise kontrollimine

Tugevusarvutus eeldab kandelemendi väljakujundamist müüritisest.

Kandepiirseisundis peab armeeritud müüritise arvutuslik kandevõime (tugevus) R_d olema võrdne või suurem elemendile rakendatud arvutuskooormusest S_d

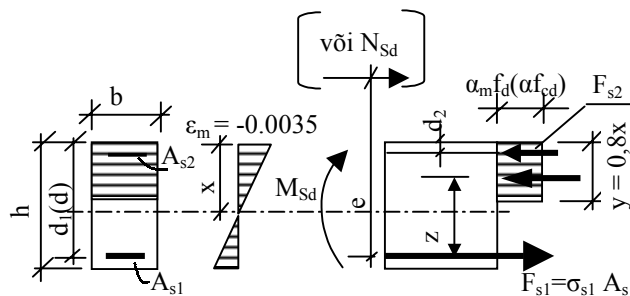
$$S_d \leq R_d \quad (3.38)$$

Arvutus peaks põhinema j 3.5.1 toodud eeldustel. Tasakaalu kirjeldamisel võib sisejõudude jaotumise elemendi ristlõikes võtta lineaarseks, kui elemendil on küllaldane venivus. Nulljoone kauguse surutud servast x ja ristlõike arvutuskõrguse d suhe ei tohiks ületada 0,4, kui ei soovita paindemomentide ümberjaotumist. Jätkuvas talas võiks lubada paindemomentide ümberjaotumist 15% ulatuses, kui kasutatakse suure venivusega terast. Sel juhul ei tohiks ümberjaotunud paindemomendi suhe esialgsesse momenti olla väiksem kui

$$0,44 + 1,25 \frac{x}{d} \quad (3.39)$$

tingimusel, et müüritise või müüritisest oleva täitebetooni survetugevus ei ole suurem kui 35 MPa. Tavalise venivusega terase kasutamisel ei tohiks lubada sisejõudude ümberjaotumist.

Ristlõike tugevuse määramisel võib lihtsustusena eeldada skeemil 3.25 näidatud täisnurkset pingejaotust.



Skeem 3.25 Lihtsustatud täisnurkne pingepüür ristlõikes

Ainult momendiga koormatud ühepoolset armeeritud täisnurkse ristlõike korral võib ristlõike arvutusliku vastupanu leida valemiga

$$M_{Rd} = \frac{A_s f_{yk} z}{\gamma_s}, \quad (3.40)$$

milles oleva sisejõudude öla võib leida skeemil 3.25 näidatud lihtsustusega

$$z = d \left[1 - 0,4 \frac{A_s f_{yk} \gamma_M}{bd \alpha_m f_k \gamma_s} \right] \leq 0,95d, \quad (3.41)$$

kus

- b — ristlõike laius;
- d — ristlõike arvutuskõrgus;
- A_s — tõmbearmatuuri ristlõikepindala;
- f_k — müüritise normsurvetugevus;
- α_m — arvestab müüritise koormamist horisontaalsuunas ($\alpha_m \approx 0,8$);
- f_{yk} — armatuuri normatiivne voolavuspiir;
- γ_M — müüritise või täitebetooni osavarutegur,
- γ_s — terase osavarutegur.

Et vältida ülearmeerimist tuleks kontrollida tingimust

$$M_{Rd} \leq 0,3 \frac{\alpha_m f_k}{\gamma_M} bd^2. \quad (3.42)$$

Kui elemendi arvutuslik pikijõud ei ületa

$$0,1 f_k A_m, \quad (3.43)$$

kus A_m on müüritise ristlõikepindala, võib teda kontrollida ainult momendiga.

3.5.5.2 Põikjõukindluse kontrollimine

Kandepiir seisundis peab armeeritud müüritise arvutuslik põikjõutugevus V_{Rd} olema vähemalt võrdne arvutusliku põikjõuga V_{Sd} elemendis

$$V_{Sd} \leq V_{Rd}. \quad (3.44)$$

Ühtlaselt jaotatud koormusega elemendis arvutusliku põikjõu leidmisel võib eeldada, et maksimaalne põikjõud tekib kaugusel $d/2$ toe servast, kus d on elemendi arvutuskõrgus.

Kui maksimaalne põikjõud võetakse mõjuvana $d/2$

kaugusel toe servast, peavad olema täidetud järgmised tingimused:

- koormus ja toereaktsioon on sellised, et nad põhjustavad elemendis diagonaalsurve (otsene toetumine);
- tõmbearmatuur, mis on vajalik 2,5 d kaugusel toe servast, on viidud äärmisele toele ja ankurdatud;
- vahetoe serva kohal vajalik tõmbearmatuur ulatub vähemalt 2,5 d pluss ankurduspikkuse võrra avasse.

Armeeritud elemendi arvutusliku põikjõutugevuse V_{Rd} võib arvutada kas

— elemendis sisalduvat põikarmatuuri arvestamata, kui nõutud põikarmatuuri minimaalset kogust ei ole ette nähtud või

— võttes arvesse elemendis sisalduva põikarmatuuri kaasatõtamist, kui põikarmatuuri minimaalne kogus on ette nähtud.

Element, mille põikarmatuuri kaasatõtamist ei arvestata, peaks rahuldama tingimust

$$V_{Sd} \leq V_{Rd1}, \quad (3.45)$$

kus

$$V_{Rd1} = \frac{f_{vk} bd}{\gamma_M}, \quad \text{milles} \quad (3.46)$$

- b — elemendi minimaalne laius arvutuskõrguse ulatuses;
- d — elemendi arvutuskõrgus;
- f_{vk} — müüritise normnihketugevus või täitebetooni normnihketugevus (väiksem nendest);
- γ_M — müüritise või täitebetooni osavarutegur.

Märkus. Kui vajalik, võib V_{Rd1} arvutamisel arvesse võtta normnihketugevuse f_{vk} suurenemist pikiarmatuuri olemasolu tõttu.

Lihttalal või konsoolil, mille põikjõuava ja arvutuskõrguse suhe on väiksem kui 2, võib V_{Rd1} määramiseks kasutatavat f_{vk} suurendada teguriga

$$\frac{2d}{a_v} \leq 4 \quad , \quad (3.47)$$

kus

d — elemendi arvutuskõrgus,

a_v — kaugus toe servast koormuseni,

juhul, kui arvutuslik põikjõud on arvatud toe serva kohal, f_{yk} ei ole võetud suuremana kui 0,7 MPa ja põikjõuava on määratud kui maksimaalse arvutusliku paindemomendi ja maksimaalse arvutusliku põikjõu jagatis.

Elementi, milles arvestatakse põikarmatuuriga, tuleks kontrollida avaldisega

$$V_{Sd} \leq V_{Rd1} + V_{Rd2} \quad , \quad (3.48)$$

milles

V_{Rd1} saadakse avaldisest (3.46) ja

$$V_{Rd2} = 0,9d \frac{A_{sw}}{s} \frac{f_{yk}}{\gamma_s} (1 + \cot \alpha) \sin \alpha \quad , \quad (3.49)$$

kus

d — elemendi arvutuskõrgus;

A_{sw} — põikarmatuuri ristlõikepindala;

s — põikarmatuuri samm;

α — nurk põikarmatuuri ja elemendi telje vahel (45° kuni 90°);

f_{yk} — terase normatiivne;

γ_s — terase osavarutegur.

Tuleks rahuldada tingimust

$$V_{Rd1} + V_{Rd2} \leq \frac{0,30\alpha_m f_k b d}{\gamma_M} \quad , \quad (3.50)$$

kus

b — elemendi minimaalne laius arvutuskõrguse ulatuses;

d — elemendi arvutuskõrgus;

f_k — müüritise või täitebetooni normsurvetugevus (αf_{yk}), väiksem nendest;

γ_M — müüritise või täitebetooni osavarutegur.

Sellega välditakse müüritise purunemine survele kaldpragude vahelises osas.

3.5.5.2.3 Vertikaalkoormusega kõrge müüritistala

Käesolev jaotis vaatleb vertikaalselt koormatud seina või seiniosa, mis sildab sellist ava, mille kohal oleva seina kogukõrguse ja arvutusliku silde suhe on vähemalt 0,5.

Sellise tala arvutamisel tuleks kasutada sobivat arvusteteoriat.

Võiks kasutada alljärgnevat arvustuskeemi, kus

$$l_{ef} = 1,15 L \quad , \quad (3.51)$$

kus

L — ava puhaspikkus;

z — sisejõudude õlg, väiksem suurustest $z = 0,7 l_{ef}$ või $z = 0,4 h + 0,2 l_{ef}$;

l_{ef} — ava arvutus pikkus;

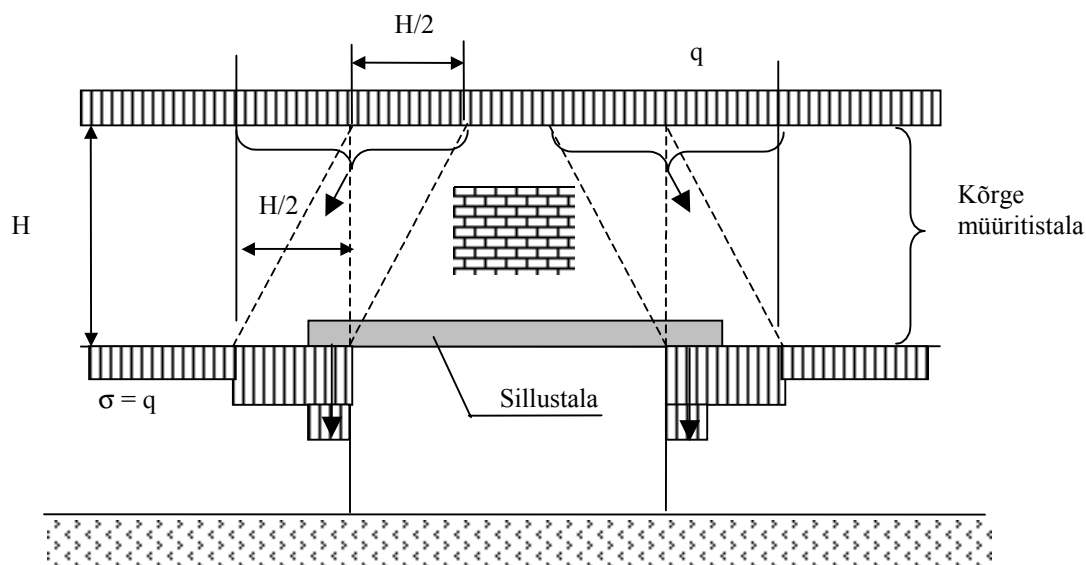
h — seina kogukõrgus.

Kõrge tala puhul tuleks kontrollida müüritise survetugevust koondatud koormuse rakenduskohas ja survetsooni väljanõtkumisohtu, kui see pole välistatud.

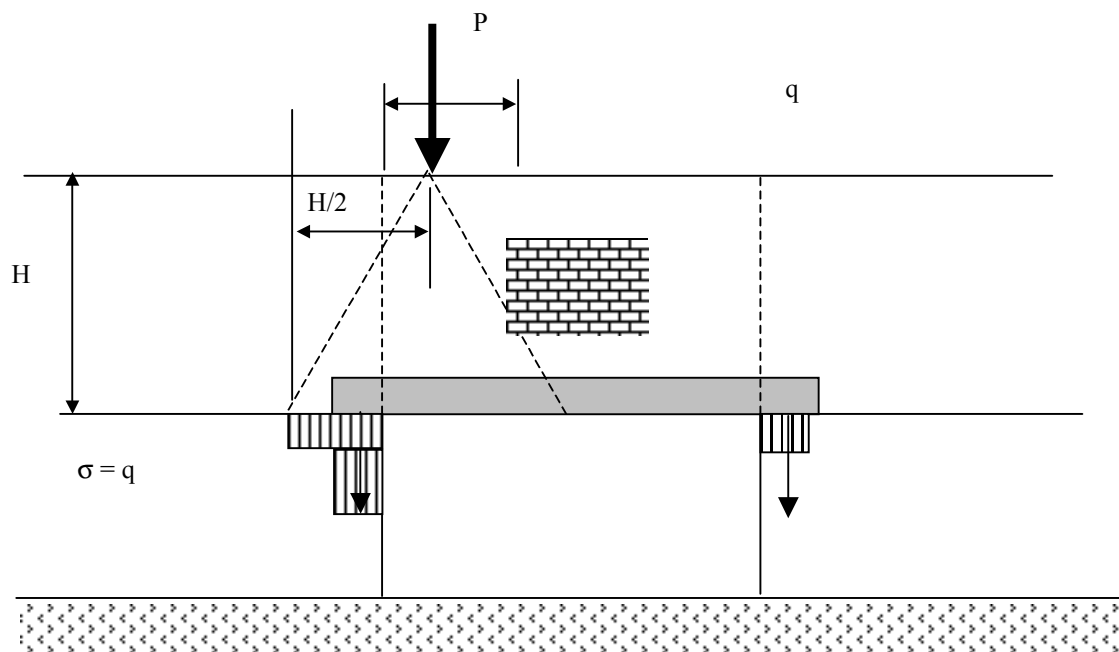
Kandepiir seisundis peab armeeritud kõrge müüritistala kontrollimisel olema täidetud tingimus

$$M_{Sd} \leq M_{Rd} \quad . \quad (3.52)$$

Arvestada tuleks kõiki verikaalkoormusi, mis asuvad arvutusliku sildeava kohal, välja arvatud juhud, kui need koormused võetakse vastu mõnel teisel moel, näiteks kõrgemal olevate vahelagede kui sidemetega. Antud meetod ei arvesta koormusi, mis rakenduvad tala arvutuslikus kõrguses. Koormuste jaotusel võiks arvestada skeeme 3.26 ja 3.27.



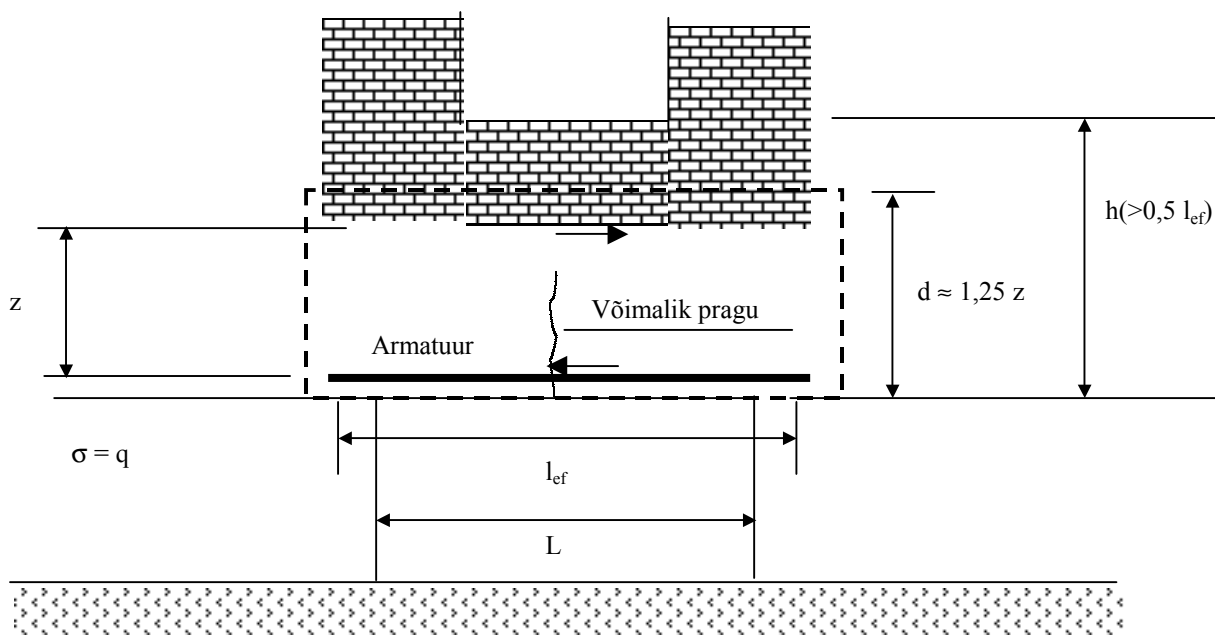
Skeem 3.26 Jaotatud koormuse jaotus kõrgel (liit-)talal



Skeem 3.27 Koondatud koormus kõrgel talal

Märkus.

Juhul kui armatuur on nõrgalt ankurdatud või naketugevus liittalas silluse ja müüritise vahel ei ole küllaldane läheb müüritis tööle kaarena (võlvina). See nõuab horisontaalreaktsiooni vastuvõttu tugele, juhul kui see ei ole võimalik või on ebapiisav hakkavad müüritistalasse tekkima praod (vt joonis 4.14) kas tala keskele või piki armatuuri tala otstes.



Skeem 3.28 Kõrge tala arvutusskeem

Armatuurikoguse määramiseks võib kõrget tala vaadelda lihttalana nagu näidatud skeemil 3.28.

Kõrge tala alaosas vajaliku armatuuri pindala A_s võib määrata avaldisega

$$A_s = \frac{M_{Sd} \gamma_s}{f_{yk} z}, \quad (3.52)$$

kus

M_{Sd} — arvutuslik paindemoment;

f_{yk} — armatuuri normtugevus;

γ_s — terase osavarutegur;

z — sisejõudude õlg.

Müüritise pragunemise takistamiseks tuleks töötava armatuuri kohale sängitusvuukidesse ette näha konstruktiivne lisaarmatuur tala alumisest pinnast kuni $0,5 l_{ef}$ või $0,5 d$ kõrguseni (kasutada vähimat toodud väärtustest).

Armatuurvardad peaksid olema arvutusliku sildeava l_{ef} ulatuses läbijooksvad või õigesti jätkatud ja omama vajalikku ankurdupikkust.

Momendikandevõimet ei tohiks võtta suuremaks kui

$$\frac{0,4 \alpha_m f_k b d^2}{\gamma_M}, \quad (3.53)$$

kus

b — tala laius;

d — tala arvutuskõrgus, mille võib võtta võrdseks $1,25 z$;

z — sisejõudude õlg;

α_m — müüritise töötamise tegur;

γ_M — müüritise või täitebetooni osavarutegur.

Kui monteeritava (ka eelpingestatud) silluse ja tema peal asuva müüritise koostöötamisel sillus töötab tõmbeelemendina ja tema jäikus võrreldes pealoleva seina jäikusega on väike, võib arvutus eelnevatel rakendusjuhistel eeldusel, et monteeritava silluse toetus pikkus määratakse armatuuri ankurdupikkuse ja müüritise muljumispinge alusel toetuskohas, kuid mitte alla 100 mm (vt skeem 3.26).

3.5.6 Valmis müüritise armeerimine (tugevdamine)

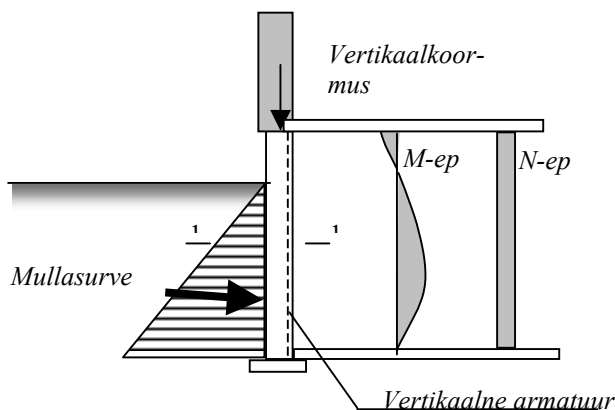
3.5.6.1 Üldsätted

Valmis müüritise armeerimise all mõeldakse situat-

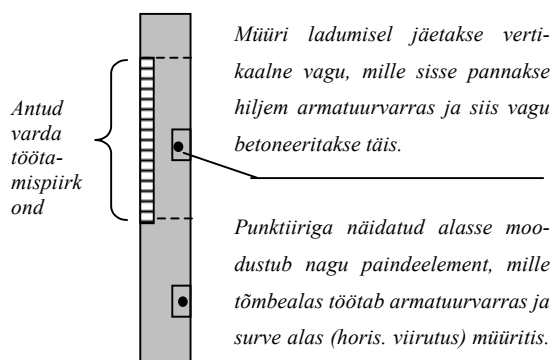
siooni, kus armeerimine toimub pärast müüri ladumist müüritisse jäetud vagudesse või uuretesse. Olemasoleva (valmis) müüritise tugevdamine toimub mitmesuguste võtetega kas kohe peale ladumist või hilisemal perioodil.

3.5.6.2 Valmis müüritise armeerimine

Konstruksiooni projekteerimise ajal määratakse selles oleva müüritise töötamise konstruktiivne skeem. Horontaalkoormuste puhul võib müüritise armeerida paindele töötavaks kasutades selleks vertikaalset või horisontaalset armatuuri. Selleks jäetakse ladumise ajal müüritisse vajalikud vaod või uured, mis hiljem betoneeritakse täis koos vajaliku armatuuri paigutamisega sellesse vaku.

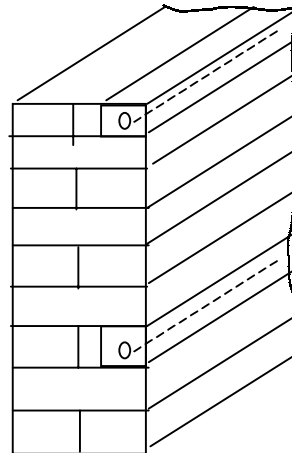


Skeem 3.29 Keldriseina armeerimine



Skeem 3.30 Armatuuri paigutus seinas (Lõige 1-1)

Samasuguse konstruktsiooni võib luua horisontaalse armeerimisega. Sel juhul pannakse armatuur juba ladumise ajal paigale.

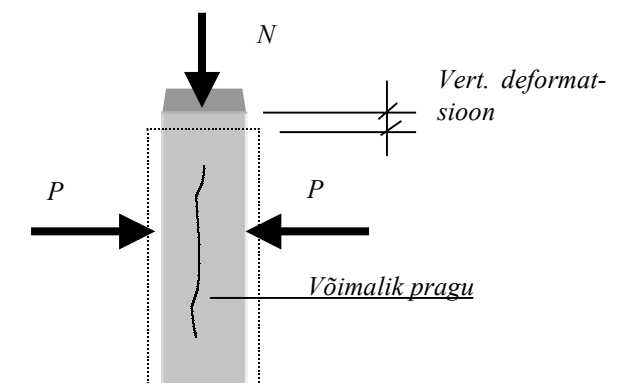


Skeem 3.31 Armatuur horisontaalses vaos

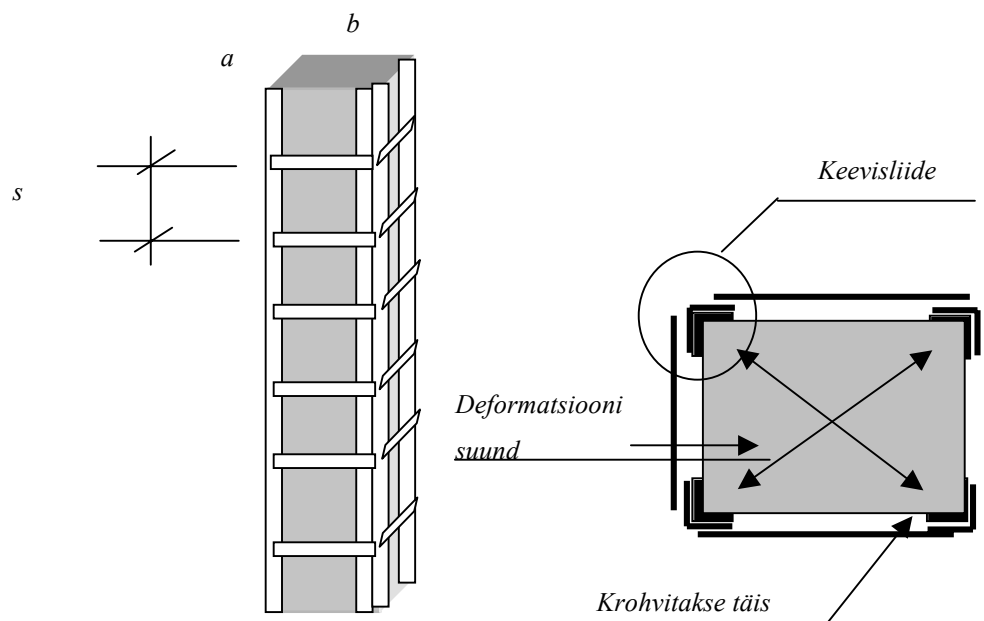
Tugevusarvutus tehakse töötavas alas eksstsentrilisele survele või paindele (horisontaalse armeerimise puhul).

3.5.6.3 Olemasoleva müüri tugevdamine

Müürituse kaudne tugevdamine seisneb temas ruumilise pingelukorra tekitamises, millega hapra materjali purunemine blokeeritakse või seda oluliselt takistatakse. Põhiliseks võtteks müüritise tugevdamisel on temas külgdeformatsiooni takistamine müüritise pingestamisel koormamisega.



Skeem 3.32 Tugevdamise printsiip

Metallsärgiga tugevdamine**Skeem 3.33** Metallsärgiga tugevdamine

Posti nurkadesse pannakse püsti nurkraud, mis ühendatakse omavahel lattraudadega sammu s järel. Töötavaks süsteemiks on lattraudadest silmus ümber posti, püstrauda on vaja üleminekujätku tegemiseks ja põikraudade asendi fikseerimiseks. Väga tähtis on, et pärast põikraudade keevitamist krohvitakse püstraudade alune täis, sellega luuakse toetuspind tekkiva külgedeformatsiooni takistamiseks. Tugevduse võimsuse määrab põikraudade ristlõige ja samm. Peab arvestama, et põikraudadena ei ole soovitatav kasutada kõrgemargilist terast, nende tugevuse ärakasutamiseks on vaja väga suuri deformatsioone (raua venimist), mida kivipost ei talu. Tugevdamise eelduseks on, et pragunenud (ülekoormatud) kivipostile tehakse metallsärg ja koormuse lisamisel hakkavad nüüd koos tööle metallsärg ja kivipost.

Põikraua kinnitamiseks on vaja küllalt suurt keevituspikkust, põikraua keevitus püstraua külge on arvutuslik. Keevitusjätk peab olema võrdtugev

põikraua endaga. Sellest nõudest johtuvalt on tihti vaja kasutada küllalt suure numbriga püstrauda.

Tugevusavaldis oleks järgmine

$$N \leq \psi \chi_{i(m)} \left[(\gamma_m f_d + \eta \frac{2,5\mu}{1 + 250\mu} \times f_{yvd}) A + f_{sc} A_{s2} \right], \quad (3.55)$$

kus

ψ on koormuse ekstsentrilisust arvestav tegur,

$\chi_{i(m)}$ on nõrke- (pikipainde)tegur, mis määratakse vastavalt j 3.4.1.3;

γ_m on müüritise purunemise ekspert hinnang. Kui müüritises ei ole vertikaalseid pragusid, siis $\gamma_m = 1$, süsteemsete pragude puhul $\gamma_m = 0,7$,

f_d on müüritise tugevus,

η on ekstsentrilisust arvestav tegur,

f_{sw} on põikarmeerimise (-raua) tugevus,

f_{sc} on püstraua survetugevus,

A_{s2} on püstraua ristlõikepindala.

Tsentrilise surve puhul

$$\psi = \eta = 1,$$

ekstsentrilise surve puhul

$$\psi = 1 - 2e_0/t \text{ ja}$$

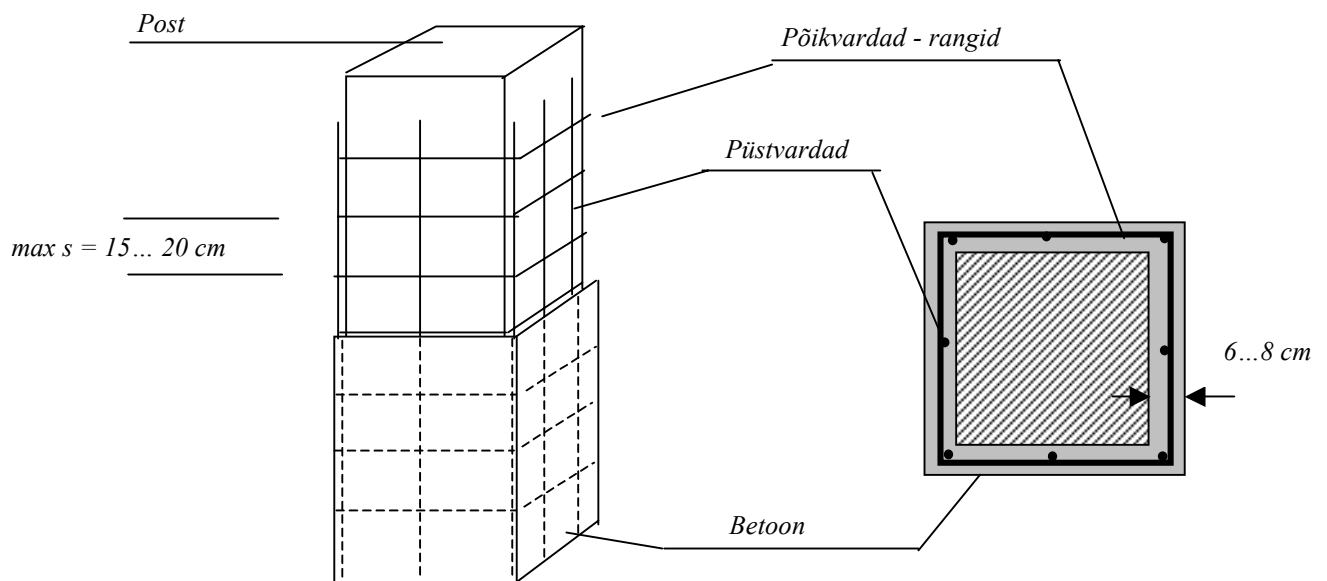
$$\eta = 1 - 4e_0/t,$$

kus

t on ristlõike kõrgus.

Avaldises (3.55) väljendab sulgudes olev 1. liige pragunenud posti tugevuse eksperthinnangut, 2. liige – sama posti tugevdamisest saadavat lisa, 3. liige – püstraudade iseseisvat tööd.

Arvutustes soovitatakse kasutada teraste vähendatud tugevusi arvestades, et süsteem hakkab tööle alles peale kõikide osapoolte ühisdeformatsioonide tekkimist.



Skeem 3.34 Raudbetoonsärgiga tugevdamine

Ristlõike tugevdus on kõige efektiivsem külgede suhte puhul 1 : 1 ja langeb mitte oluliselt suhteni 1 : 2,5. Pikemate seinte puhul tuleb kasutada täiendavaid vardaid läbi seina.

Lisavarraste vahe ei tohiks olla suurem kui t ja mitte rohkem kui 100 cm, kõrguse ei tohiks lisavarraste samm olla üle 75 cm. Lisavarraste töötamistegur

Terase ja armatuuri soovituslikud tugevused

Armatuuri (terase)	Arvutuslik tugevus MPa	
	Klass A-I	Klass A-II
Põikarmatuur f_{ywd}	130	130
Püstarmatuur ilma alumise ja ülemise toetuseta f_{ved}	40	50
Sama, ühest otsast ülekandega	120	145
Sama, toetus mõlemast otsast	170	220

Raudbetoonsärgiga tugevdamine

Raudbetoonsärk on üldiselt efektiivsem kui metallsärk kuna betooni valamine ümber konstruktsiooni kindlustab tema tiheda liibumise.

võetakse 0,5.

Posti ümber paigaldatakse armatuurvõrk, tehakse raketis ja valatakse ümber posti betoon. Armatuurvõrk koosneb püstvarrastest ja kinnistest rangidest. Betoonina kasutatakse hästi plastifitseeritud peeneteralist betooni. Raketis tehakse 1...1,5 m järkudena mööda elemendi kõrgust.

Tugevuskontroll on järgmine-

$$N \leq \psi \chi_{i(m)} \left[(\gamma_m f_d + \eta \frac{3\mu}{1+100\mu} \times f_{yvd}) A + \gamma_b f_b A_b + f_{sc} A_{s2} \right], \quad (3.56)$$

kus

γ_b — betoonsärgi töötamist arvestav tegur, $\gamma_b = 1$ kui koormus antakse vahetult betoonsärgile ja on olemas alumine toetus, $\gamma_b = 0,7$, sama kui alumine toetus puudub, $\gamma_b = 0,35$ kui betoonsärg ei ole otseselt koormatud ega toetatud.

Avaldises (3.56) arvestavad sulgudes olevad liikmed 3 ja 4 betoonsärgi otsest töötamist.

Tugevdus võrgule krohvimisega tehakse vähekoormatud elementide puhul. Tugevdatav konstruktsioon mähitakse metallvõrgu sisse ja krohvatakse tsementkrohviga. Metallvõrk peab olema tehtud ristvarrastest (traadist).

Tugevdust kontrollitakse avaldisega-

$$N \leq \psi \chi_{i(m)} \left(\gamma_m f + \eta \frac{2,8\mu}{1+200\mu} \times f_{sw} \right) A, \quad (3.57)$$

tähistused on samad, mis eespool.

3.5.7 Armeeritud müüritis kasutuspiirsesundis

3.5.7.1 Üldsäte

Armeeritud müüritis ei tohi kasutukoormuse mõjul liigselt praguneda ega ülemääraselt läbi painduda.

3.5.7.2 Läbipaine

Kui armeeritud müüritise mõõtmed on määratud j 3.5.2 antud piirides, võib tavaliselt eeldada, et sein külgläbipaine ja müüritistala vertikaalläbipaine on vastuvõetavad.

3.5.7.3 Pragude tekkimine

Kui paindele töötava müüritise (näiteks külškoormusega seinosa või armeeritud müüritistala) mõõtmed rahuldavad j 3.5.2 lubatud piire ja muid konstruk-

tiivseid nõudeid, siis rahuldab pragude teke kasutuspiirsesundi tingimusi. Kui mingil konstruktiivsel kaalutlusel tõmbearmatuuri kaitsekihi paksus ületab miinimumnõuet, võib toimuda müüritise märgatav pragunemine ja konstruktor peaks otsustama kas see on vastuvõetav.