



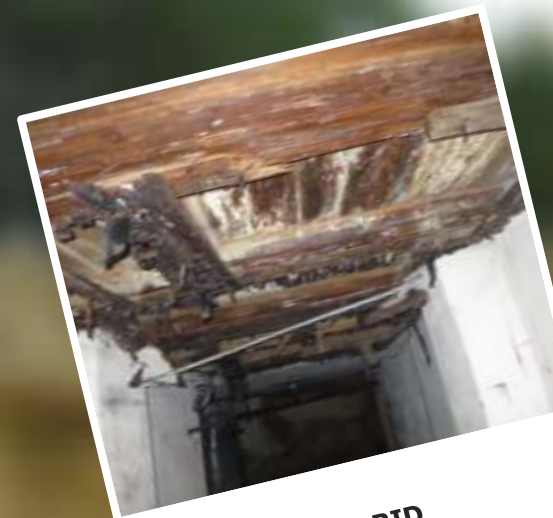
SPETSIALISTILT SPETSIALISTILE:
MAJAALUSTE KELDRITE
MURED JA RÕÕMUD



MAJAALUSTE KELDRITE MURED JA RÕÕMUD

14:00- 14:45

**Keldri funktsioon ja
võimalused selle
muutmiseks. Millised ohud
valitsevad ja millega tuleks
arvestada?**



KELDRID

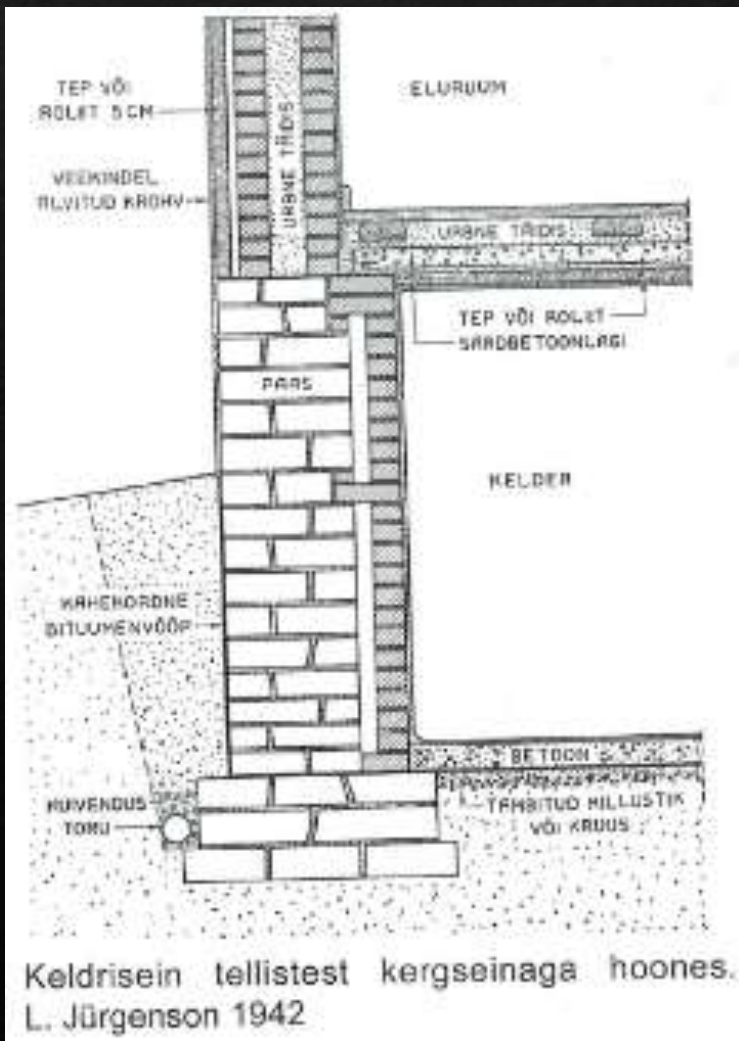


SEISUKORD

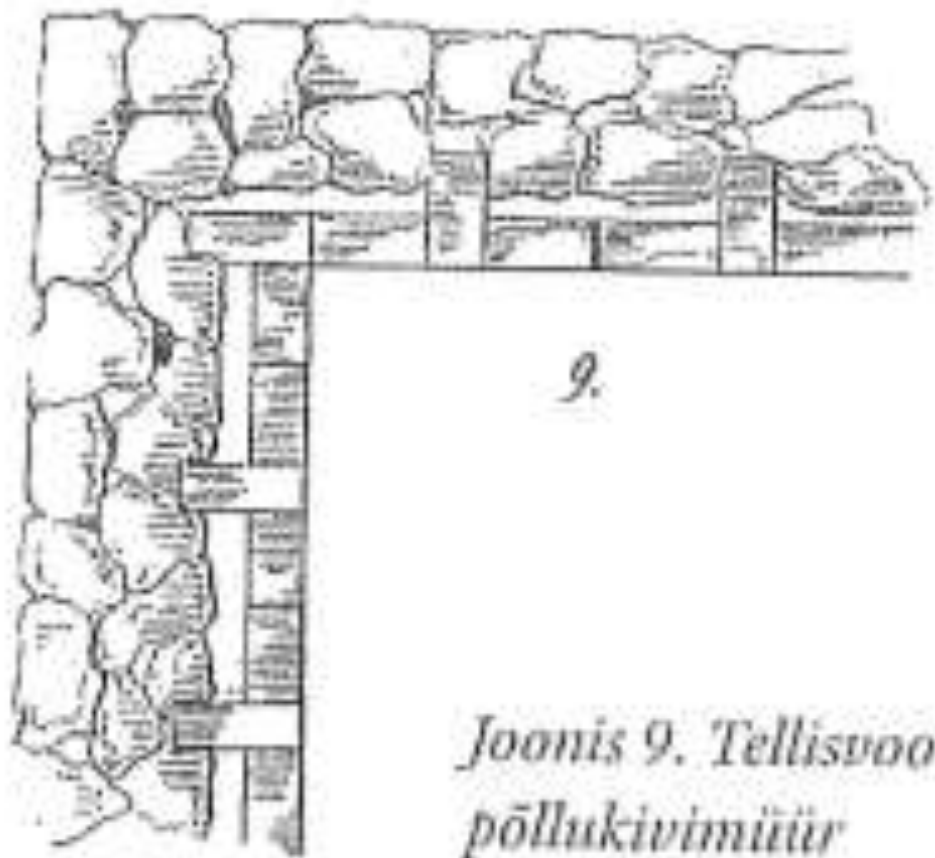


VÕIMALUSED

Vooderdatud looduskiviseinad



Keldriseinte sisepind



Joonis 9. Tellisvoodriga
põllukivimüür

Kuna põllukivid ja mõned lubjakiviliigid õhuniiskust imavad ja seda siseruumidesse levitavad, on soovitatav elumajades välismüürid vooderdada seest ühe kivi paksuse tugeva tellismüüriga, mis iga 61cm (2 jala) tagant sidekividega peamüüri ühendatakse. Nende kahe müüri vahel olevas tühjas ruumis tuuakse esile elus õhuvool, mis suundub välismüüri sokli kohal olevatest avadest ning eraldus- ja keskmüüri seatud torudest korstnasse. See juhib igasuguse tekkiva niiskuse kohe välja

1851 aasta "Ehituskäsiraamat maaomanikele Eesti- ja Liivimaal"

Kondenseerumine



Remmers

Jahedamatele seinapindadele
kondenseerub veeaur veena



Keldriseinas pinnaseniiskuse mõju vähendamine



Soolad



Remmers

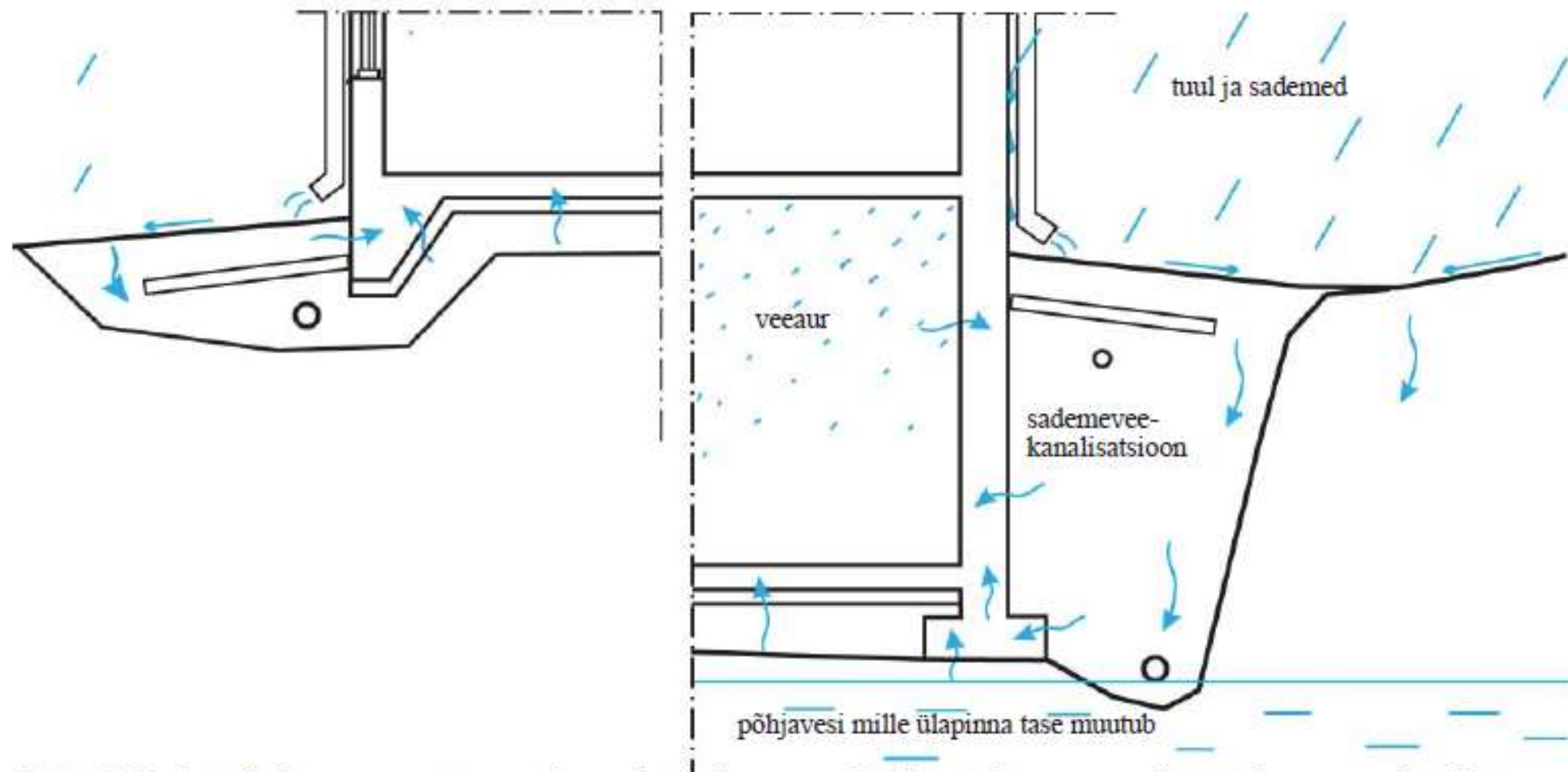
Koos müüritisse tunginud niiskusega ladestuvad seinas soolad. Seinas asetsevatel sooladel on omadus (hügroskoopsus) imada õhust ja ümbritsevast keskkonnast niiskust ja ladestada see ehitusmaterjalis



			Faasi muutuse temp °C	Mahu suurenemine %
NaCl	→	NaCl · 2H ₂ O	0,15	130
Na ₂ SO ₄	→	Na ₂ SO ₄ · 10 H ₂ O	32,3	311
MgSO ₄ · H ₂ O	→	MgSO ₄ · 6 H ₂ O	73	145
MgSO ₄ · 6 H ₂ O	→	MgSO ₄ · 7 H ₂ O	47	11
Na ₂ CO ₃	→	Na ₂ CO ₃ · 10 H ₂ O	33	148

NIISKUSPROBLEEMID KELDRIKES





Joonis 2. Niiskuse liikumine pinnases, vundamendis ja alusmüüris. Niiskusest hoonetes ja ehitusniiskusest on juhendkaart RT 05-10710-et Niiskus ehitistes

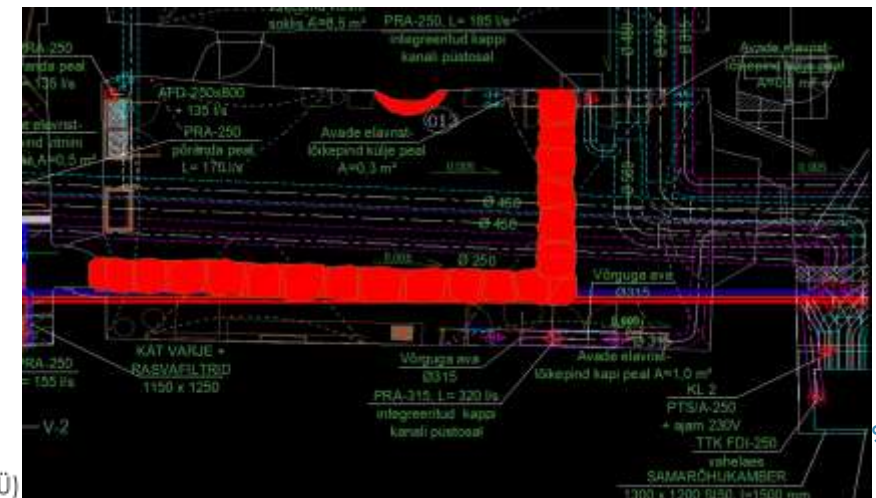
DRENAAŽ

Kuivendusviisi valimine

- Lähtekohaks võib võtta, et igal pool kuivendatakse kõik ehitusalused drenaaži abil. Kui uuringute põhjal saab tõestada pinnase küllaltki hea vee läbilaskvuse ja et põhjavesi ei tõuse kunagi ohtliku tasemeni, võib ehitusalusele jätta drenaaži tegemata.

Ehitusalust võib kuivendada

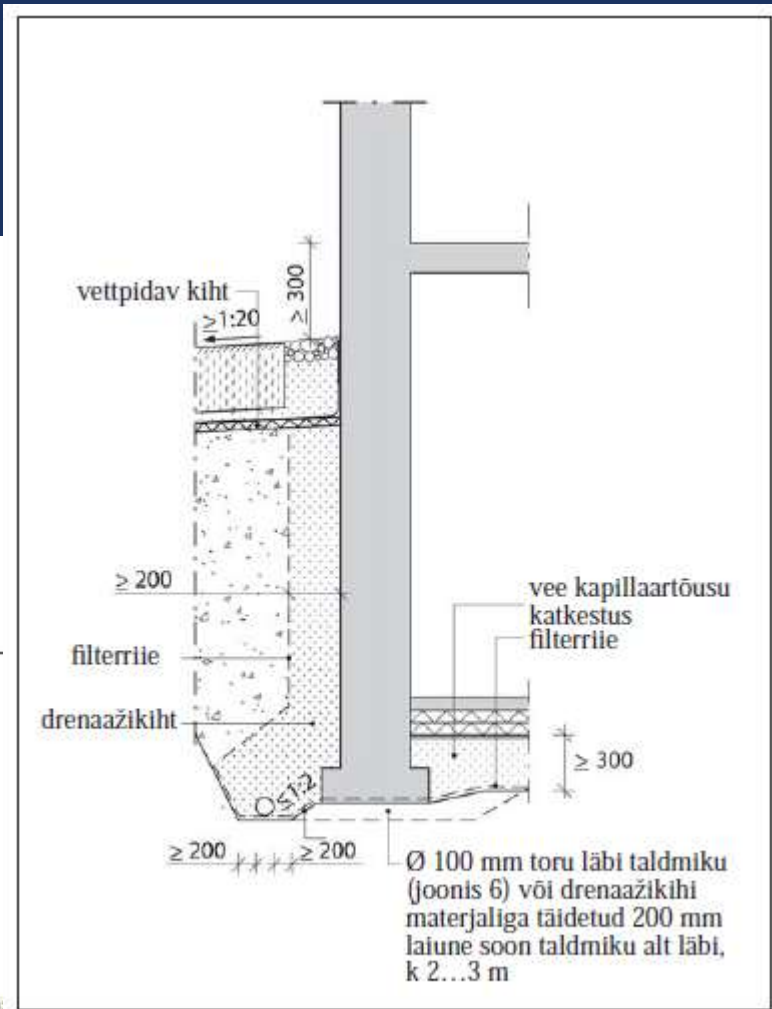
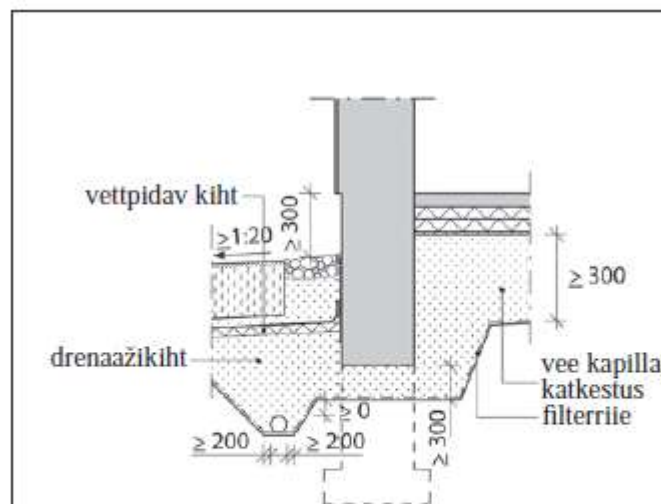
- katkestades vee kapillaarse tõusu pinnasega kokkupuutuvasse põrandasse katkestuskihiga
- drenaažiga, koos selle juurde kuuluvate drenaažikihtide ja äravoolusüsteemidega
- veetiheda/surveveeisolatsiooniga tarindiga.



Väljavõte projektist
(ventilatsioon- Raksit OÜ)

Alusmüürist väljapoole jäävate drenide miinimumkalle on 0,5% (1:200). Kui antud miinimumkalde tõttu peaks dreni panema väga sügavale või oleks siis kuivendusvett keeruline ära juhtida, võib alusmüürist väljapoole jääva dreni paigaldada miinimumkaldega 0,3% (1:333).

Alusmüürist sissepoole ja põranda alla jäävate drenide miinimumkalle on 1,0% (1:100). Nagu eelmiseski lõigus öeldud, võib erandjuhtumil kasutada kallet 0,8% (1:125).

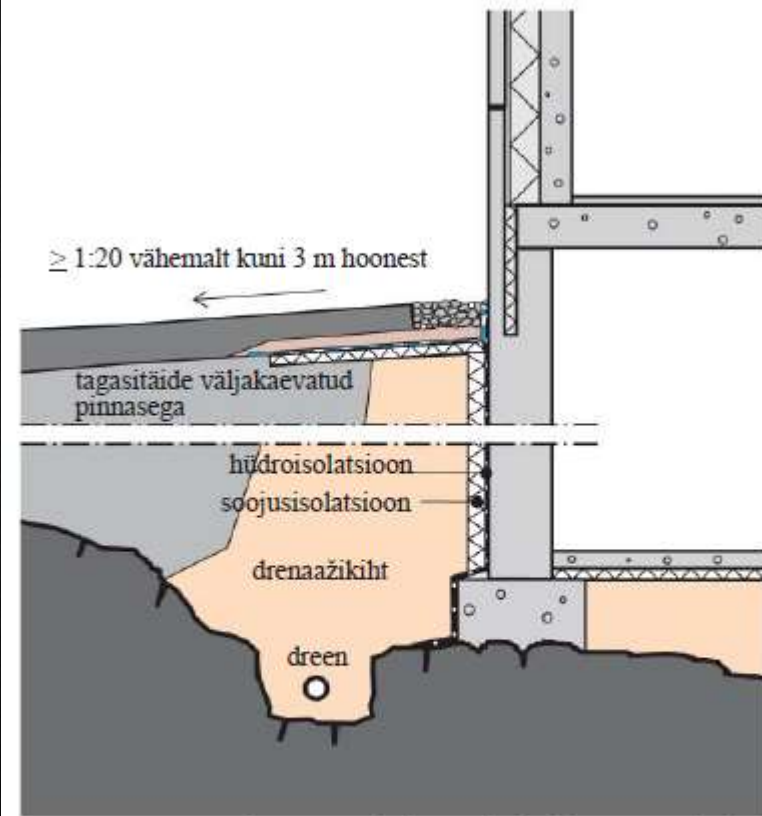


Joonis 3. Drenit paiknemine alusmüüri või madalvundamendi taldmiku suhtes

Tabel 1. Pinnasega kokku puutuvate seinte hüdroisolatsiooni ja veesurveisolatsiooni tüüplahenduse valimine põhjaveetaseme ja pinnase järgi. Tarinditele projekteeritakse vajadusel kapillaartõusukatkestus

Põhjaveetase	Pinnase kuivamisomadused	Kas hoone ümbrust saab kuivatada või sinna дренаaži teha?	Hüdroisoleerimisnõuded, kui pinnases ei ole kahjulikke gaase	Hüdroisoleerimisnõuded, kui pinnases leidub kahjulikke gaase, nt radoon
Veetase jääb pidevalt rajamissügavusest tunduvalt madalamale	väga head või head	jah	katkev hüdroisolatsioon või katkematu hüdroisolatsioon	katkematu hüdroisolatsioon, mille peamine ülesanne on tõkestada kahjulike gaaside pääsemine läbi tarindi
Veetase jääb pidevalt rajamissügavusest tunduvalt madalamale	halvad	jah ¹⁾	katkematu hüdroisolatsioon	katkematu hüdroisolatsioon, mille ülesandeks on tõkestada kahjulike gaaside pääsemine läbi tarindi
Veetase tõuseb vahel rajamissügavuseni	kõik variandid heast halvani	ei ¹⁾	katkematu hüdroisolatsioon	katkematu hüdroisolatsioon, mille ülesandeks on tõkestada kahjulike gaaside pääsemine läbi tarindi
Veetase on pidevalt rajamissügavusest kõrgemal	kõik variandid heast halvani	ei ¹⁾	katkematu hüdroisolatsioon	katkematu hüdroisolatsioon, mille ülesandeks on tõkestada kahjulike gaaside pääsemine läbi tarindi

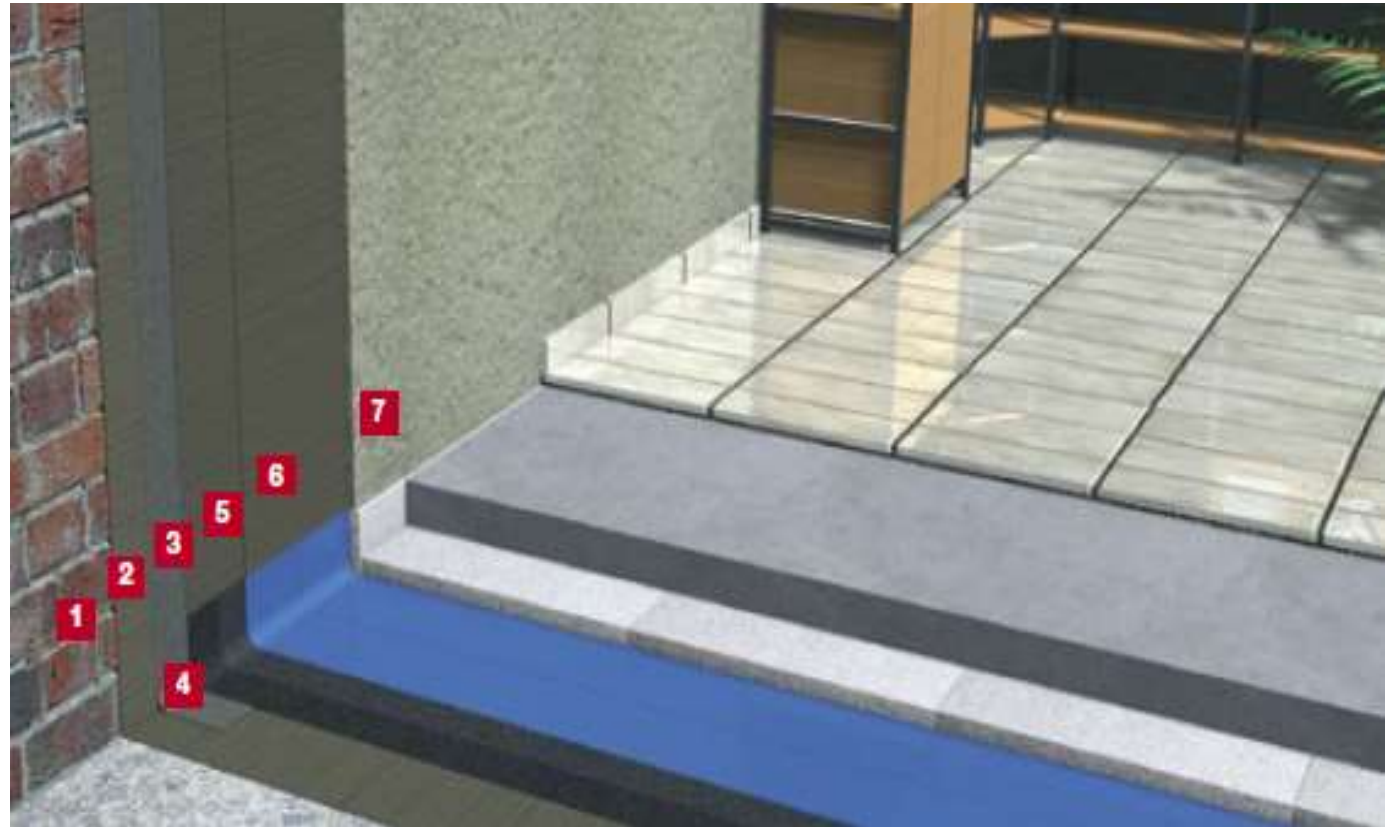
¹⁾ hoone ümbruse kuivendatavust mõjutab kaeviku täitepinnas ja vee eemaldumine hoone ümbrusest ning vundamendi kõrgalt ja hoone alt. Juhend kuivenduse ja дренаaži tegemise kohta leidub juhendkaardis RT 81-10427 Rakenmuspohjan ja tonttialueen kuivatus.



Joonis 16. Remondimeetmeid olenevalt objektist. Näiteks lisatakse vundamendi välisküljele soojusisolatsioon ja paigaldatakse uus või remonditakse vana drenaaž. Erandjuhtumil raiutakse küllalt sügav ruum drenivale kihile või drenidele

HOONESISENE HÜDROISOLATSIOON

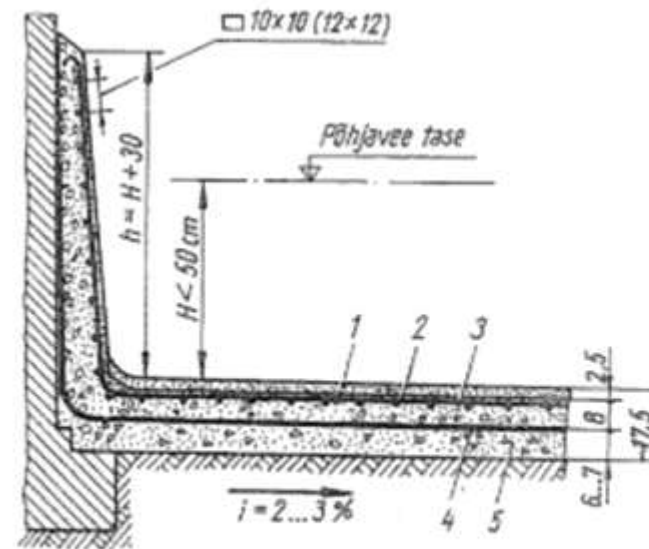
1. Kruntimine
2. Nakkesild
3. Tasandamine
4. Põranda-seina üleminek
5. Võõphüdroisolatsioon
1.kiht
6. Võõphüdroisolatsioon
2.kiht
7. Saneerimiskrohv



SURVEVEE ISOLATSIOON KELDRIS

■ Veetihe/ surveveeisolatsiooniga tarind

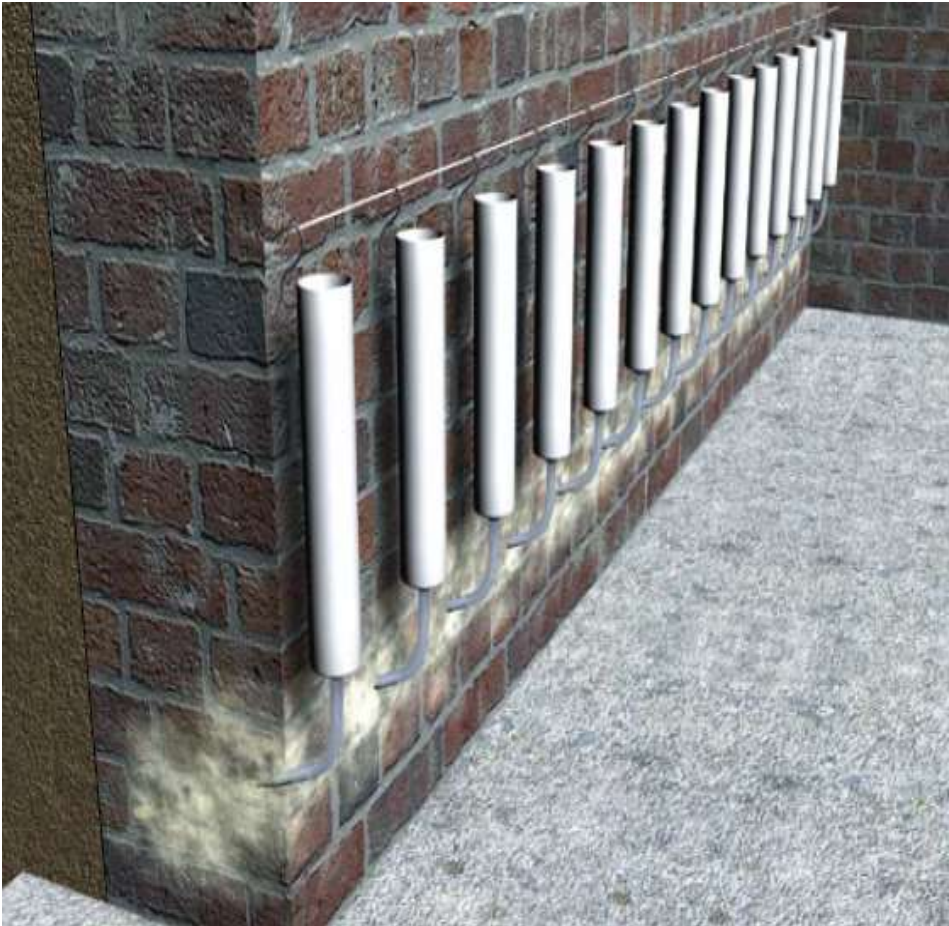
Väga sügavale pandava raskusjõu mõjul töötava drenaaživõrgu või pumbasõlme asemel võib ehitada veetiheda või surveveeisolatsiooniga tarindi. Enamasti on kasulik nii toimida väikeste üksikute tarindite, näiteks liftišahti puhul. Ka siis, kui drenaaž alandaks ümbruskonnas põhjavee taset sellisel määral, et see muutuks kahjulikuks keskkonnale või tarinditele, on vajalik kasutada veetihedat või surveveeisolatsiooniga tarindeid. Surveveeisolatsiooniga tarindi võimaliku filtreerunud ja nõrgvee jaoks tehakse sisemine kuivendussüsteem.



Joonis 8.19. Keldri hüdroisolatsioon põhjaveesurve puhul:
1 – tsementpõrand; 2 – raudbetoonplaat; 3 – sarrus; 4 – hüdroisolatsioon;
5 – tsementtasanduskihiga killustikalus

HORISONTAALNE HÜDROISOLATSIOON

[HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=IN0IHBJCEMA](https://www.youtube.com/watch?v=IN0IHBJCEMA)



Remmers

Surveta või madalsurve meetod

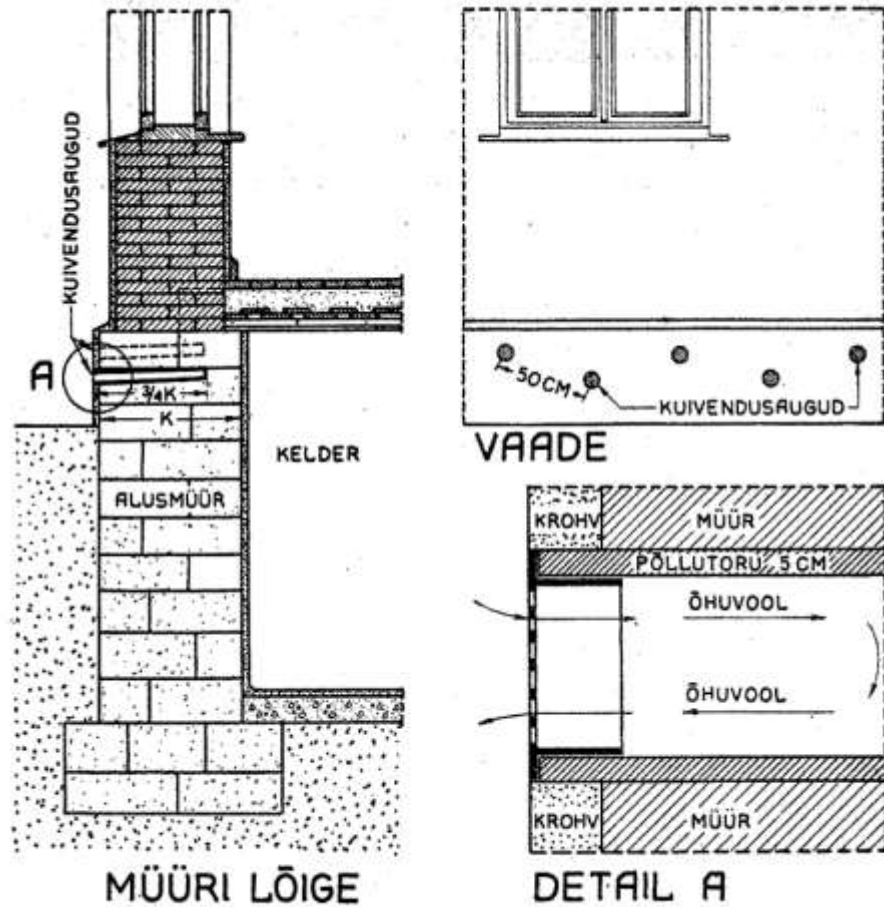
- Kasutatakse 60% kapillaarse niiskuse korral
- Kasutatakse poorsemate seinamaterjalide korral
- Kasutatakse ka tühimike täitmiseks
- Silikoonlahus kantakse isevoolu teel või 5bar rõhu juures müüritisse

HORISONTAALNE HÜDROISOLATSIOON TERASLEHTEDE VÕI POLÜETÜLEENPLAATIDEGA

[HTTPS://OSUSZANIE-PRINZ.COM.PL/EN/](https://osuszanie-prinz.com.pl/en/)



SOKLISEINA KUIVENDAMINE- KNAPEN SÜSTEEM (EI TOIMI?)

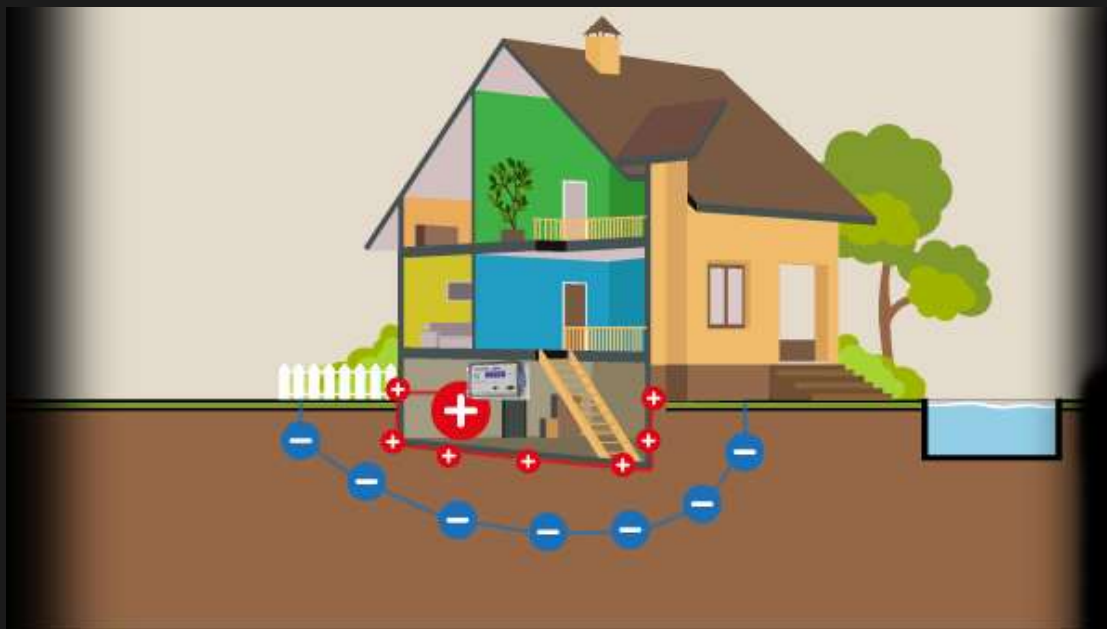


Joon. 189. Sokliseina kuivendamine põllutorust tuulutusaukude abil.



<https://www.heritage-house.org/damp-and-condensation/all-about-the-pca/the-damp-con-collection/the-schrijver-damp-proofing-system.html>

Seinte ja vundamendi kuivatamine elektrofüüsikalisel printsiibil toimivate seadmete abil



Müürimaterjali kapillaarides olev niiskus on oma olemuselt kolloidlahus (vesi + erinevad soolad kolloidosakestena). Kolloidosakeste ümber on kaootilises liikumises ionide pilv. Kui tekitada müüritis Drymati seadmega elektromagnetväli, siis sellesamas kaootilises liikumises olnud ionipilves tekib suunatud liikumine ning kolloidosakeste ümber kujuneb positiivse laenguga elektronkate. Kuna maapind on negatiivse laenguga ning nüüd on kolloidosakesed positiivse laenguga, siis hakkavad need liikuma maapinna suunas (positiivne ja negatiivne tõmbuvad). Samas mõjutab seesama elektromagnetväli vee molekulis asetsevate vesiniku aatomite vahelist nurka, mis võimaldab kolloidosakestel vee endaga kaasa maapinda vedada.

<https://www.youtube.com/watch?v=5HztdUsTMIE>

KELDER

Majaaluse keldri piirdekonstruktsioonide lahendused sõltuvad ruumide kasutusfunktsioonist ja kavandatavast temperatuurist.

Kelder võib olla kas välisõhule avatud, toatemperatuuriga või jahe.

Keldri kavandamisel peab arvestama pinnaseveetaset ja silmas pidama soovitatavat temperatuuri ning veeauru rõhu suunda.

Pinnase poorides on õhuniiskus 100% ja niiskussisaldus vastavalt $7...8\text{g/m}^3$, millega kaasneb veeauru osarõhk $900...1000\text{Pa}$.

Kui pinnasevee tase on keldri põrandast kõrgemal, peab keldrit ümbritsema veerõhku taluv hüdroisolatsioon (veetõke).

Seejuures peab arvestama, et vesi avaldab rõhku nii seintele kui põrandale; viimasele alt üles.

Kui pinnasevee tase on allpool keldri põrandat, ümbritsetakse kelder veeauru taluva niiskustõkkega.

Soojustus keldri lae all soovitatavalt min.200mm, soojustus ei tohi olla aurutihe; aurutõke peab paiknema soojustusest seespool



T.Masso „Ehitusfüüsika ABC“

Kõrge veetaseme korral on vajalik tugev põrand ja hüdroisolatsioon, külma keldri korral ka soojustus keldri lae all. Sein juurde jääb paratamatult külmasild. Külma keldri puhul võib vajalik olla soojustus põranda külmakergete vältimiseks

KÖETAV VÕI JAHE KELDER

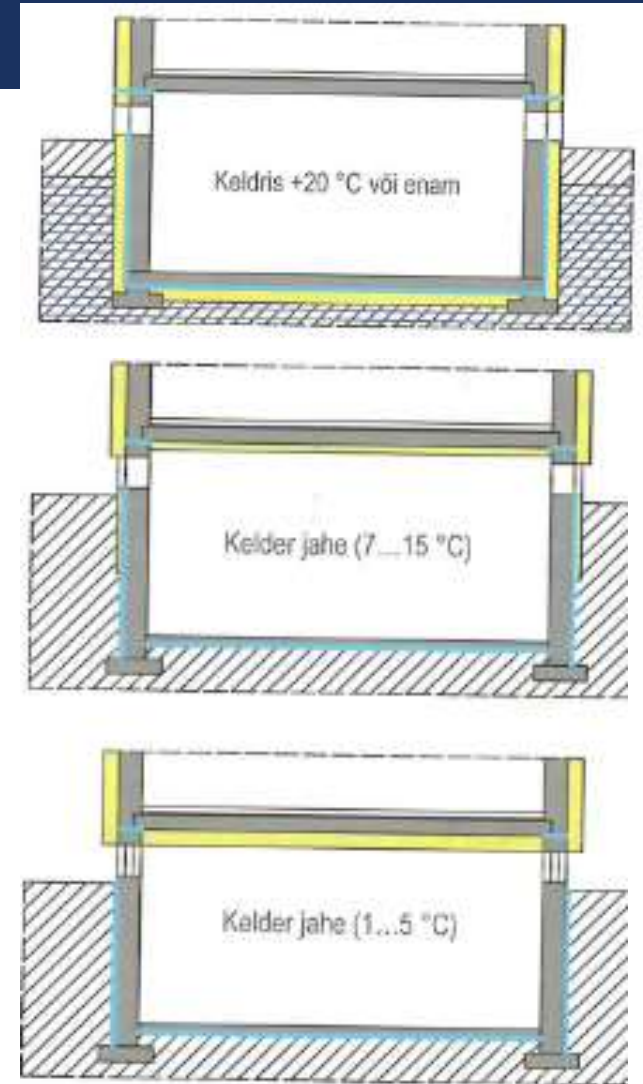
KÖETAV KELDER Soojustus peaks paiknema välisperimeetril- keldri seintel ja keldri põranda all. Pinnases kasutada ainult vett mitte imavat soojustust. Kergkruus pole sobilik. Soojustuse paksus pinnases ca 15-20cm. Köetava põranda puhul 20-30cm. Auru- ja niiskustõkked peavad paiknema soojustusest seespool, sest veeauru rõhk on enamasti suunatud köetava ruumi poolt pinnase poole.

JAHE DAT KELDRIT ei köeta. Selle temperatuur sõltub soojustusest ja õhutusest, õhuniiskus aurutõkkete olemasolust.

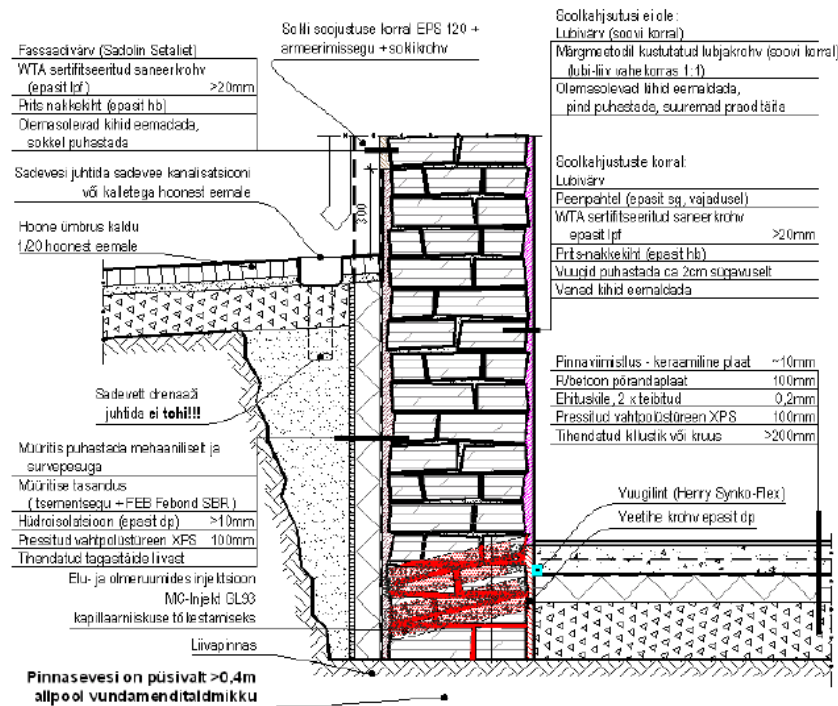
Kui keldrilagi ja välisseinte ülemine osa soojustada, aga keldri põrand ja seinte alumine osa jätta soojustuseeta, siis on keldris püsivalt pinnasega sama temperatuur $+6^{\circ}\text{..}7^{\circ}\text{C}$. Kui põrand on aurutõkketa, siis ka õhuniiskus on samasugune $7\text{...}8\text{ g/m}^3$ ja $\text{RH}=100\%$

Kui sellist keldrit õhustada, siis talvel õhuniiskus väheneb, aga soojakulu suureneb ja temperatuur väheneb.

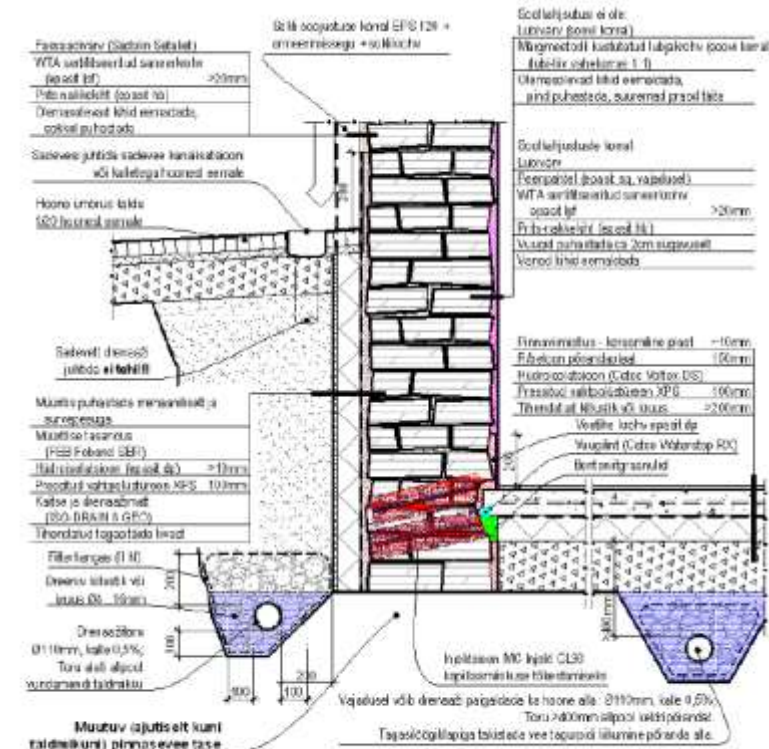
Soojustuse puudumisel köetakse keldrit ja selle õhuniiskus väheneb. Suvel keldri tuulutamisel õhuniiskus kasvab, kelder märgub.



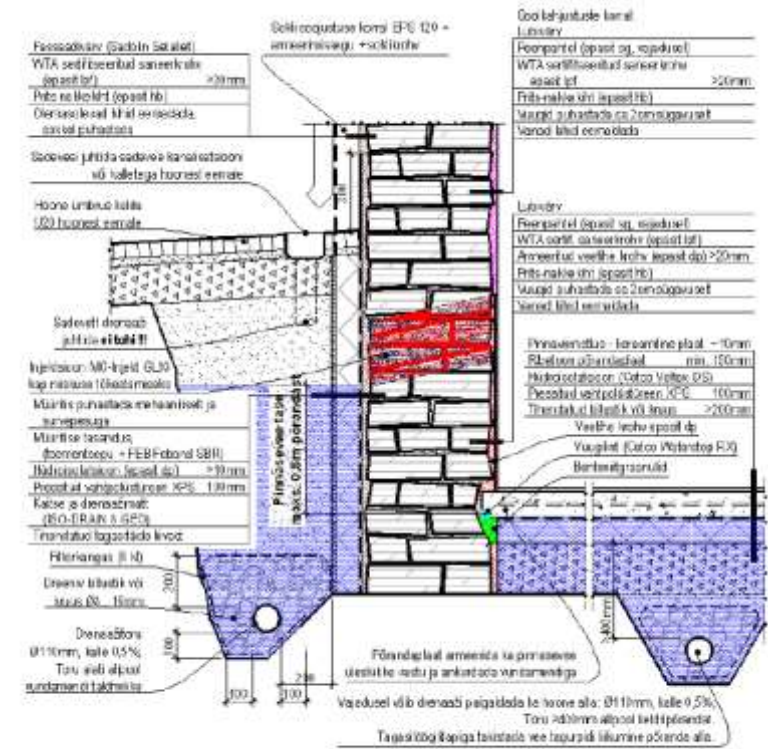
EHITISE ÜMBEREHITAMINE ON EELKÕIGE EHITAMINE, MILLE KÄIGUS: I) MUUDETAKSE HOONE PIIRDEKONSTRUKTSIOONE;



Joonis 13.6 Keldriseina põhimõtteline renoveerimislahendus tavalise pinnaseniiskuse korral (kuiv liivapinnas).



Joonis 13.7 Keldri veetõke muutuva (võib tõusta kuni taldmikkuni) pinnasevee taseme korral.

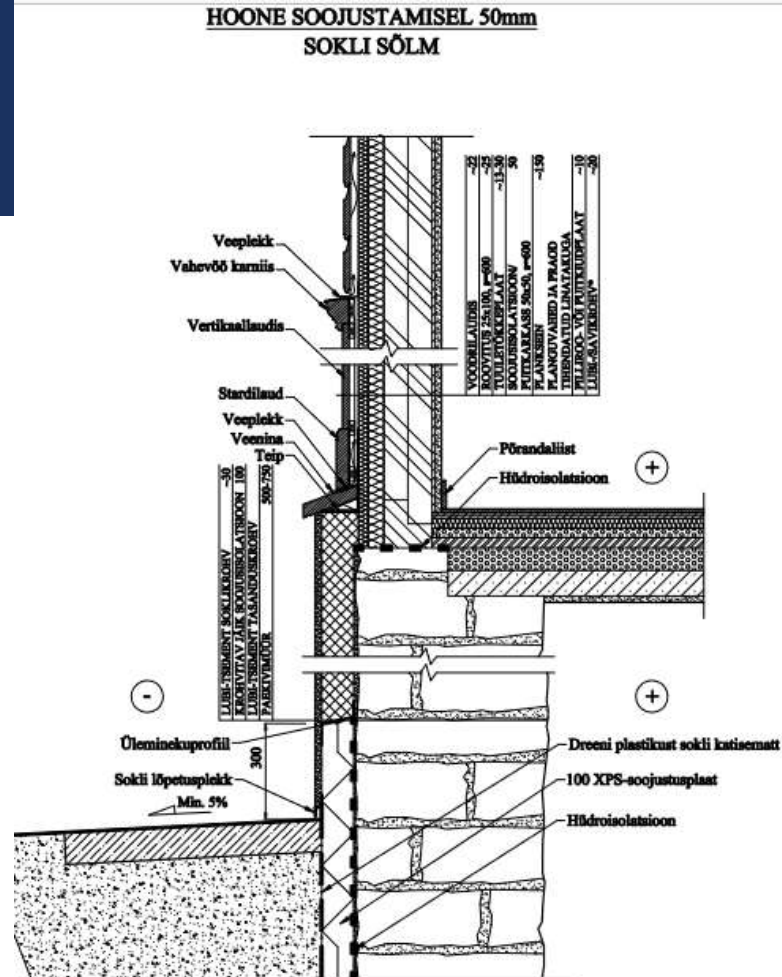


Joonis 13.8 Keldri veetõke muutuva (võib tõusta kuni 0,5 m keldri põrandapinnast) pinnasevee taseme korral.

Eesti eluasemefondi puitkorterelamute ehitustehniline seisukord ning prognoositav eluiga :
uuringu lõpparuanne

SOOJUSTAMINE MILJÖÖALAL

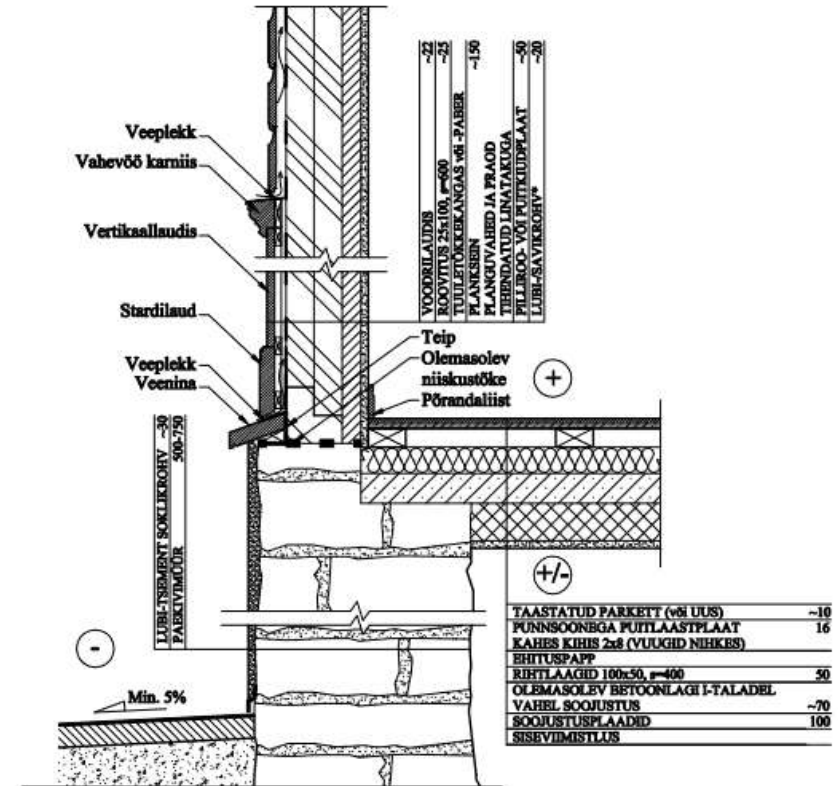
SRIK
MILJÖÖVÄÄRTUSLIKEL
ALADEL PAIKNEVATE
AJALOOLISTE
HOONETE
energiatõhususe
parandamise
juhend/abimaterjal



MÄRKUSED:

- Sokli paekivimüüri tühjad vungid täidetakse
- Hoone soojustamisel peab stiliima sokli tleaste (min. 20 mm - täpsustatakse olol hoonele vastavalt)
- Paksema tuuletõkkepaberi kasutamisel tuleb vastavalt tootjuhiste kasutada roovituse paigaldamisel alusputsa
- Vahelagade konstruksioonis kasutada immutatud puitu
- *Krohvi pakus täpsustada vastavalt tulepõisvusklassile
- Konstruksiooni elementide mõõdud ja samm täpsustatakse igas projektis eraldi
- Ruumides peab olema tagatud nõuetekohane sisekliima
- Fassaadidetailid ja muu puitosa teha olemasolevate eeskujul hõõveldatud puidust
- Uued fassaadidetailid tehakse olemasolevate alupõraste detailide koopistena
- Kõik puitpinnad eraldada kivipindadest isolatsiooniga
- Kõik isolatsioonide tühjbid täpsustatakse vastavalt hoone tuleohutusklassile

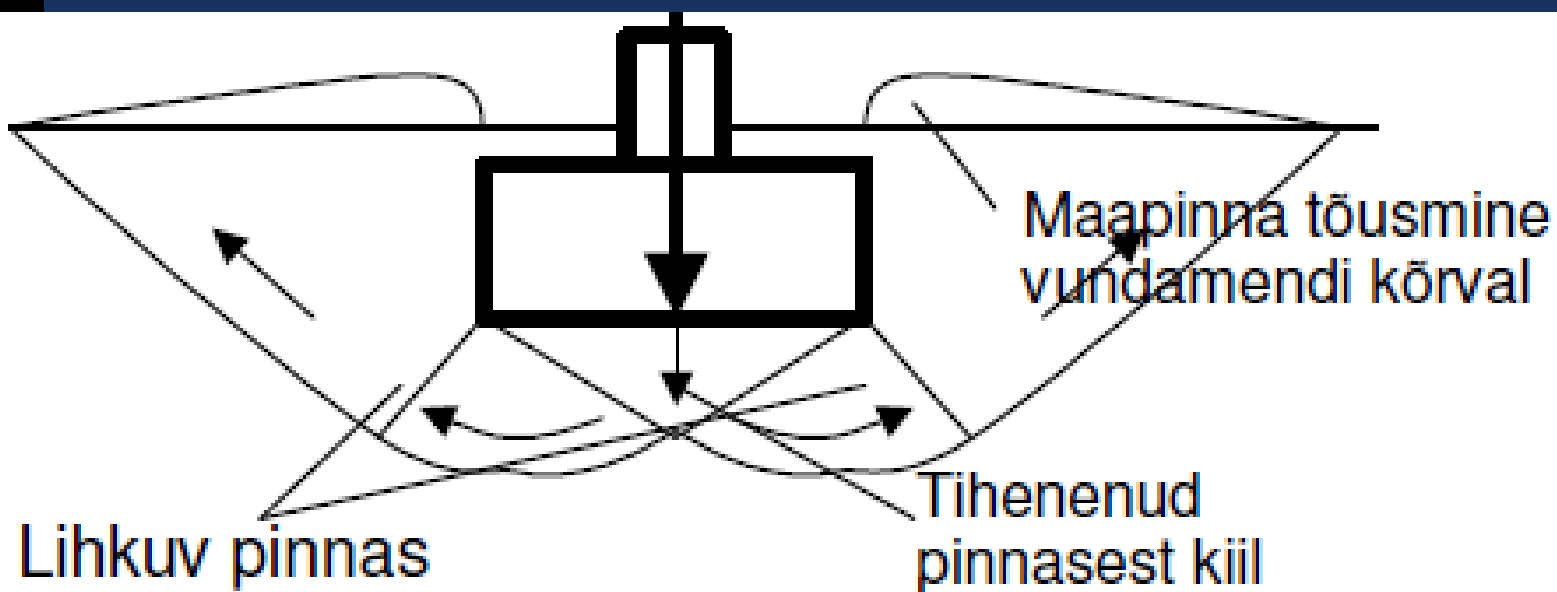
TUULETÕKKEKANGA VÕI -PABERI KASUTAMINE VÄLISFASSAADIS SOKLI SÕLM



MÄRKUSED:

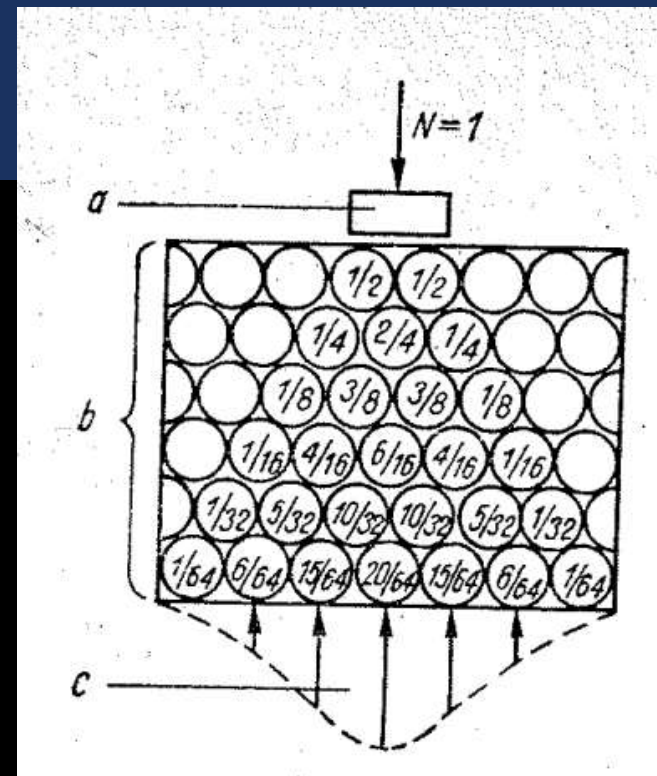
- Sokli paekivimüüri tühjad vungid täidetakse
- Tuuletõkkepaberi või -kanga kasutamine on sõltuvuses hoone tulepõisvusklassiga
- Vahelagade konstruksioonis kasutada immutatud puitu
- *Krohvi pakus täpsustada vastavalt tulepõisvusklassile
- Konstruksiooni elementide mõõdud ja samm täpsustatakse igas projektis eraldi
- Ruumides peab olema tagatud nõuetekohane sisekliima
- Fassaadidetailid ja muu puitosa teha olemasolevate eeskujul hõõveldatud puidust
- Uued fassaadidetailid tehakse olemasolevate alupõraste detailide koopistena
- Kõik puitpinnad eraldada kivipindadest isolatsiooniga
- Kõik isolatsioonide tühjbid täpsustatakse vastavalt hoone tuleohutusklassile

KELDRI SÜVENDAMINE



Pinnase liikumist takistavad kõrvalelukatava pinnase omakaal ja pinnase nihketugevus liikuva pinnasemassi ja paigalseisva pinnase vahel

Pinnase kandevõime ületamisel tekib suur vajum

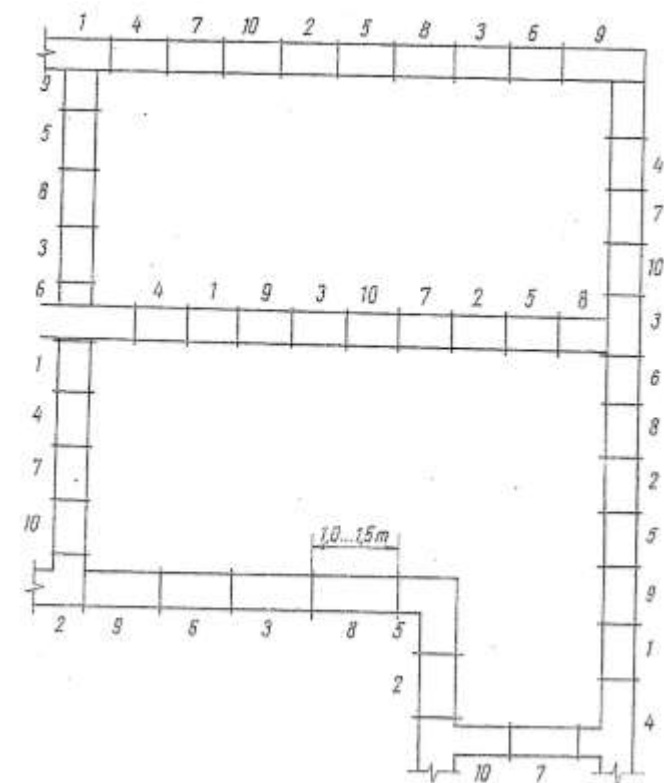


G.Klein, N.Doroškevitš, P.Smirenkin
“Alused ja vundamendid” 1970

Joon. 49. Survejaotuse tinglik skeem aluses:
a — vundament; b — tinglikult ümarteradest koosnev alus; c — vertikaalsurve epüür pinnases; ringides olevad arvud märgivad antud terale langevat osa survest

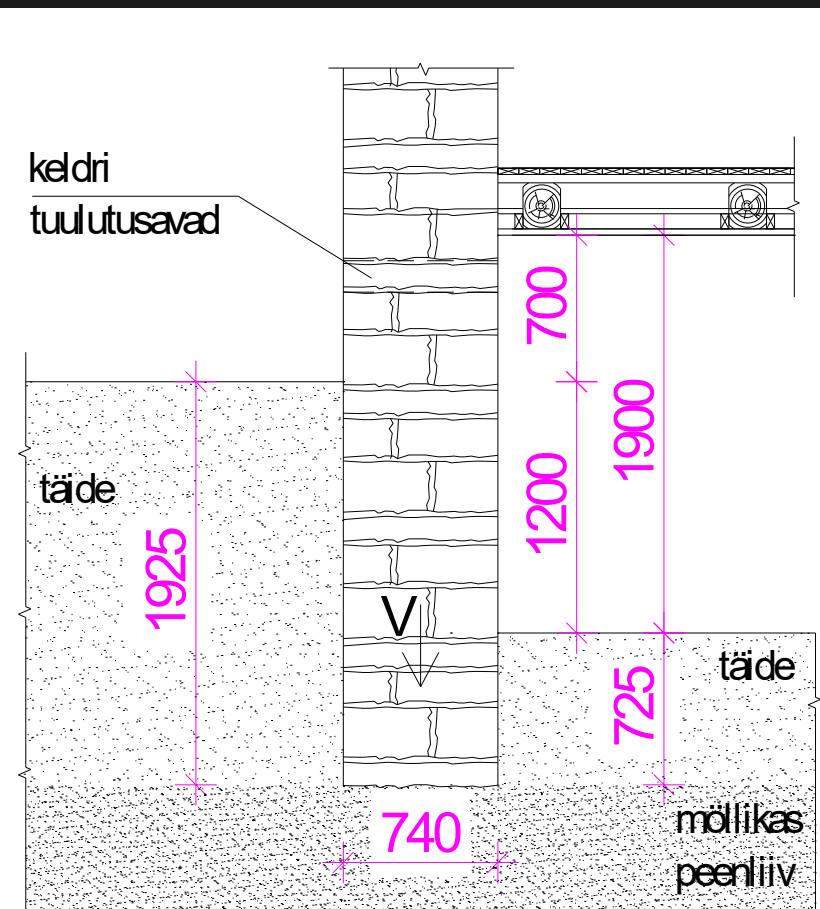


ALLAVUNDEERIMINE



Vundamendi kandevõime keldri süvendamisel

Näiteks



Ehitusgeoloogilised tingimused:

-Täitepinnase mahukaal 16 kN/m^3

-Möllikas peenliiv:

mahukaal 19 kN/m^3

sisehõõrdenurk 32°

nidusus $c'_k = 5 \text{ kPa}$

- Koormused vundamendile:

- Alaline normkoormus $G_k = 280 \text{ kN/m}$

- Ajutine normkoormus $Q_k = 50 \text{ kN/m}$

$$R_d < V_d \quad 362 \text{ kN/m} < 411 \text{ kN/m}$$

→ vundamendi kande võime ei ole tagatud!

ELURUUMILE ESITATAVAD NÕUDED

<https://www.riigiteataja.ee/akt/103072015034?leiaKehtiv>

2) Eluruumile esitatavate nõuete kehtestamise eesmärk on inimesele ohutu ja tervisliku elukeskkonna tagamine. Eluruumis peab inimesel olema võimalik ööpäevaringselt viibida.

§ 2. Nõuded eluruumi mõõtmetele ja pinnale

(1) Üldjuhul peab eluruumi iga elu-, töö- ja magamistoa:

- 1) pind olema vähemalt 8 m²;
- 2) laius (vastasseinte vaheline kaugus) olema vähemalt 2,4 m;
- 3) kõrgus olema vähemalt 2,5 m, ühe korteriga elamu puhul vähemalt 2,3 m.

1) Eluruumil peab olema teistest eluruumidest eraldi sissepääs ukse kaudu ja eluruumi igal eraldi ruumis asuval elu-, töö- ja magamistoal ning köögil peab olema vähemalt üks uks.

(2) Juhul kui mõne teise õigusakti nõuetest ei tulene teisiti, on uste valgusava vähimateks mõõtmeteks:

- 1) välisukse puhul laius 900 mm,
- 2) sise- ja rõduukse puhul laius 700 mm;
- 3) vannitoa ja tualettruumi ukse puhul laius 600 mm;
- 4) kõrgus 1950 mm.

(3) Eluruumi igal elu-, töö- ja magamistoal ning köögil peab olema vähemalt üks lahtikäiv aken, mis annab võimaluse ruumi tuulutamiseks ning tagab ruumis piisava loomuliku valguse.

(4) Kaugküttevõrgust või hoone katlamajast koetavas eluruumis ei tohi siseõhu temperatuur inimese pikemaajalisel ruumis viibimisel olla madalam kui 18 °C. Siseõhu temperatuuri lubatav ülempiir tuleb määrata kehtestatud nõuete alusel.

(5) Eluruumis peab siseõhu suhteline niiskus olema vahemikus, mis ei kahjusta inimese tervist, väldib veeauru kondenseerumist ja ei tekita niiskuskahjustusi. Eluruumi siseõhu optimaalne suhteline niiskus on **40–60 protsenti**.

(6) Väljastpoolt eluruumi paiknevast allikast lähtuva müra helirõhu tase eluruumis ei tohi päeval ületada 40 detsibelli ja öösel ületada 30 detsibelli taset.¹⁰⁶

Enne 1940. aastat ehitatud hoones asuv eluruum võib pärast olulist rekonstrueerimist erineda käesoleva määruse §-des 2 ja 3 sätestatud nõuetest kuni 10 protsendi võrra

EHITUSVEAD VUNDAMENDI JA SOKLI LISASOOJUSTAMISEL



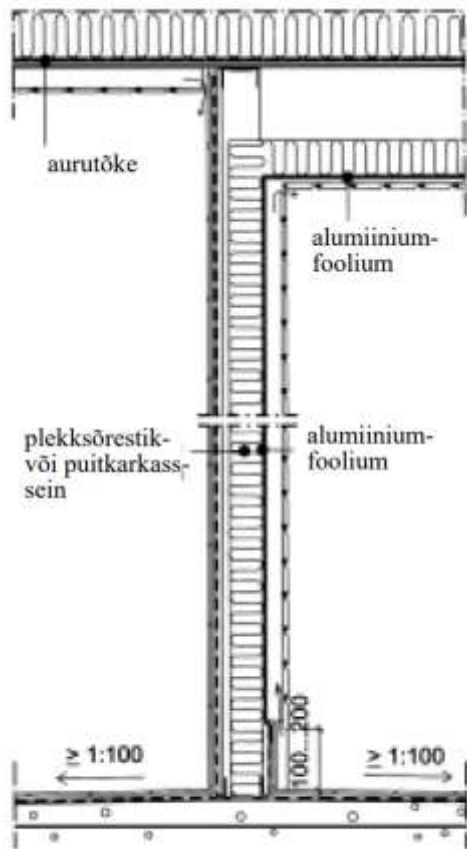
Joonis 2 Osaline lisasoojustus ei vähenda oluliselt soojuskadu ja tööd on jäetud lõpetamata (vasakul). Puithoone sokkel on soojustatud vahtpolüstüreenplaatidega, kuid jäetud ilmastiku eest kaitsmata (paremal).

<https://kliimaministeerium.ee/sites/default/files/documents/2025-05/Insulation%20of%20residential%20building%20foundations.pdf>



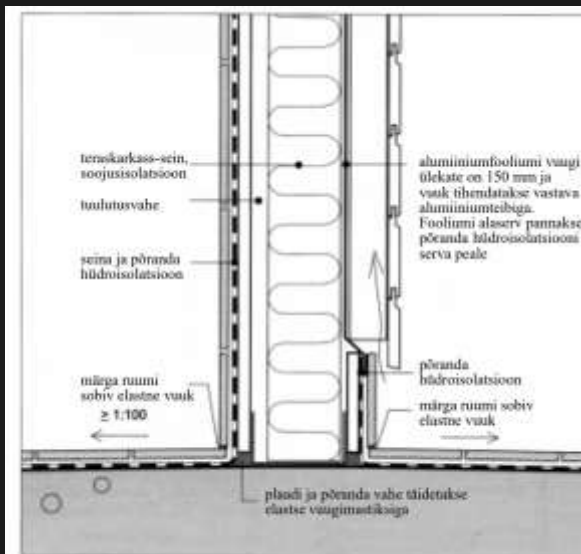
Joonis 4 Elamu sokkel on soojustatud puitkarkassi vahele paigaldatud soojustusega: pritsitud polüuretaanvaht (paremal) ja vahtpolüstüreen (vasakul). Puitpostid on kontaktis niiske pinnasega.

Ehitaja 4(47) 2000 Saunade soojustamisest



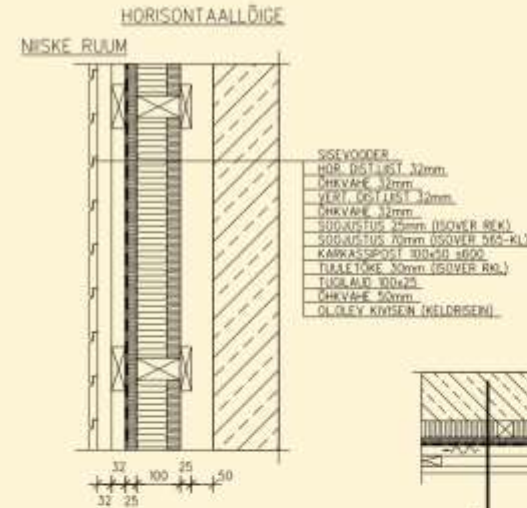
Teras- ja puitkarkassiga seina liitekohta põrandaga saab täpsemalt näha jooniselt 7 kõrvaloleval leheküljel.

RT 84-10759-et Märja ruumi tarindid

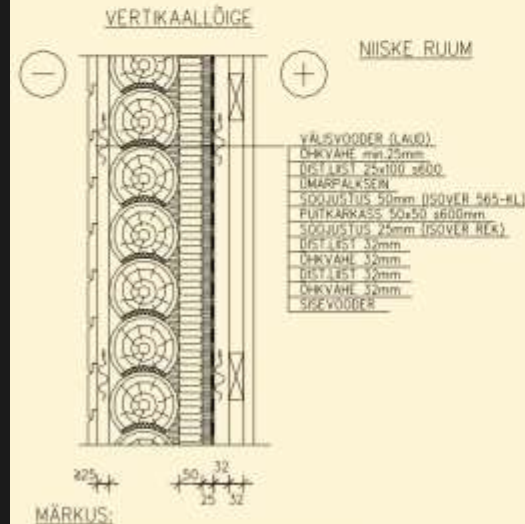


Sauna ja pesuruumi vaheline teraskarkass-sein

Joonis 1. Keldrisauna sein



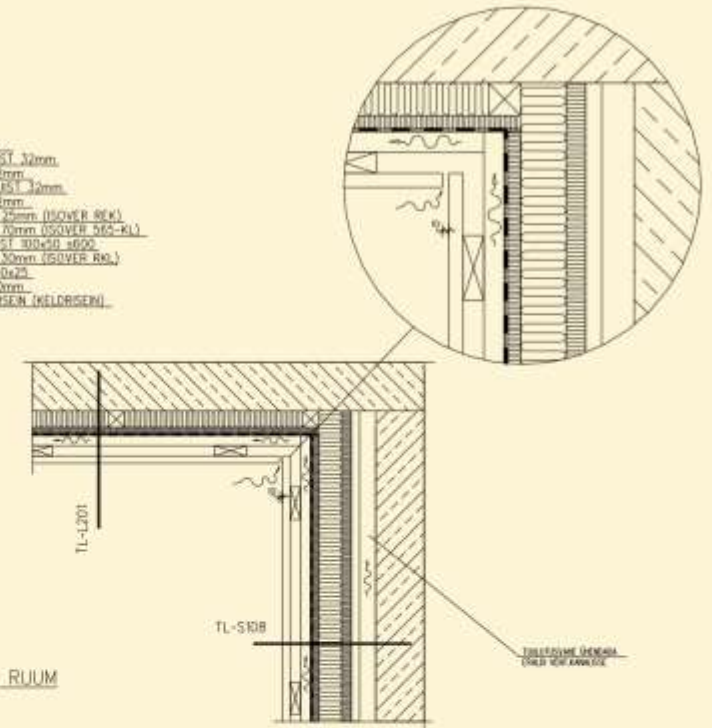
Joonis 3. Palkmajasauna sein



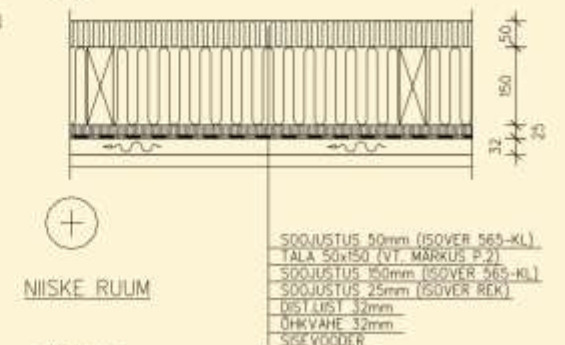
MÄRKUS:

1. PIRDE ARVUTUSLIK SOOJAJÄHTIVUS $U=0.14W/m^2K$.
2. SUUREMAD TÕHMÜÜD PALKSENA SISEPINKA TÄITA LISASOOJUSUSEGA.

Joonis 2. Keldrisauna sein ja lagi



Joonis 4. Palkmajasauna lagi



MÄRKUS:

1. PIRDE ARVUTUSLIK SOOJAJÄHTIVUS $U=0.19W/m^2K$.
2. PÕHNGUTALA RISTLÕHE MÕÕDUD JA SAMM MÄÄRATA KONSTR. ARVUTUSTE PÕHJAL.

Varjendi nõuded

- **Konstruksioon kaitseb kildude (šrapnellid) eest, talub vibratsiooni ja hoone varingut**

- **S1-klassi varjend talub** rõhulaine koormust 1 bar, seinte paksus 30 cm raudbetooni
- **S2-klassi varjend talub** rõhulaine koormust 2 bar, seinte paksus 40 cm raudbetooni

- **Suuruse piirangud:**

- S1-klassi varjend 20 – 135 m²; S2-klassi varjend 135-900 m²

- **Varjendi kõrgus** minimaalselt **2,3 m**

- **Nõuded uksele** – kaitseb lenduvate kildude ja ülerõhu eest (õhutihe). Aknaid ei ole.

- **Varuväljapääs** (tunnel), mis võimaldab väljuda ka varingu korral (varinguala 1/3 hoone kõrgusest)

- **Hermeetilisus** – kaitse rõhulaine eest ja varjendis vajalik **ülerõhk 50 Pa**

- **Ventilatsioon** – piisav õhuvahetus, sh elektrikatkestuse korral ja mürgiste kemikaalide filtreerimine

- **Hügieen** – üks kuivkäimla iga 20 m² kohta

- **Regulaarne varjendi hooldus**

Priit Laaniste

Siseministeerium

priit.laaniste@siseministeerium.ee



Varjendi kaitsetase on kõrgem kui varjumiskohal

Nõue	Varjend	Varjumiskoht (miinimumnõuded)
Konstruksioon	✓	✓ <i>kiviseinad</i>
Koormustaluvus	✓	–
Varuväljapääs	✓	✓ <i>varuväljapääs teisest uksest või aknast</i>
Ventilatsioon	✓	✓ <i>piisav õhuvahetus</i>
Hermeetilisus	✓	–
Varisemiskindlus	✓	–
Elektrivarustus	✓	–
Olme- ja hügieenitingimuse	✓	✓ <i>minimaalsel tasemel</i>
Saastunud välisõhu filtreerimine	✓	–
Viibimise aeg	Pikaajaline (päevades)	Lühiajaline (tundides)



TÄNAN!

**MAARI IDNURM
MAARI@EKSPRO.EE**