



SPETSIALISTILT SPETSIALISTILE:
VUNDAMENTIDE SEISUKORD JA
RENOVEERIMINE



PÄEVAKAVA



VUNDAMENT
KUI KÕIGE ALUS

MAARI
IDNURM
12:00-13:30



KELDRITE MURED
JA RÕÕMUD

MAARI
IDNURM
14:00-14:45



PROBLEEMID
VUNDAMENTIDEGA

MART
KESKKÜLA
14:45-15:30



Tallinna Linnateater

TEHTUD

TÜ Narva Kolledž
arhitektid- S.Vallner, I.Peil, K.Koov
ehitusinsenerid- M.Idnurm, S.Randmäe



2005 Parim puitehtis,
ärämärgitud töö
Arhitekt – Oliver Alver
Ehitusinsenerid- E.Hint
ja M. Idnurm



Lutheri Masinasaal – arhitektid
H.Girassidovich, ehitusinsenerid-
M.Jõuvali, T. Kasevi, M.Aukamäe
peetud hõlma laenuks aasta
ehitustunnetuse 2018
aasta puitehtis 2018 võitjatehnikad
aasta laenuks 2017 enamlund
muinsuskaitse erialand 2017

TÖÖS

Paks Margareeta
KOKO arhitektid Ehitusinsenerid:
M.Idnurm, R.Niinberg Foto: <http://meremuuseum.ee/>

MAARI IDNURM

Volitatud ehitusinsener tase 8
Muinsuskaitse pädevustunnistus PT225/2005
Parim uurija 2023
Ekspertiis ja Projekt OÜ, EEL volikogu liige



2006/2007 PARIM ERAMU
arhitektid S.Vallner, I.Peil
ehitusinsenerid J.Idnurm,
M. Idnurm



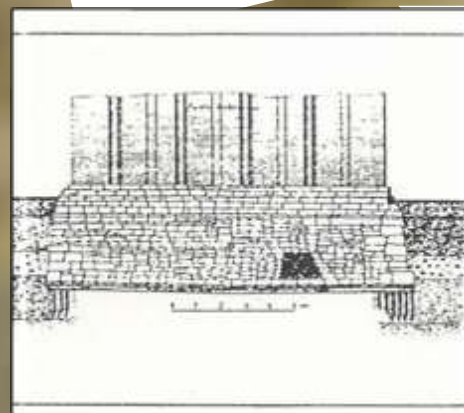
VUNDAMENT KUI KÕIGE ALUS

12:00- 13:30

**Väikeelamu vundamendid.
Seisukorra hindamine ja
rekonstrueerimise
lahendustest**



PINNASED



**VÄIKEELAMU
VUNDAMENDID**



VESI

Landslide in northern Norway 3rd of June 2021

Foto: Jan Egil Bakkeby



PINNASED

I. PINNASED

■ KALJU ja POOLKALJU

Eestis – lubjakivi, dolomiit, mergel, liivakivi



Liivakivi



Mergel- savikas lubjakivi



Lubjakivi



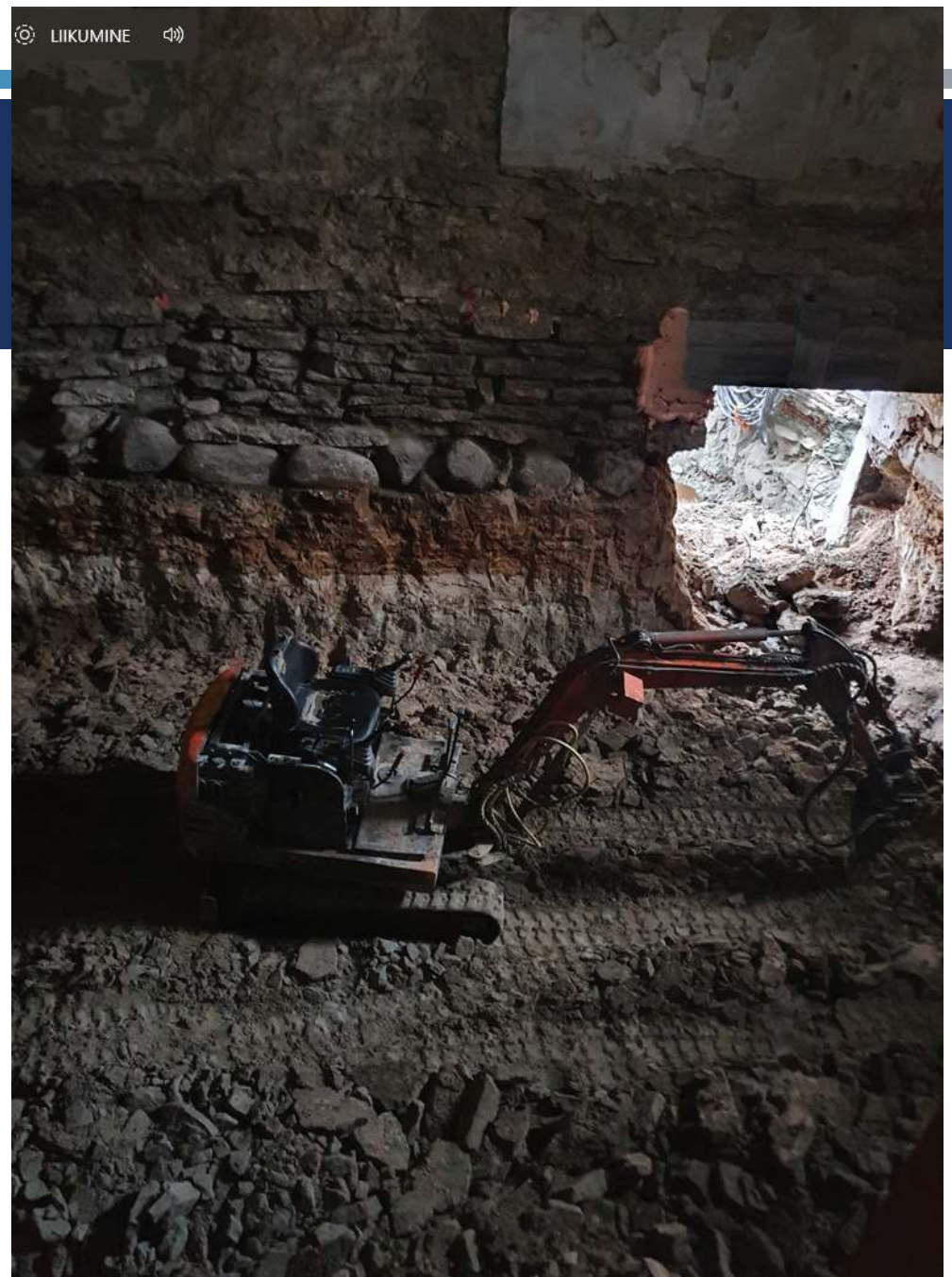
Dolomiit- karbonaatkivim

KALJUPINNASTE OMADUSED

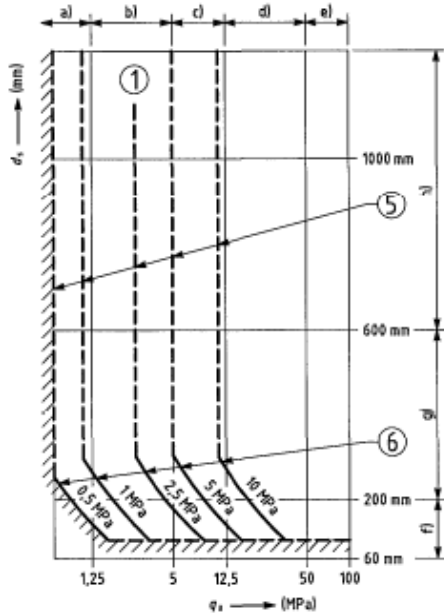


*Ligilähedaselt vertikaalsele kaevatud 9 m sügavuse
süvendi sein (IPT töö nr.18-08-1439)*

- Kaljule toetava jaotusvundamendi projekteerimisel võib kasutada lubatud survet.
- Tugeva tervikliku vulkaanilise kivimi, gneissilaadsete kivimite, lubjakivi ja liivakivi puhul on lubatud surve piiratud vundamendi betooni survetugevusega (standard EVS-EN 1997-1)
- Poolkalju survetugevus alla 5MPa (ehk $\sim 50 \text{ kgf/cm}^2$ või $\sim 500 \text{ kN/m}^2$)
- Arvestada murenemist, lõhenemist, nõrku vahekihte, inimtegevusest tingitud nõrgestusi jms



LUBATUD SURVE KALJUPINNASTEL



Tabel G.1 – Nõrkade ja pragunenud kaljude grupeerimine

Grupp	Kalju tüüp
1	Puhas lubjakivi ja dolomiit Madala poorsusega karbonaatne liivakivi
2	Magmaatilised kivimid Oliitne või mergliline lubjakivi Hästi tsementeerunud liivakivi Kõva karbonaatne argiliit Moondekivimid, kaasaarvatud tahvelkilt ja kristallkilt (rõhelt lõhustunud/lehtjad)
3	Väga merglilised lubjakivid Halvasti tsementeerunud liivakivi Kildad (kaldselt lõhustunud/lehtjad)
4	Tsementeerumata argiliit ja kiltsavi

EVS-EN 1997-1:2006

Horisontaaltelg: q_u (MPa): ühetelgne survetugevus Vertikaaltelg d_s (mm) rikete vahekaugus

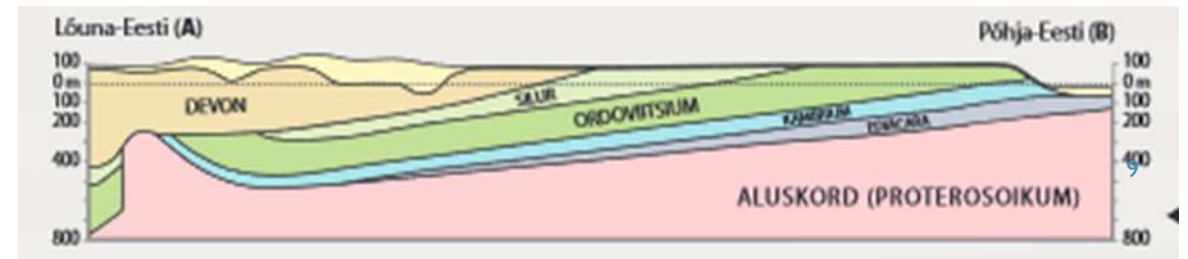
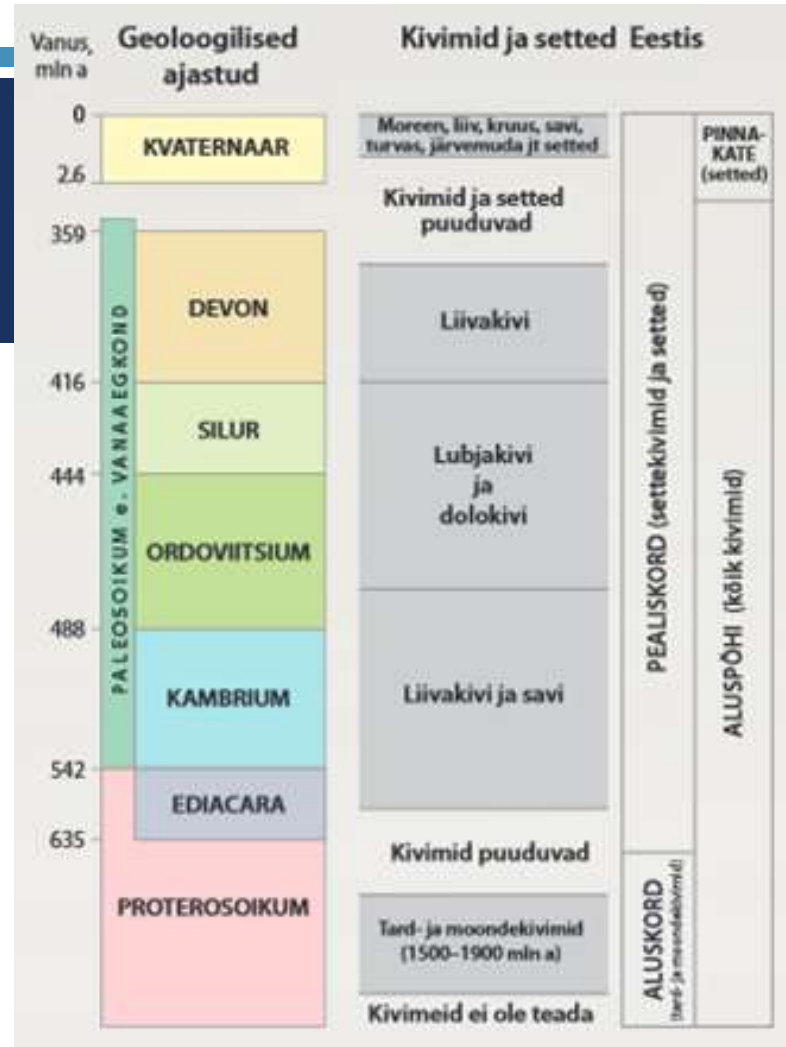
1 – grupp 1 kalju; 2 - grupp 2 kalju; 3 – grupp 3 kalju; 4 – grupp 4 kalju,

5 – Lubatav arvutussurve ei ületa kalju ühetelgset survetugevust kui praod on suletud või 50% selle väärtust kui praod on avatud;

6 – Lubatav arvutussurve: a) väga nõrk kalju, b) nõrk kalju, c) mõõdukalt nõrk kalju, d) mõõdukalt tugev kalju, e) tugev kalju;

Vahekaugused: f) tihedalt asetsevad praod, g) keskmise tihedusega praod, h) harva tihedusega praod

Kalju tüüpide kohta igas neljas grupis vt tabel G.1. Arvutuskandevõime viirutatud ala kohta peab hindama järelevaatuse ja/või kalju katsetamise teel (Briti standard BS 8004)



Joonis G.1 – Kaljule toetava ruudukujulise vundamendi lubatav arvutussurve (vajumite kohta, mis ei ületa 0,5% vundamendi laiust).

2. JÄMEPURDPINNASED (kruus, killustik)
3. PEENPURDPINNASED (liivad, savid)
4. ERIPINNASED (muda, turvas jms)
5. TEHISPINNASED (täide, kultuurikiht, prügi jms)

Lubatud surve jaotusvundamendile kN/m²

Põhja-Eesti moreen	kõva	600
Lõuna-Eesti moreen	kõva ja poolkõva	300-600
	sitke- ja pehmeplastne	200-300
Kruuspinna	tihe	400-600
	kesktihe	300-400
Jäme- ja keskliiv	tihe	350-500
	kesktihe	250-350
Peenliiv	tihe	300-400
	kesktihe	200-300
Mõllpinna	tihe, kõva	300-500
	kesktihe, sitke- või pehmeplastne	150-300
Savipinna	kõva	300-600
	sitke ja pehmeplastne	150-300



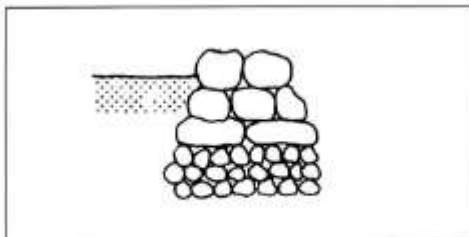
1kN~100kgf

Moreen koosneb liivast, aleuriidist, savist, kruusast, veeristest ja rahnudest ehk kõikvõimalikus suuruses purdosakestest.

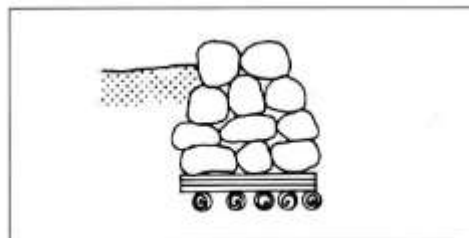
Moreen on materjal, mis on liustiku liikudes kaasa haaratud ja sulades maha jäetud

Tabelis toodud suurusi võiks kasutada lihtsate hoonete korral juhul, kui vundamendi süvis on vähemalt 1 m (keldri betoonpõrandast vähemalt 0,5 m) ja laius vähemalt 0,5 m.

SAVIPINNAS. VIIRSAVI JA VESISAVI (EESTIS EI ESINE)



5. Tasauskerros kylmäkiviperustuksen alla.



6. Hirsiarina perusmuurin alla.

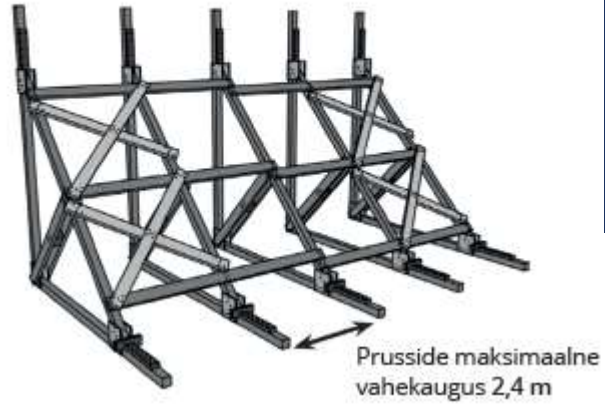
<https://eestigeoloog.ee/kategooriad/geoloogia-ja-keskkond/maalihked-norras-on-paratamatus>

<https://www.youtube.com/watch?v=6QcBSbQo4XA&t=6s>



VERTIKAALPINNA TOESTUS

Kõva pinnas



AJUTINE TOESTUS

PUITMATERJALI „PIKKUSE JA DIAMEETRI” (L/D) REEGEL

Puitmaterjal, mis töötab survele	$L/D < 25$
Puitmaterjal, mis töötab tõmbele	$L/D < 50$
Muu materjal, diagonaalid, siduvad postid	$L/D < 35$

D = VÄIKSEIM MÕÖT	L/D 25 MAKS PIKKUS	L/D 35 MAKS PIKKUS	L/D 50 MAKS PIKKUS
50 mm	1,27 m	1,78 m	2,54 m
75 mm	1,9 m	2,67 m	3,8 m
100 mm	2,54 m	3,56 m	5,1 m
125 mm	3,18 m	4,45 m	6,35 m
150 mm	3,8 m	5,35 m	7,62 m

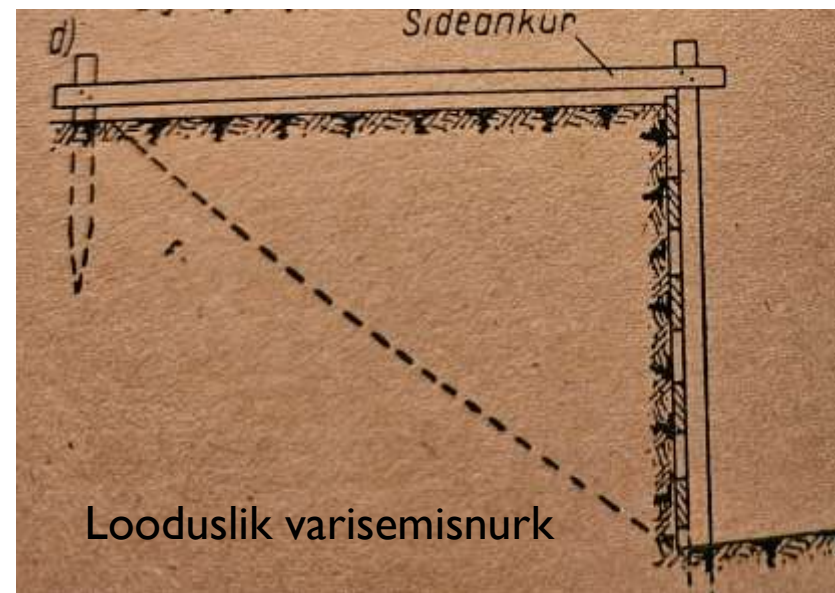
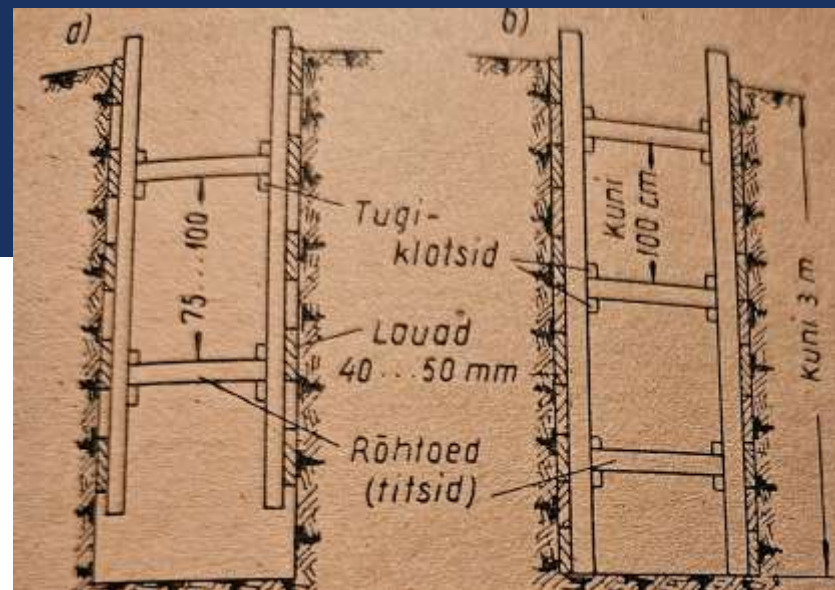
Näide: Kui puitmaterjali ristlõike väikseim mõõt on 50 mm ja materjal töötab survele, siis $50 \times 25 = 1250$ mm ehk konkreetse posti pikkus võib olla ca 1,25 m.



Toestamise meespea. Päästeamet

LOOMULIKU NIISKUSEGA PINNASTE LUBATAV NÕLVAKALLE

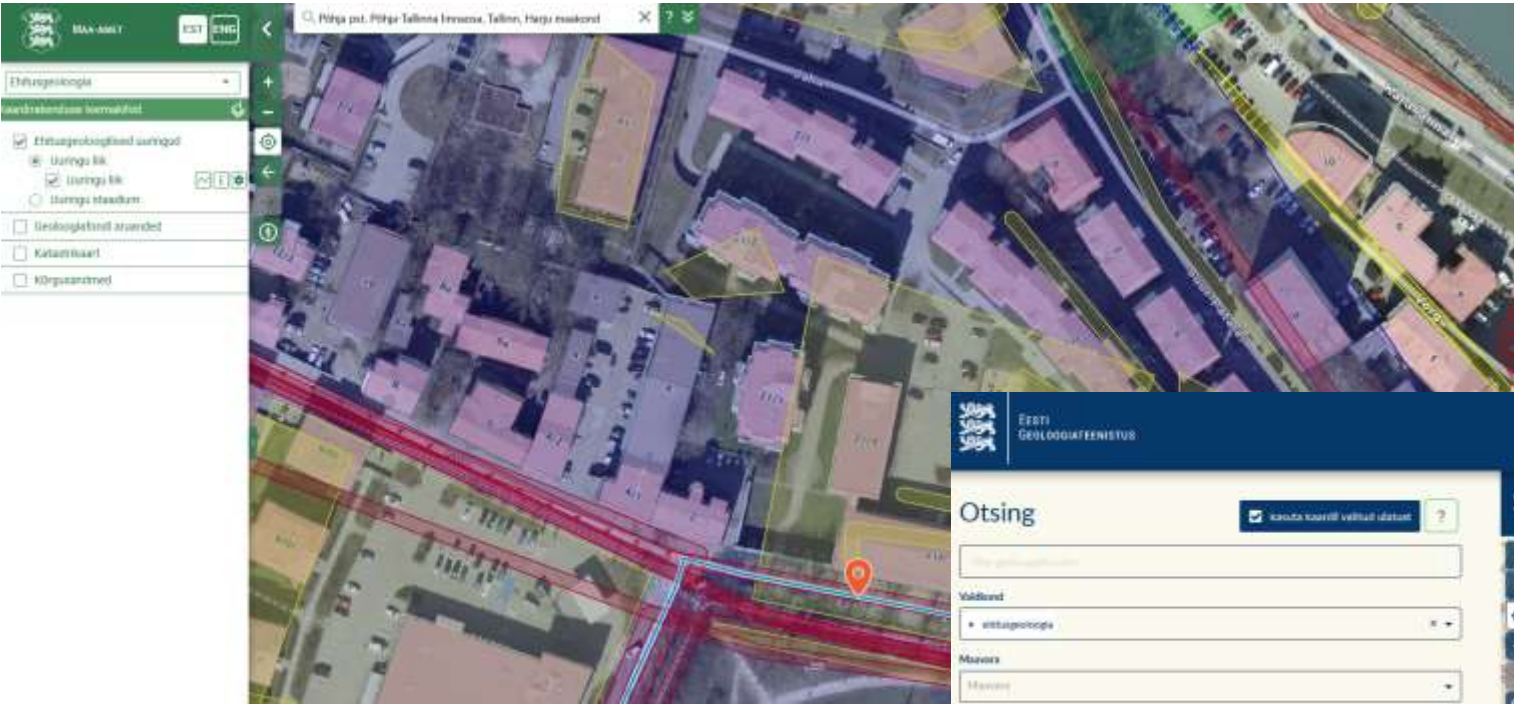
PINNAS	Süvendi sügavus kuni 1,5 m nõlva kaldenurk	Süvendi sügavus kuni 3 m nõlva kaldenurk	Süvendi sügavus kuni 5 m nõlva kaldenurk
Loomuliku niiskusega puistepinnas	76°	45°	38°
Niske (veega küllastunud) liiv- ja kruuspinnas	63°	45°	45°
Saviliiv	76°	56°	50°
Liivsavi	90°	76°	63°
Savi	90°	63°	63°



A.Veski "Ehitustööd"

EHITUSGEOLOOGILISED UURINGUD

- Enne konstruktsioonide avamist tuleks eelnevalt tutvuda olemasoleva projektdokumentatsiooni ja varasemate uuringutega (juhul kui neid on teostatud), et välja selgitada hoone ehituslugu ja erinevate ümberehituste iseloom. Sagedasti on hooneid mitmel korral juba varasemalt ümber ehitatud või rajatud olemasolevatele vundamentidele. Arhiivimaterjalid vt. <http://ais.ra.ee/>
- Juhul kui projektdokumentatsioon puudub, siis tuleks teostada vajalikud mõõtmised või tellida hoone mõõdistus
- Tutvuda varasemate ehitusgeoloogiliste uuringutega, mis on tehtud samas piirkonnas. Ehitusgeoloogia andmekogu (<http://geoportaal.maaamet.ee/>)
- Tutvuda planeeritavate ümberehitustega
- Vaadelda hoonet ja erinevaid deformatsioone visuaalselt, koostada uuringute tegevuskava (mälestise või muinsuskaitse alal paikneva ehitise korral tuleb uuringute teostamine eelnevalt kooskõlastada)
- Vajadusel tellida täiendavad uuringud



EHITUSGEOLOOGILISTE UURINGUTE ARUANDED

<https://fond.egt.ee/fond/>

[Koordinaatorid](#) > [Ehitusgeoloogia](#) > [Rakenduse kirjeldus](#)

Ehitusgeoloogia kaardirakenduse kirjeldus

Kaardirakenduse andmestik on seitsuga 16.12.2024 ja ei uueeni lüüsmate andmete saamiseks pöörduge Eesti Geoloogiateenistuse poole.

Kaardirakendus esitab ehitusgeoloogia andmekogu (lõdandmeid, uuringulaasid ja aruanne) faili.

Kaardirakenduse kihid ja otsingud

Kihi nimi	Kihi asimine rakenduses
Aluskorra puurauk	Ava kihi
Puurkaev	Kihil on piiratud järgmistele parameetritele: Nimi:

Ehitusgeoloogia aruanne paberarhiivis avab
Eesti Geoloogiateenistuses Rakveres.
 fond@egt.ee

Kaardirakenduse kasutusjuhend
Ehitusgeoloogia (X-GIS 2.0 versioon) (2 x MR,
28.06.2024)



Eesti
GEOLOOGIATEENISTUS

EST •

AIB

LOOGI Sisse

Otsing

☐ kasutada kaardil valitud andmeid

Vahetund

Maavara

Aastavahemik

-

Otsingutingimuste kasutamise juhend

☒ kogu Eesti

☐ suured

☐ keskmised

☐ väikesed

Otsingutulemusi 5



EGF number	Nimetus	Autor	Elutsugutekstiilide uuringu liik	Aasta	Rakendaja	Tegijate
25607	Arhivne rek Tartus, Narva rmt 82	Heldur Oig	geotekstiilne uuring	2019	1	☐ näita kaardi
28066	Orava tn 22 inivõimal	Saara-Liis Lutsar	elutsugutekstiilide talitsematus	2022	1	☐ näita kaardi

1.2. GEOLOOGILINE EHTUS

Maastikulise liigituse järgi jääb uuringuala Ugandi lavamaa põhjaossa aluspõhjalise ja moreenkattega ktingaste vahele madalale sadulale. Kaasaegne reljeef on kaetud tehispinnastega, loodusliku osa moodustavad liustikulised ja aluspõhjalised setted. Maapinna abs. kõrgused olid puuraukude suudmetel 46,45...46,65 meetrit.

Uuringustõgavuses kuni 5,40 meetrit eraldati välja kokku viis kihti – geoloogilist elementi.

KIHT 1. Täitepinnas: ümberpööratud prahine muld (IV). Täitepinnas esines uuringualal kõikides puuraukudes pindmise, 0,50...0,85 meetri paksuse kihina. Täitepinnas on musta või tumepruuni värvi, lõimiselt mölline või savine ja prahisegune (klaasikillud jms).

KIHT 2. Rohke liivaga möllsavi (moreenilaadne, glIII). Liustikuline rohke liivaga möllsavi esines uuringualal vaid PA-1...2 alal 0,30...1,40 meetri paksuse kihina täitepinnase (kiht 1) all, maapinnast 0,70...0,85 meetri sügavusel, abs. kõrgustel 45,70...45,75 meetrit. Rohke liivaga möllsavi on punakaspruuni värvi, kontsistentsilt voolav, plastsuselt väheplastne ja sisaldab jämeperdu kuni 5%. Kihis esines ülavett, pinnasest võeti **kaks niiskuproovi**, kihi normatiivne niiskussisaldus **wn=23,9%** (23,5...23,9%).

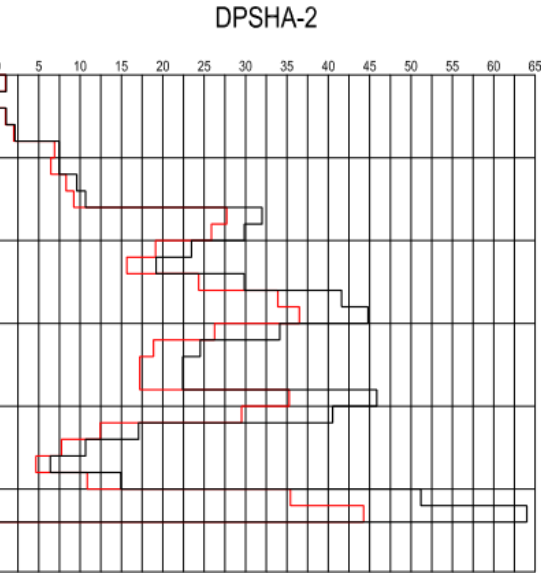
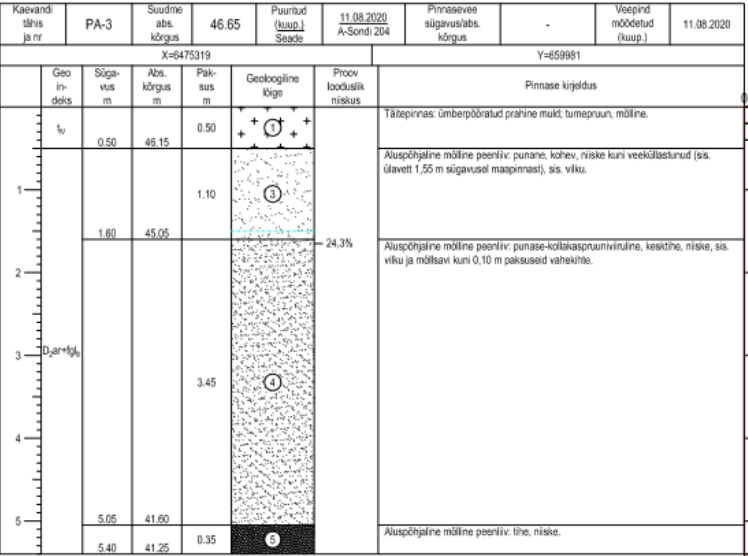
KIHT 3. Aluspõhjaline mölline peenliiv (kohev, D2ar+fglIII). Kohev aluspõhjaline mölline peenliiv esines uuringualal kõikides puuraukudes rohke liivaga möllsavi (kiht 2) all, maapinnast 0,50...2,25 meetri sügavusel, abs. kõrgustel 44,30...46,15 meetrit. PA-1 ja PA-3 alal oli kiht 0,55...1,10 meetrit paks, PA-2 alal avati kohev aluspõhjaline mölline peenliiv 0,75 meetri paksuselt, kihti ei läbitud. Pinnas on halli, oranžikaspunast või punast värvi, kohev, niiske kuni veeküllastunud ja sisaldab vilku ning PA-3 alal ülavett.

KIHT 4. Aluspõhjaline mölline peenliiv (kesktihe, D2ar+fglIII). Kesktihe aluspõhjaline mölline peenliiv eraldati uuringualal välja PA-1 ja PA-3 alal 2,30...3,45 meetri paksuse kihina koheva aluspõhjalise möllise peenliiva (kiht 3) all, maapinnast 1,60...2,80 meetri sügavusel, abs. kõrgustel 43,75...45,05 meetrit. Pinnas on punase-halliviiruline või punase-kollakaspruuniviiruline, kesktihe, niiske, sis. vilku ja kuni 0,10 m paksuseid möllsavi vahekihte. Möllsavi vahekihist võeti **üks niiskuproov**, pinnase niiskussisaldus **wn=24,3%**.

KIHT 5. Aluspõhjaline mölline peenliiv (tihe, D2ar+fglIII). Tihe aluspõhjaline mölline peenliiv eraldati uuringualal välja vaid lõõpenetratsioonikatse graafiku alusel DPSHA-1 (PA-1) ja DPSHA-2 (PA-2) alal. Tihe aluspõhjaline mölline peenliiv avati 0,30...0,35 meetri paksuselt kesktiheda liiva (kiht 4) alt, maapinnast 5,05...5,10 meetri sügavusel, abs. kõrgustel 41,45...41,60 meetrit. Pinnas on tihe ja niiske.

1.4. PINNASTE NORMATIIVSED NÄITAJA

Kihi nr. Pinnas	2 Rohke liivaga möllsavi (moreenilaadne, glIII)	3 Aluspõhjaline mölline peenliiv (D2ar+fglIII)	4 Aluspõhjaline mölline peenliiv (D2ar+fglIII)	5 Aluspõhjaline mölline peenliiv (D2ar+fglIII)
	voolav	kohev	kesktihe	tihe
Keskmine löökide arv N_{20}	0,6 (0...2) 0,1 n=7	8,4 (2...14) 6,1 n=8	23,4 (6...46) 20,2 n=28	46,1 (26...64) 33,3 n=4
Keskmine redutseeritud löökide arv $N_{1(60)}$	0,5 (0...1,7) 0,1 n=7	7,3 (2,0...12,0) 5,3 n=8	18,5 (4,5...34,2) 15,7 n=28	31,4 (18,1...43,5) 22,5 n=4
Keskmine dünaamiline takistus q_d (MPa)	0,5 (0...1,7) 0,1 n=7	7,0 (2,0...10,6) 5,2 n=8	17,9 (4,7...36,5) 15,2 n=28	31,2 17,3...44,3) 21,7 n=4
Pinnase looduslik niiskus w_n (%)	23,7 (23,5...23,9) 23,9 n=2		24,3 st n=1	
Ülddeformatsioonimoodul E_0 (MPa)	4	10	25	35
Efektviivindus c' (kPa)	10	0	0	0
Efektviivisehõõrdenurk ϕ' (°)	26	32	34	35
Suhteline tihedus I_{ρ} (%)		21	45	56
Dreenimata nihketugevus c_u (kPa)	25			
Looduslik mahukaal γ (kN/m³)	20	17	18	19
Ligikaudne filtratsioonimoodul k (m/ööp.)	0,001...0,01	0,01...0,2	0,01...0,2	0,01...0,2



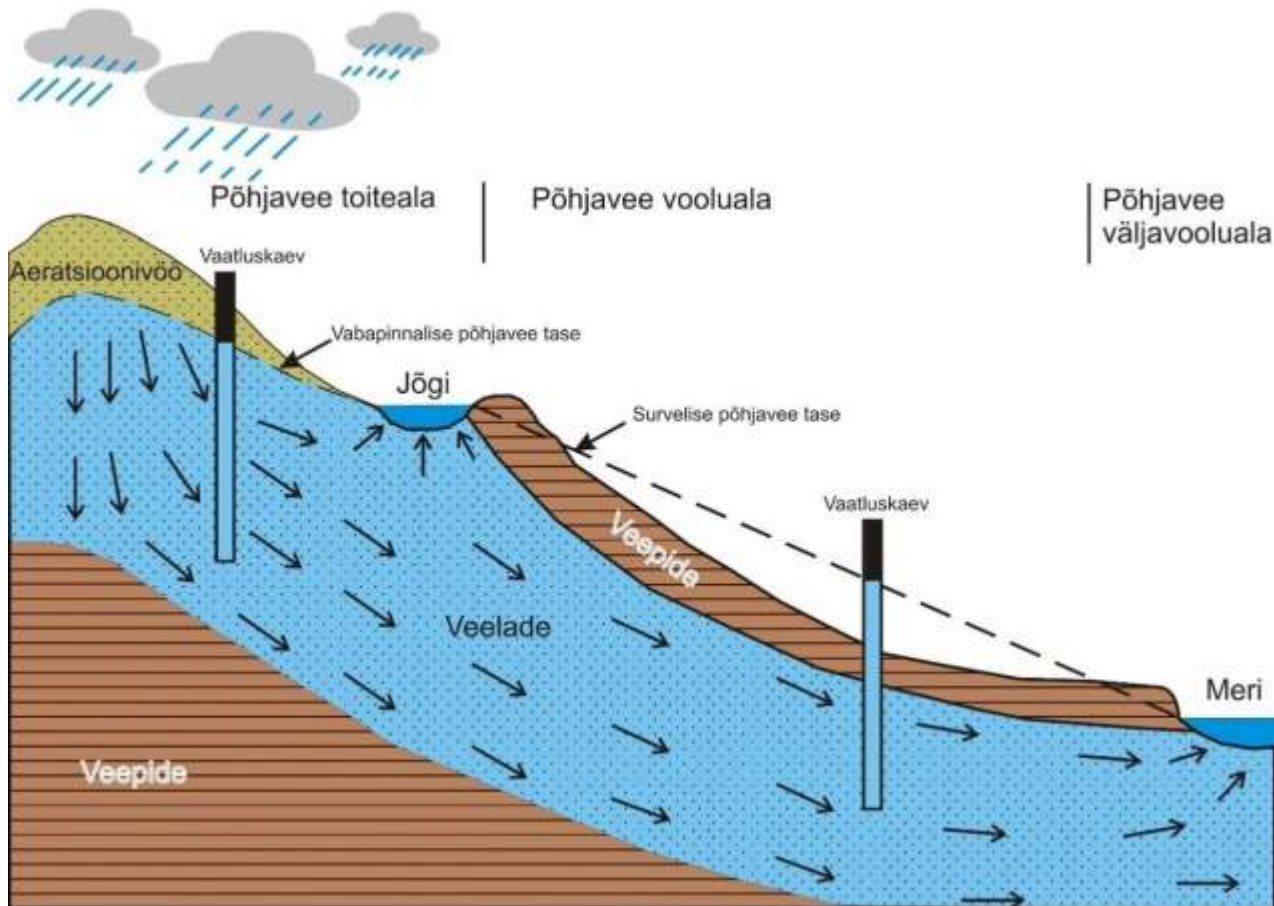
— looduses mõõdetud löökide arv N_{20}
— q_d (MPa) dünaamiline entakistus

VESI





2.VESI PINNASES



Pinnavesi – Maa pinda kattev vesi.

Pinnavee hulka kuulub nii soolane kui ka mage, nii tahke kui ka vedel maapinnal olev vesi (jõesed, järved, mered, liustikud, lumikate jne).

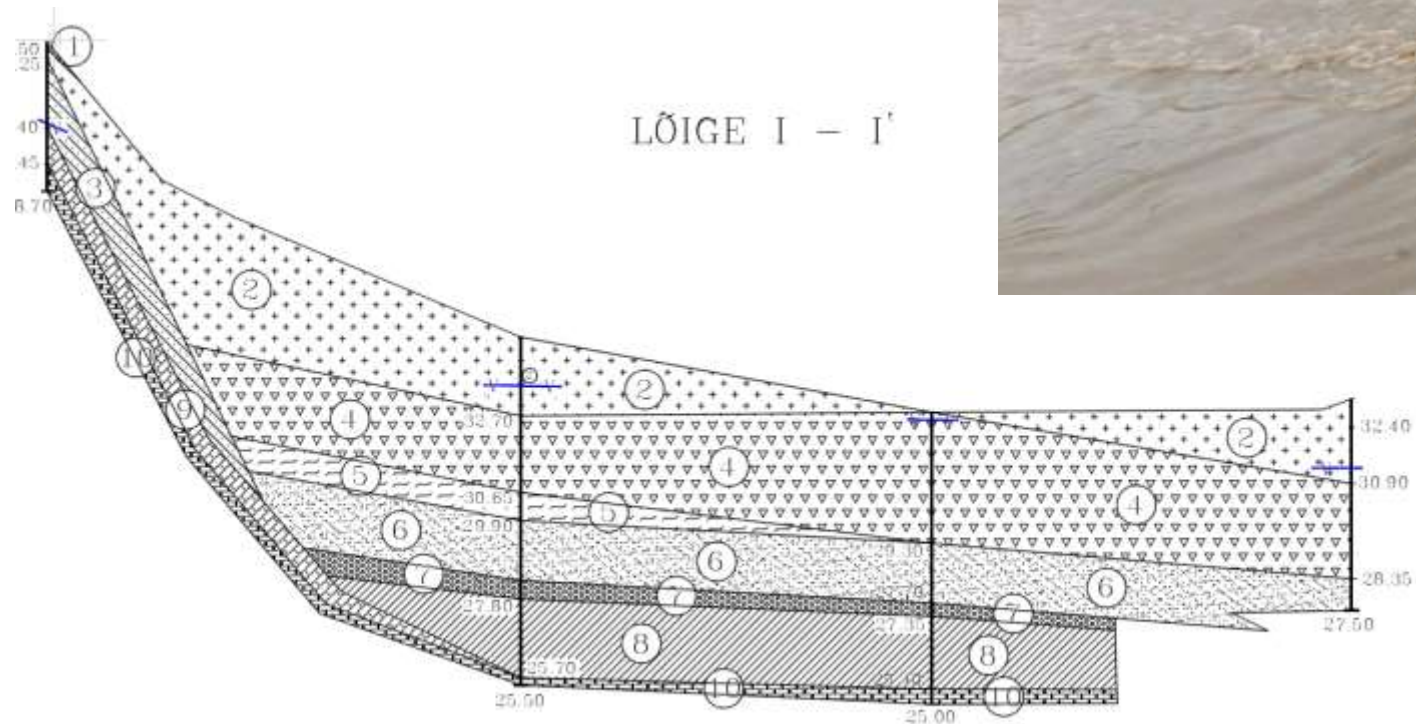
Põhjavesi – maakoore ülaosa kivimite ja setete poorides ning lõhedes olev vaba vesi. Põhjavesi on maapinnaalune vesi. Ülemiste horisontide põhjavesi moodustub peamiselt maasse imuvatest sademetest ja on mage.

Sügavamal esineb põhjavesi harilikult vettpidavate kihtide vahel ning on seetõttu survealine. Survelist põhjavett nimetatakse ka arteesia veeks

NÄITEKS: TARTU SUPILINN



Foto: Kristjan Teedema





PINNASENIISKUS

- ... on pinnases esinev kapillaarselt seotud vesi
- ... on minimaalse koormusena alati maapinnas olemas
- Ainult liiv- ja kruuspinnase korral valgub pinna- ja vihmavesi põhjavee tasemeni, ilma et seejuures avaldataks keldriseinale hüdrostaatilist survet



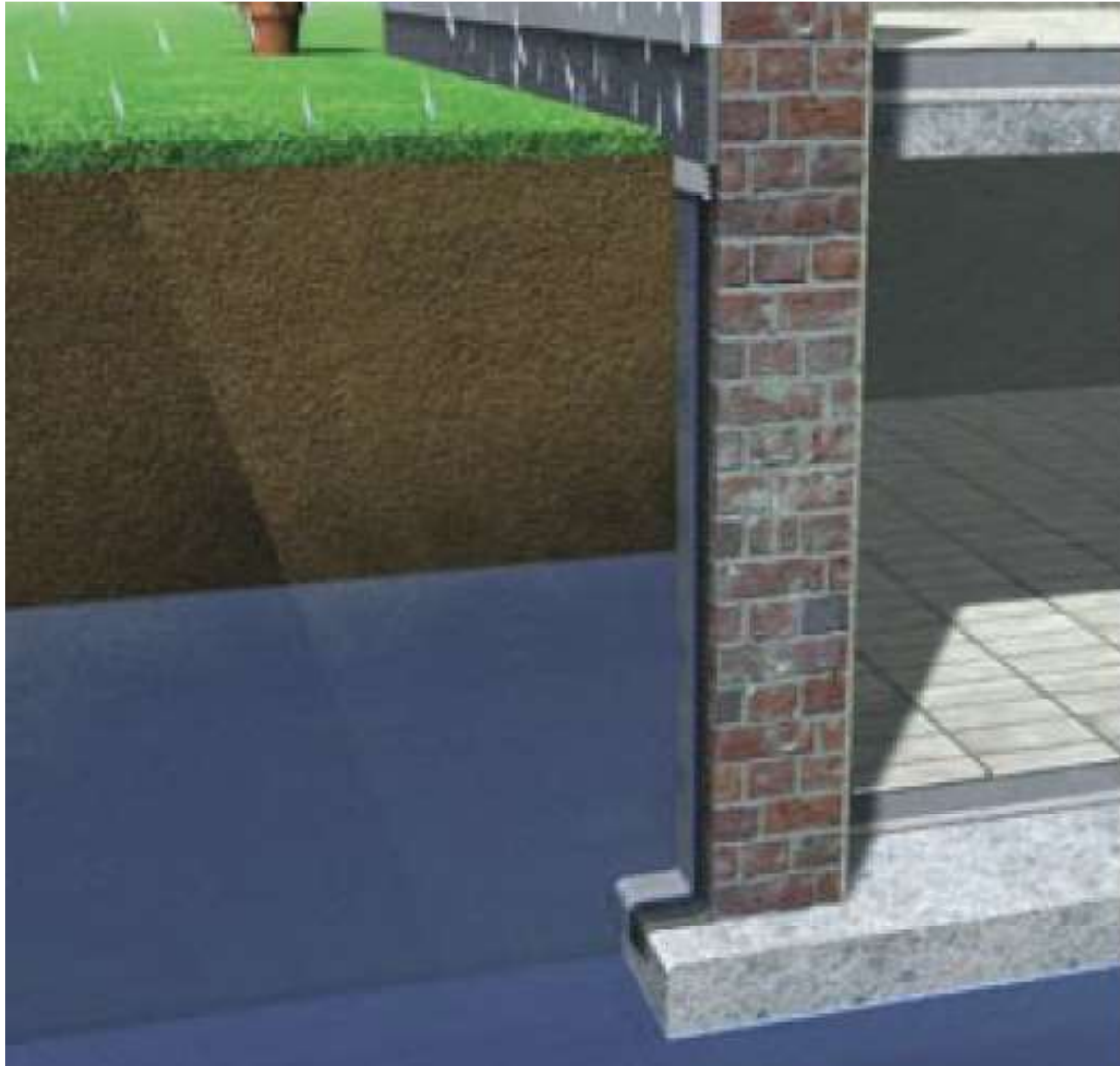
MITTESURVELINE VESI

... on tilga või vedeliku kujul olev vesi, mis ei tekita pinnale hüdrostaatilist rõhku

- ...esineb reeglina alati vettsiduva pinnase (möll, savi) korral

- ... eelduseks on toimiv drenaaz

Drenaazi puudumisel võib vett-siduva pinnase korral tekkida lühiajaline surveiline vesi



Remmers

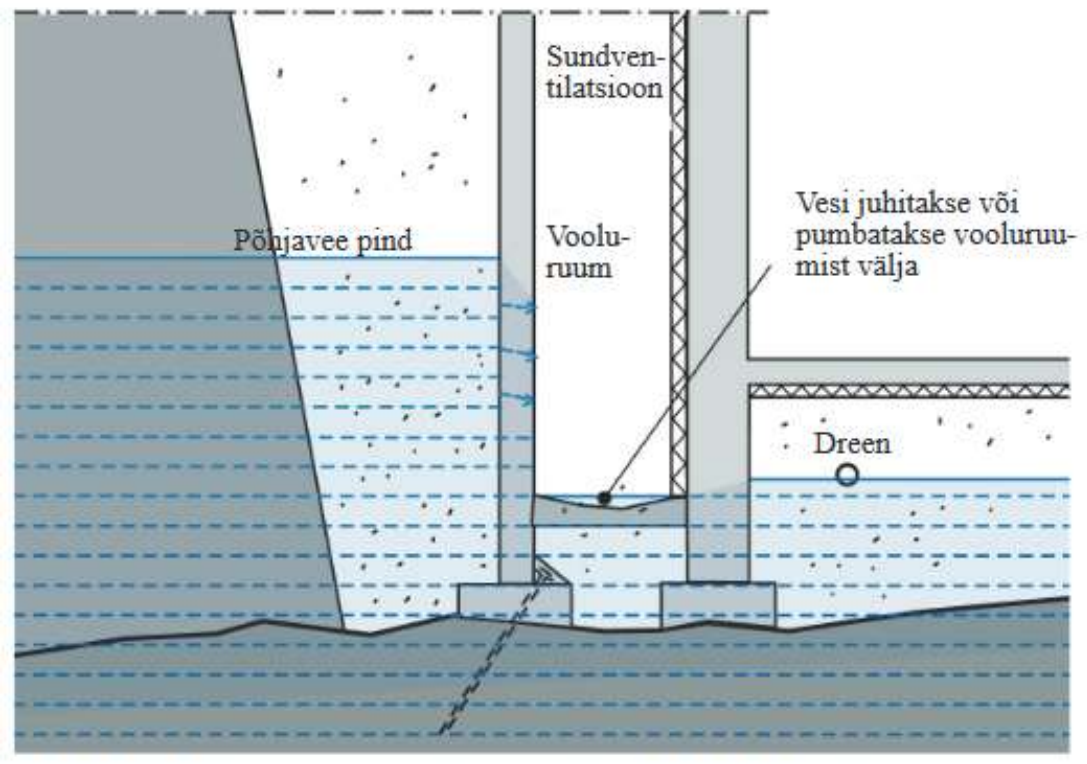
SURVELINE VESI

Eelduseks on, et

-vesi jääb vundamendi äärde seisma või hoone alaosa asub põhjavees

Nii hüdroisolatsioonile kui kandeseinale langev hüdrostaatiline surve sõltub veesamba kõrgusest

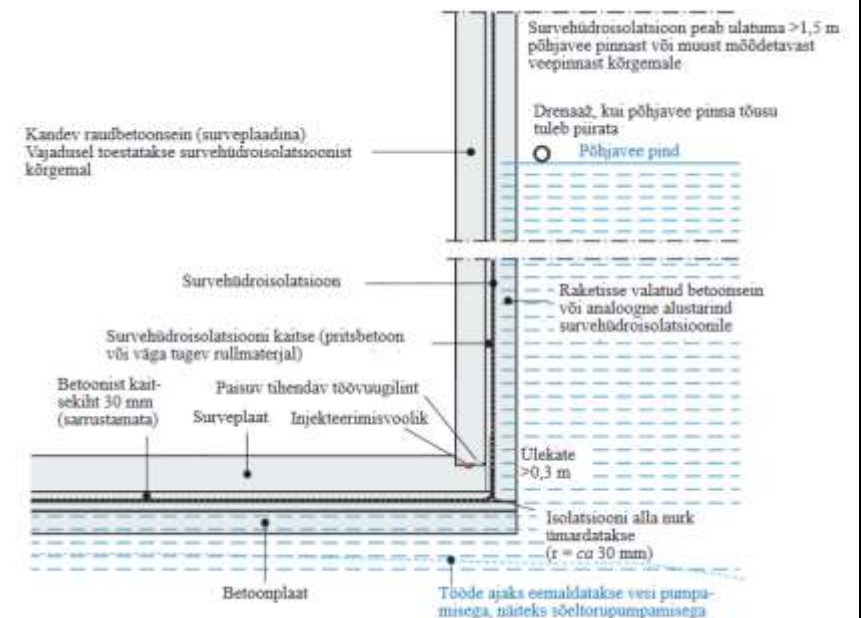
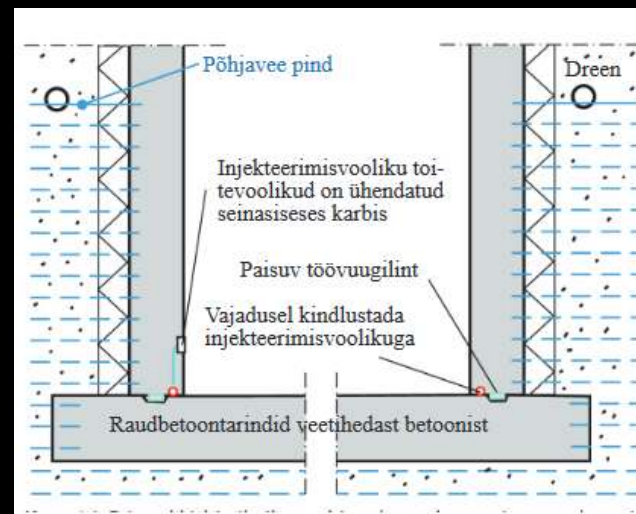
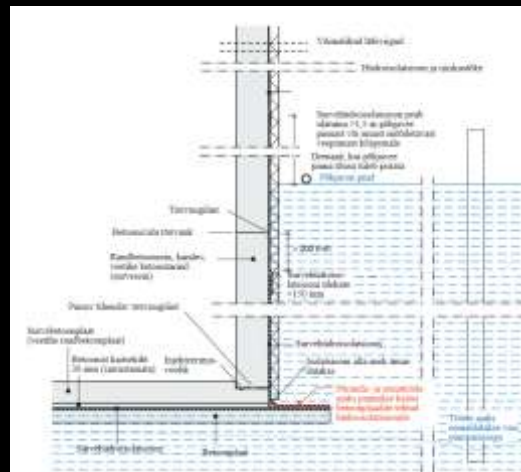
$$1 \text{ m}^3 = 10 \text{ kN} = 1 \text{ tonn}$$



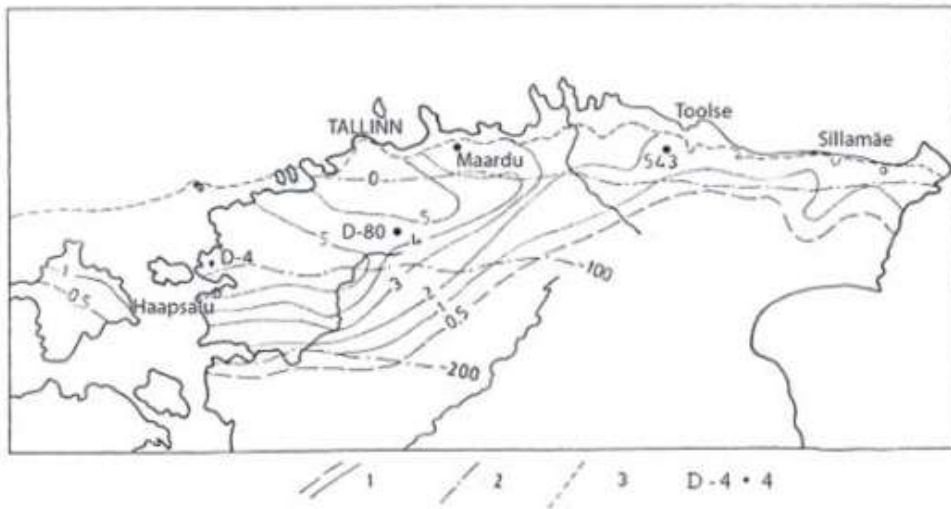
RT 83-11032-et

Tabel 1. Põhimõtteline juhised survehüdroisolatsiooni tegemiseks veepinna kõrguse põhjavee tasemest ja sellest tuleneva surve järgi

Veesurve	tooteklasside kombinatsioon TL2 ja TL1 rullmaterjalidega
0...1 m	TL2 + TL2 nt külma bituumeniga võõpamine KBL 20/100 + (vajadusel kuuma bituumeniga võõpamine) + 2 × bituumenrullmaterjal
1...5 m	TL2 + TL2 + TL2 (või TL1), nt külma bituumeniga võõpamine KBL 20/100 + (vajadusel kuuma bituumeniga võõpamine) + 3 × bituumenrullmaterjal
5...10 m ¹⁾	TL2 + TL2 + TL2 + TL2 (või TL1), nt külma bituumeniga võõpamine KBL 20/100 + (vajadusel kuuma bituumeniga võõpamine) + 4 × bituumenrullmaterjal



RADOON



Joonis 1. Diktüoneemakilda levik Eestis

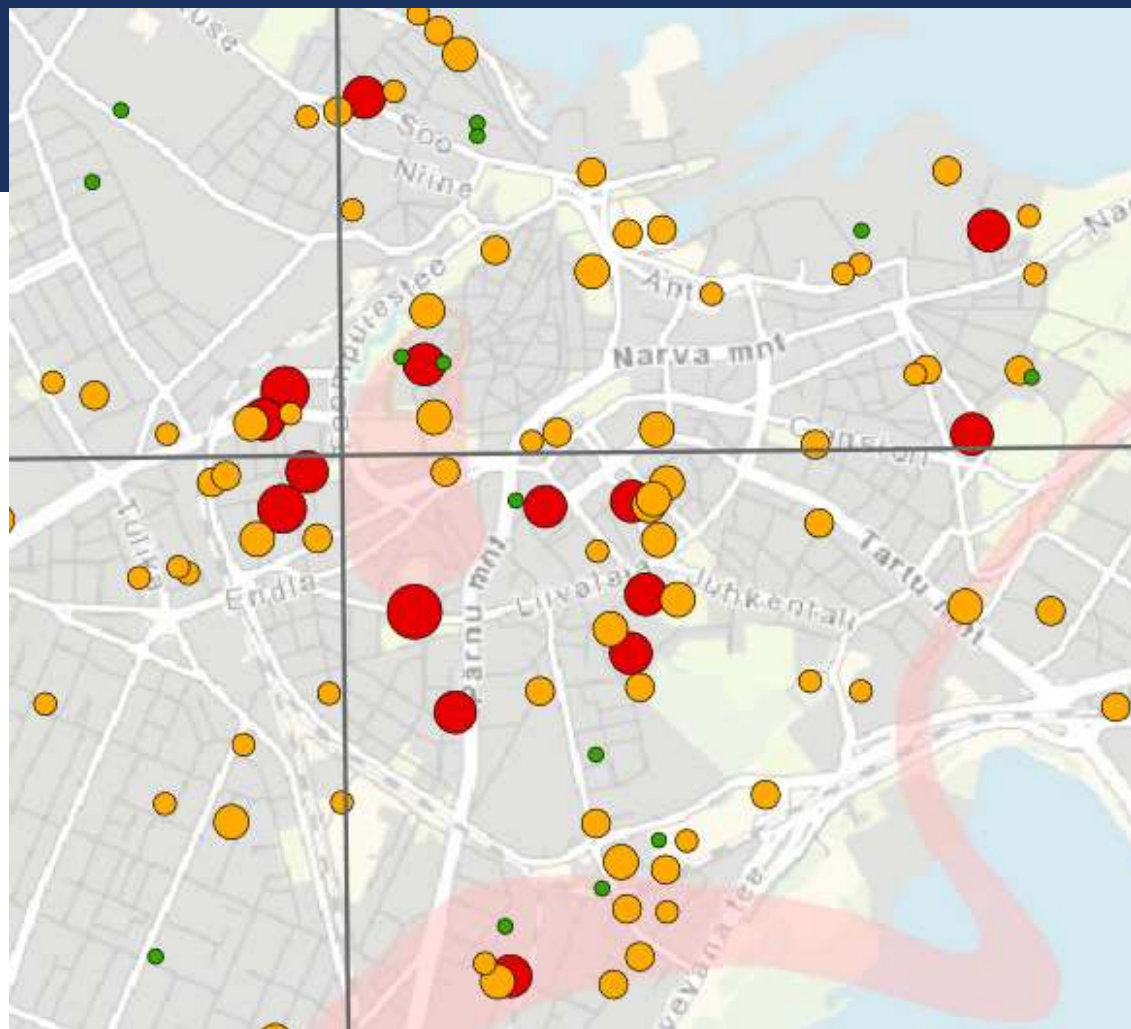
- 1 – kilda samapaksusjoon, m;
- 2 – kilda ülemise pinna samasügavusjoon merepinnast, m;
- 3 – kildalasundi erosiooniline põhjapiir;
- 4 – puurauk ja selle number.

- Peale Uraani ja Molübdeeni on diktüoneemakildas kõikjal Eestis ka rohkesti (600 kuni 1000 g/t) vanaadiumit ning Üleliidulise Geoloogia Teadusliku Uurimise Instituudi laboris 1990.a tehtud väheste analüüside põhjal ka kulda ja isegi platiinat (puuraugus D-80 kuni 1 g/t).

<https://keskkonnatehnika.ee/diktuoneemakilt-energia-ja-keskkond/>

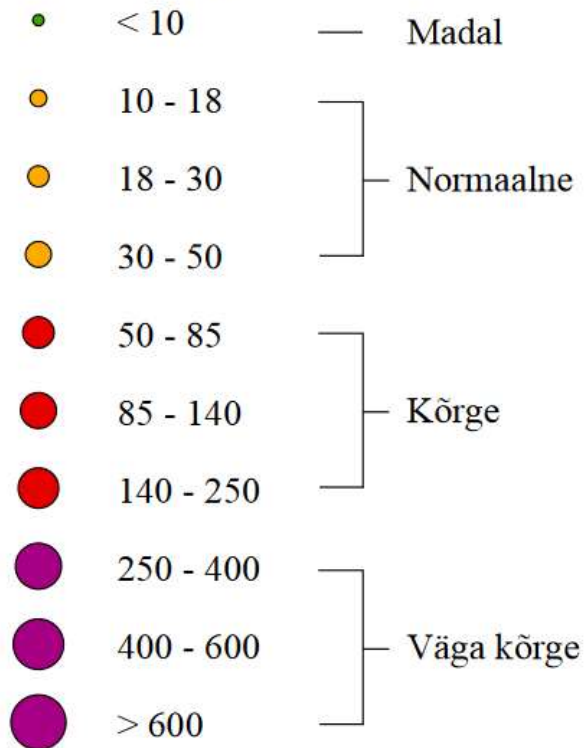


Radooni leidub uraani sisalduvates kivimites, mille poolest on rikas diktüoneemakiht

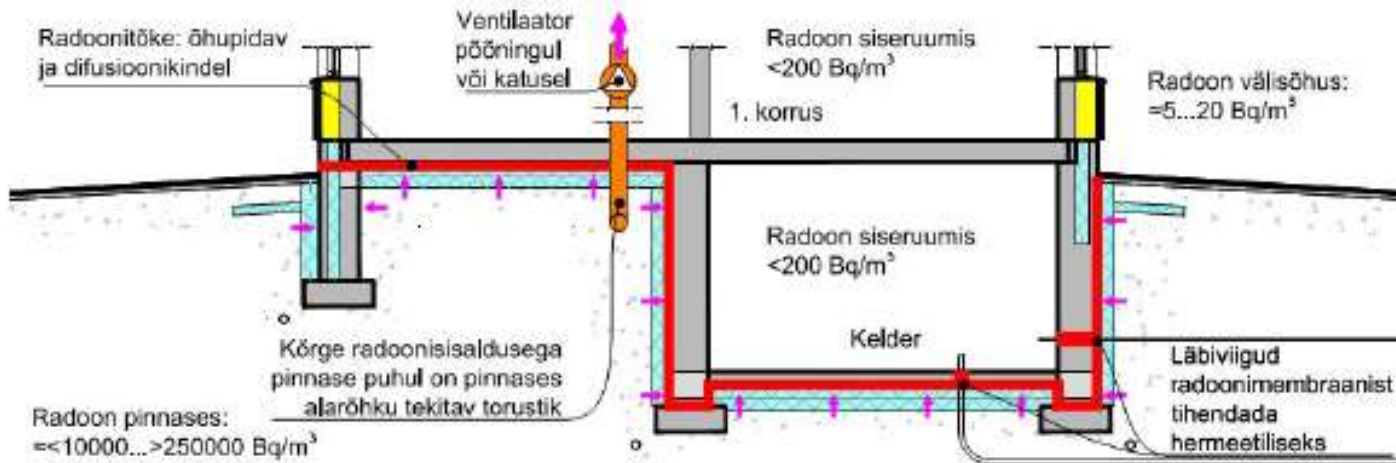


Legend

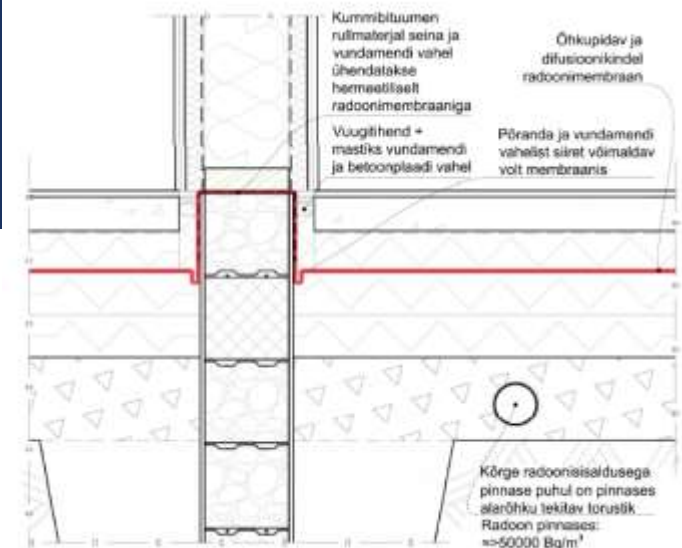
Radon-222 kBq/m³



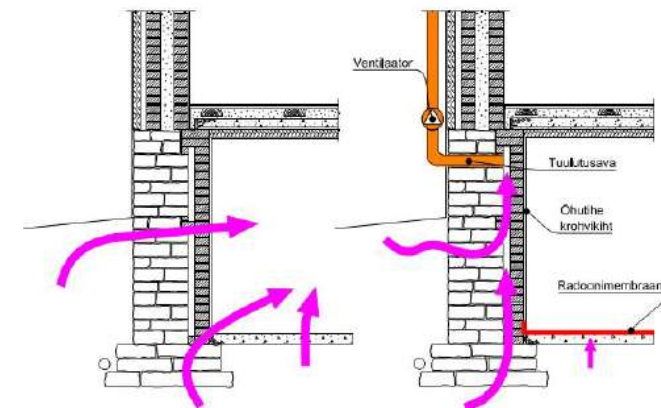
Diktüoneemakilda ja oobulusliivakivi avamus kvaternaarisetete all või klindil



Joonis 3.4 Radoonimembraani paigalduse põhimõte: õhupidava ja difusioonikindla kihiga tekitada pinnase ja siseruumi vahele tõke radoonile ning põranda alla tuulutustorustiku abil tekitada siseruumi suhtes alarõhk ning vähendada pinnase radoonisisaldust

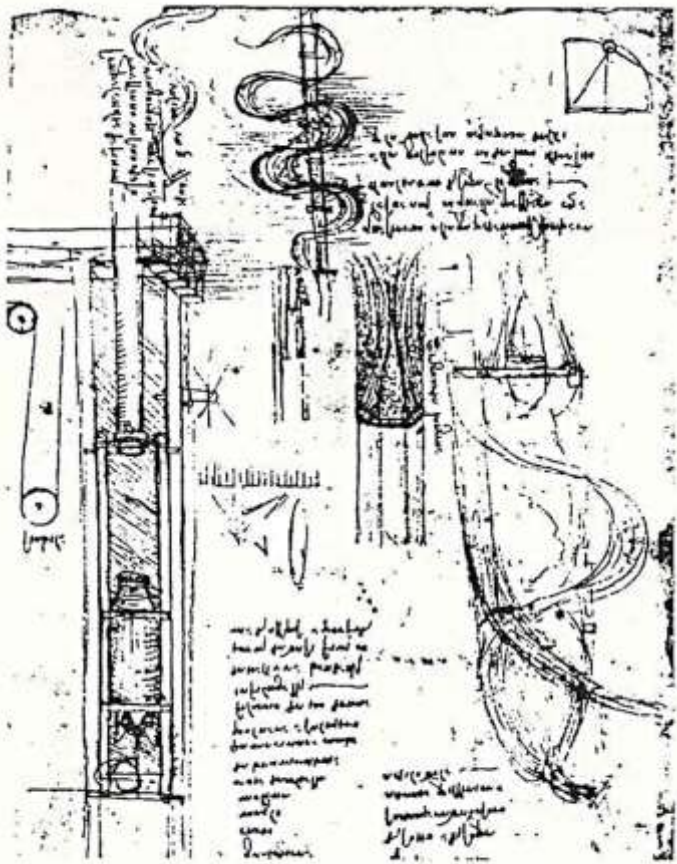


Joonis 3.18 Radoonitõke vaheseinte all. M1:10.

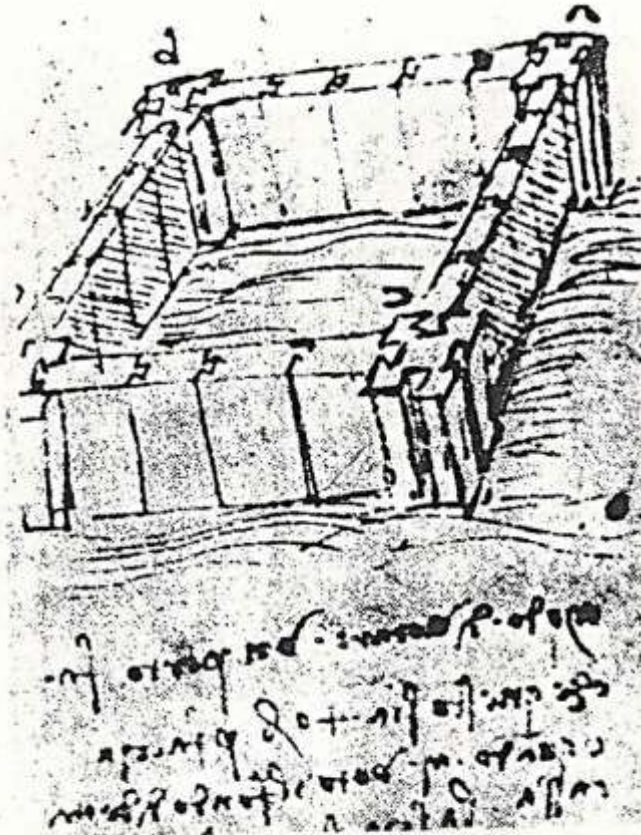


Joonis 4.5 Seespoolse tellisvoodriga keldri vundamendisõlm: algne konstruktsioon (vasakul) ja pakitud renoveerimislahendus (paremal).

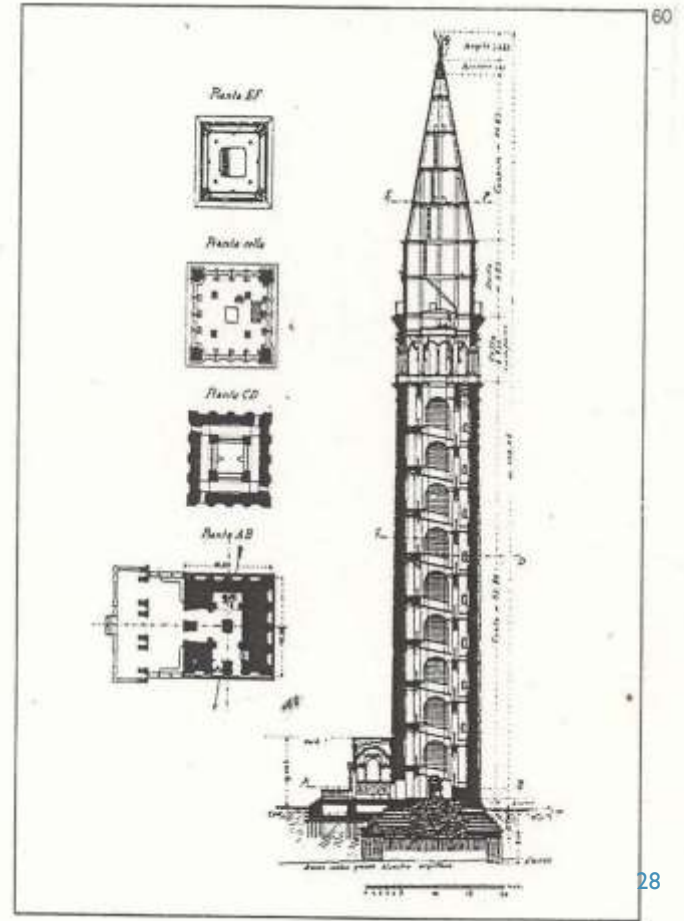
3.VUNDAMENDID



Sketch of a pile driving machine by Leonardo.



A foundation caisson designed by Leonardo.



VUNDAMENDID EILE JA TÄNA

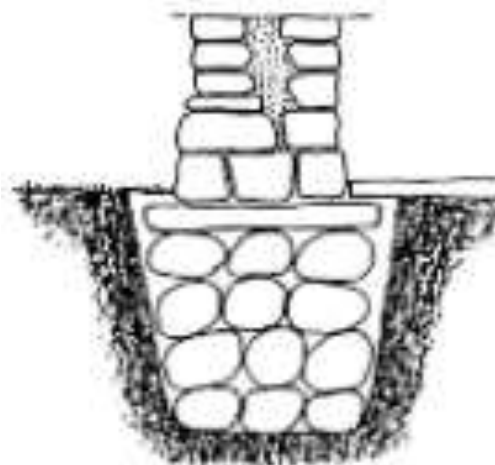


<https://www.hange.ee/73346/>

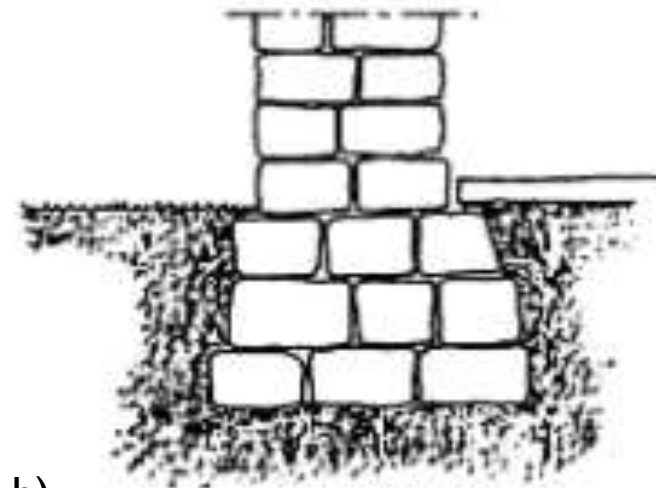


<https://aarna.ee/vundament/>

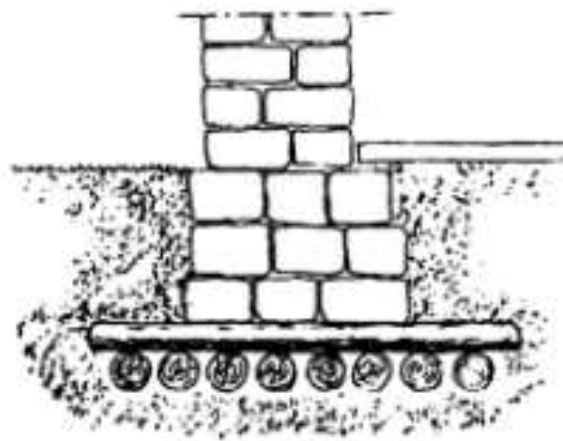
LINTVUNDAMENDID



a)



b)



c)

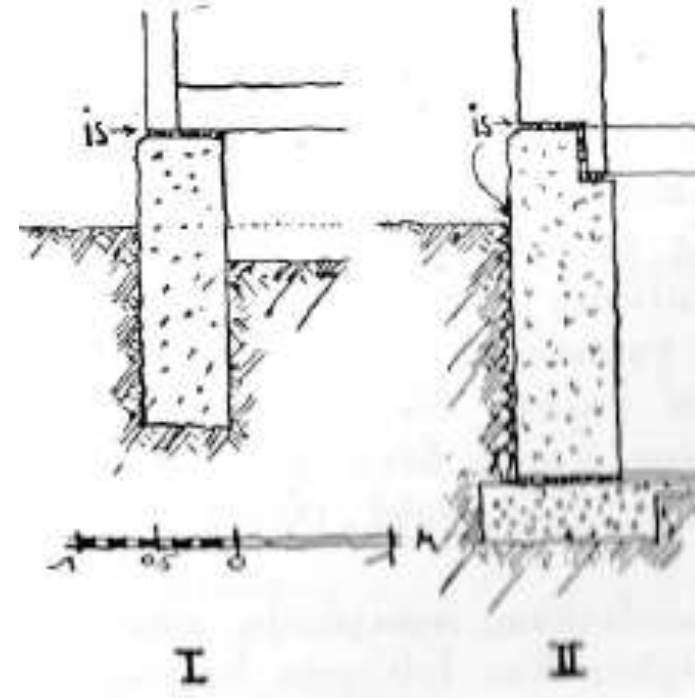
- a) Tugevdatud alus
- b) Müüritisena laotud vundament
- c) Puitparvedel

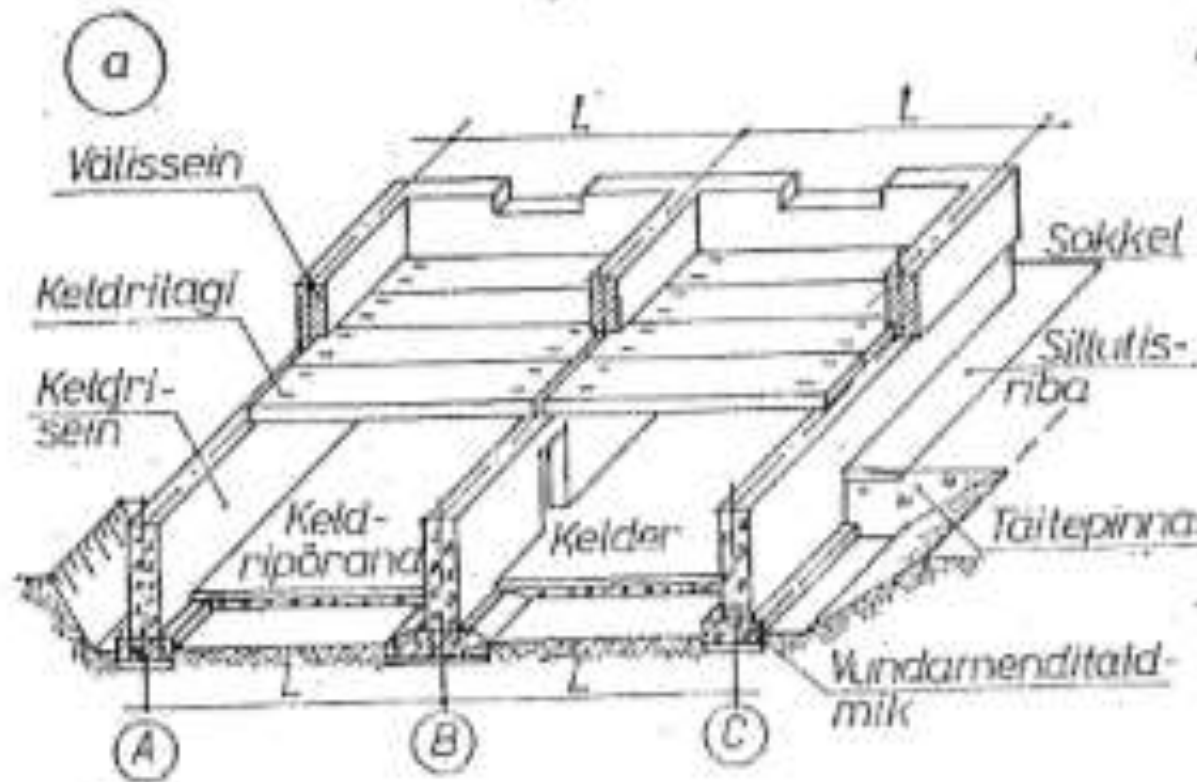
Joonised: muinsuskaitseamet.ee - I. Holmström, C. Sandström "Maintenance of old buildings. 30
Preservation from the technical and antiquarian standpoint."

PUTTBEToon EHk KIVIKBEToon EHk KRUUSBEToon

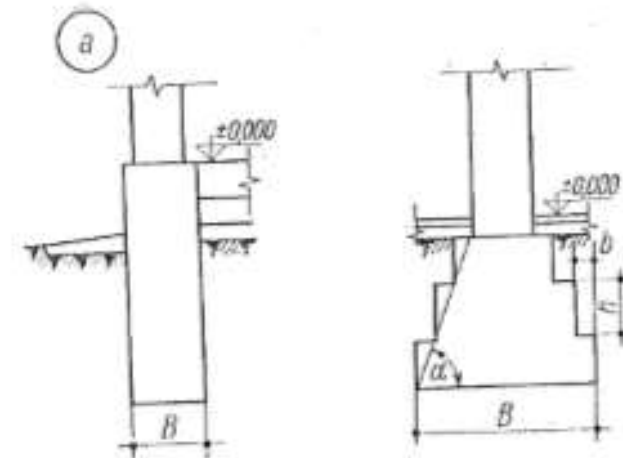


c. Kruusbetooni, koosseisus 1 : 7÷1 : 10, suuremate klompkivide juurdelisamisega. Alusmüüri paksus oleneb välisseina paksusest ja koormusest. Üldiselt müüritakse alusmüürid vähemalt 10÷15 cm paksemalt kui välisseinad, kuna tavalisti ebatäpsema alusmüüritöö juures peab jäetama teatav tagavara välisseina asetamiseks ette- või tagaspoole.

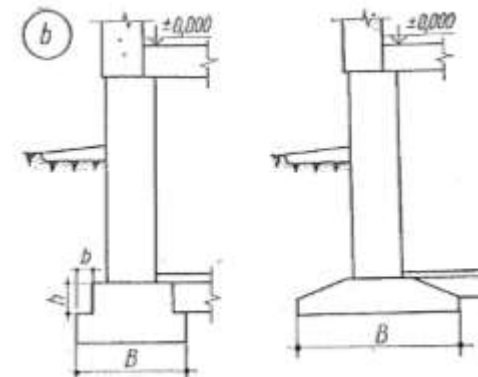




Koormused kantakse pinnasele üle ühtlaselt.

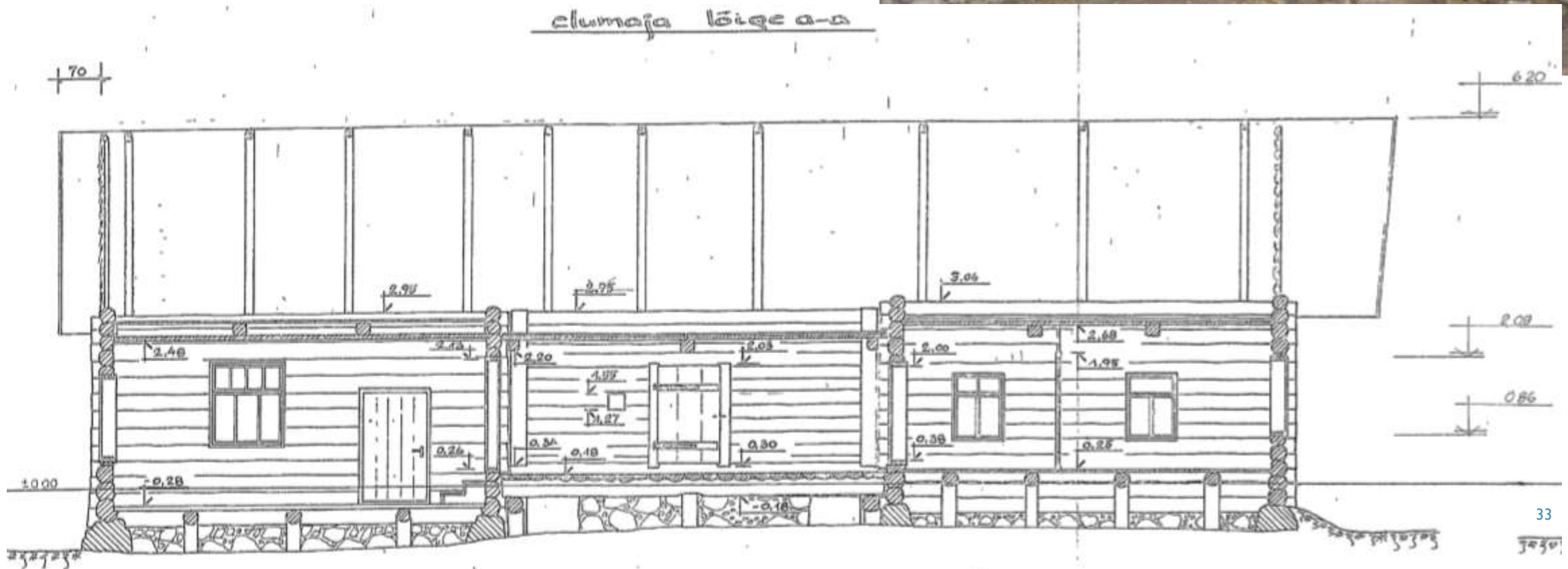


Taldmik
painet
vastu ei
võta



Raudbetoonist
taldmik jagab
koormuse laiemale
alale, taldmikus
tekib paine

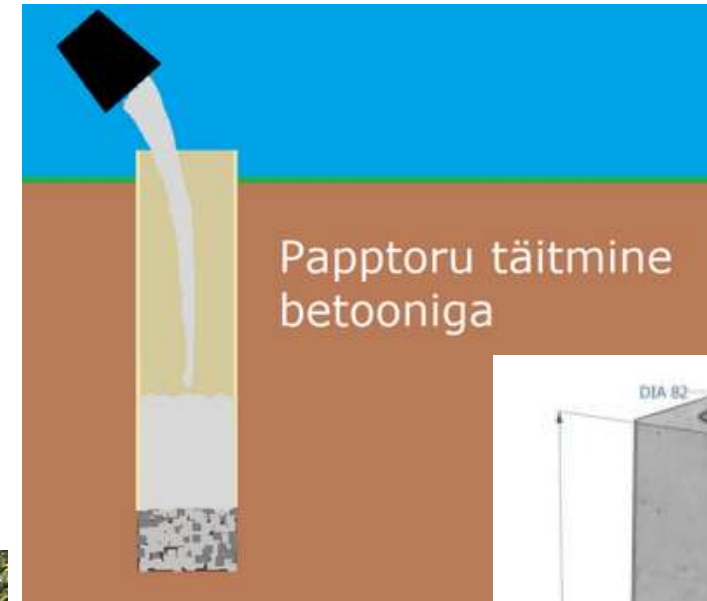
POSTVUNDAMENDID



POSTVUNDAMENT KUURILE-AIAMAJALE- SAUNALE

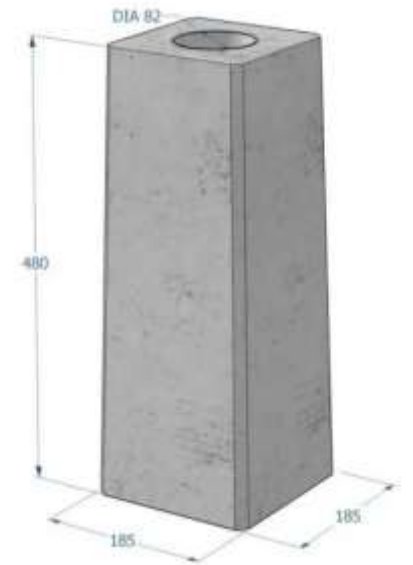


<https://ikrehitus.ee/muud-tood/>

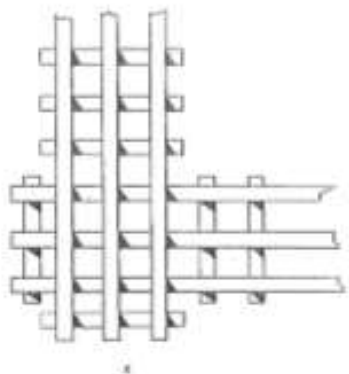


<https://myygapakend.ee/>

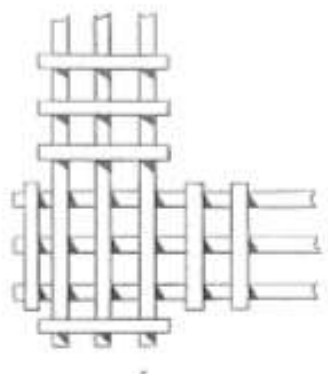
Papptoru
Ventilatsioonitoru
Valmis toode



VAIVUNDAMENDID



Joonis 1. Liipritel rostvärk



Joonis 2. Voimdel rostvärk

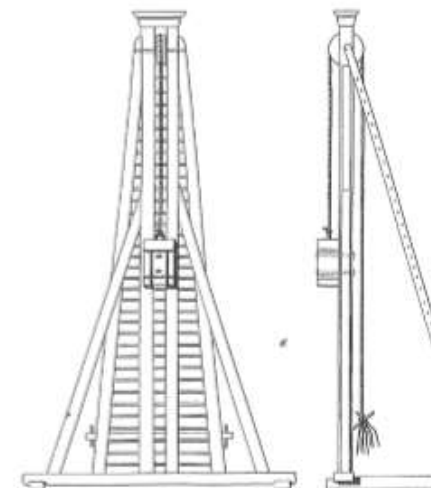
Ehituskäsiraamat 1851a- Kui ehitusalus on ebaühtlane ja vundamendi vajumised on väga tõenäolised, või kui taldmik asub põhjaveetasemest allpool ja on pideva niiskuse käes, tuleb igal juhul ehitada vundamendi alla liipritel rostvärk.



Joonis 4. Käsiraam

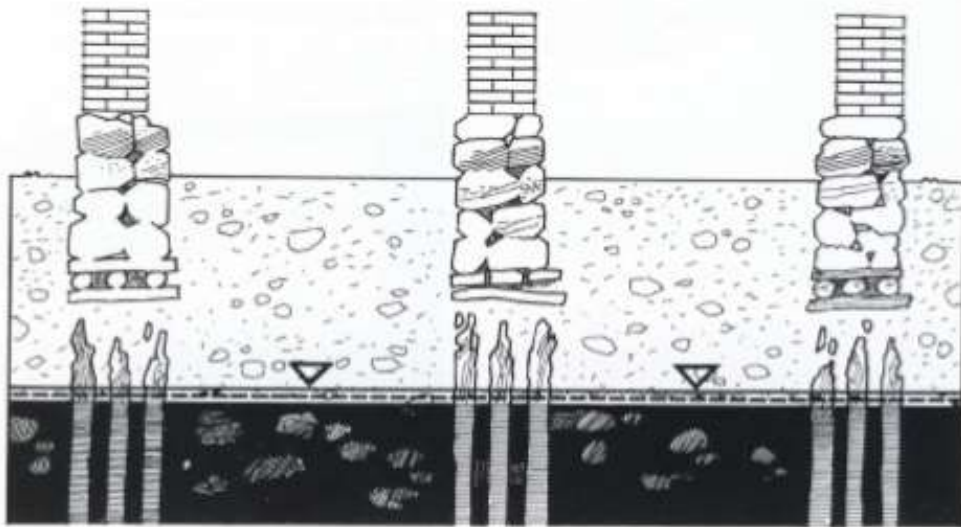


Joonis 5. Hooramm

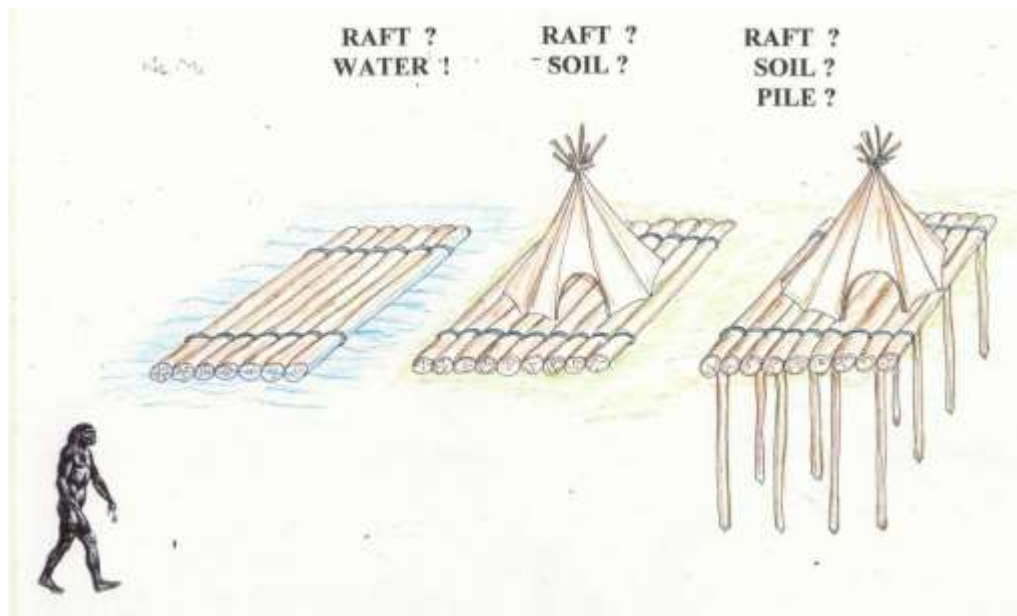


Joonis 6. Tõmberaam

Ehituskäsiraamat 1851a. juhised: Aluse ebakindlad kohad tuleb välja kaevata, kivide ja jämeda liivaga täita ja tugevasti kokku rammida, et kogu taldmiku ühtlustada. Siinkohal saab kasutada vana ehitusrusu, mida õhukeste kihtidena ja pideva märjendamisega käsitsi või hoorammiga kokku pressitakse



Joonis 1. Parvede ja vaiade mädanikkahjustused (Humble 1990: 190).

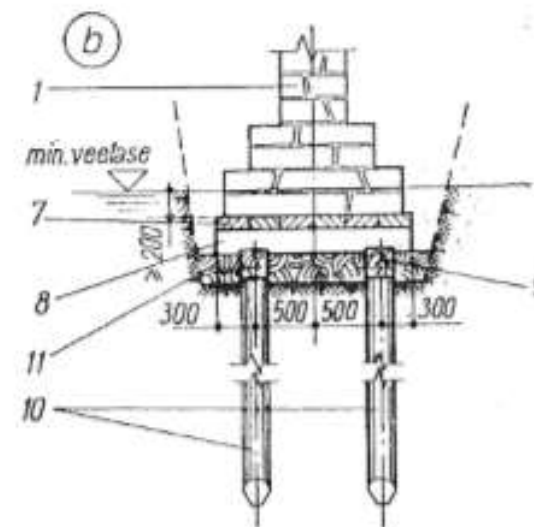


M.Mets loengumaterjal



Joonis 3. Raekoja plats 18 rajatuna ja tänapäeval (Foto 1: <http://www.visittartu.com/> 15205; Foto 2: Erkki Laur).

E.Laur referaat

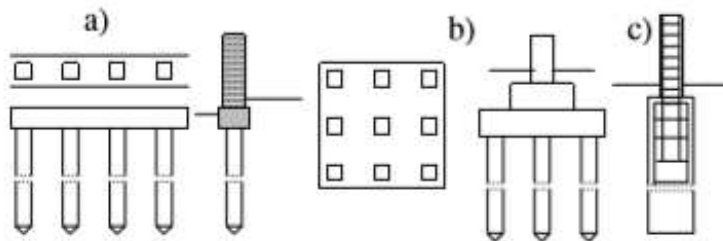
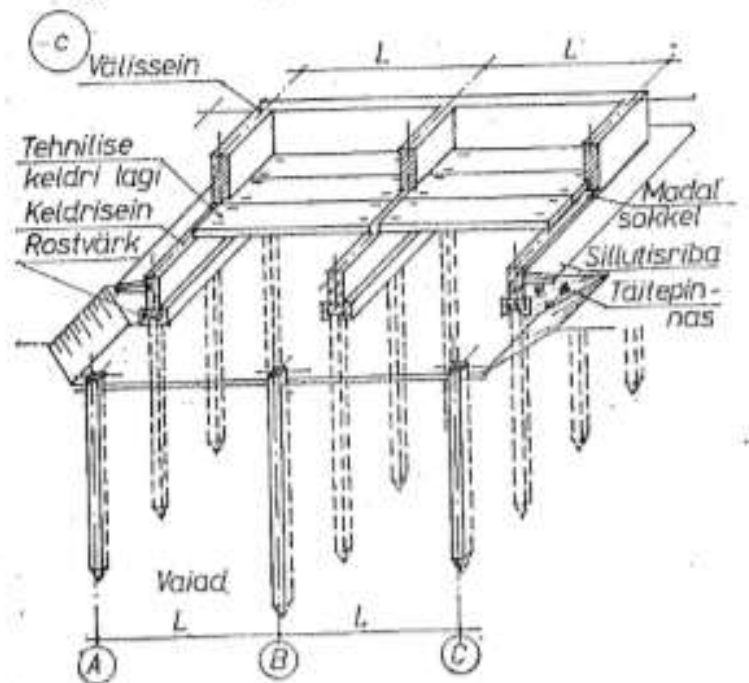


Hooned

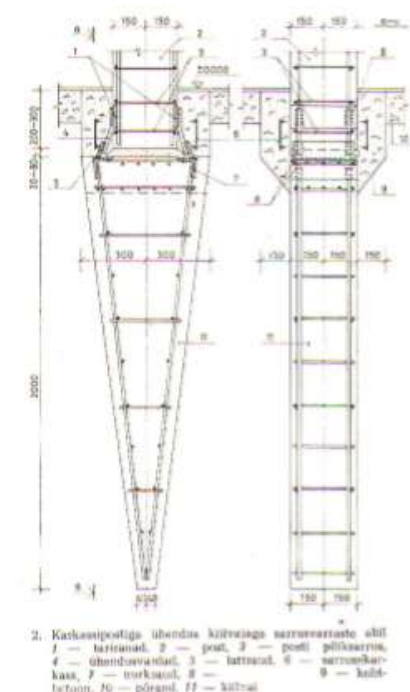
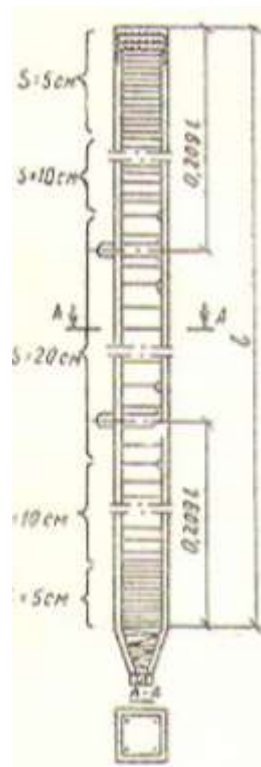
VAIVUNDAMENDID TÄNAPÄEVAL

Liigitus valmistamisviisi järgi:

- Raudbetoonist valmisvaiad
(liitvaiad, õõnesvaiad, muutuva ristlõikega N:kiilvaiad)



Joonis 5.1. Vaivundamentide liigid. a) lint;
b) vaiarühm posti all; c) üksikvai posti all.

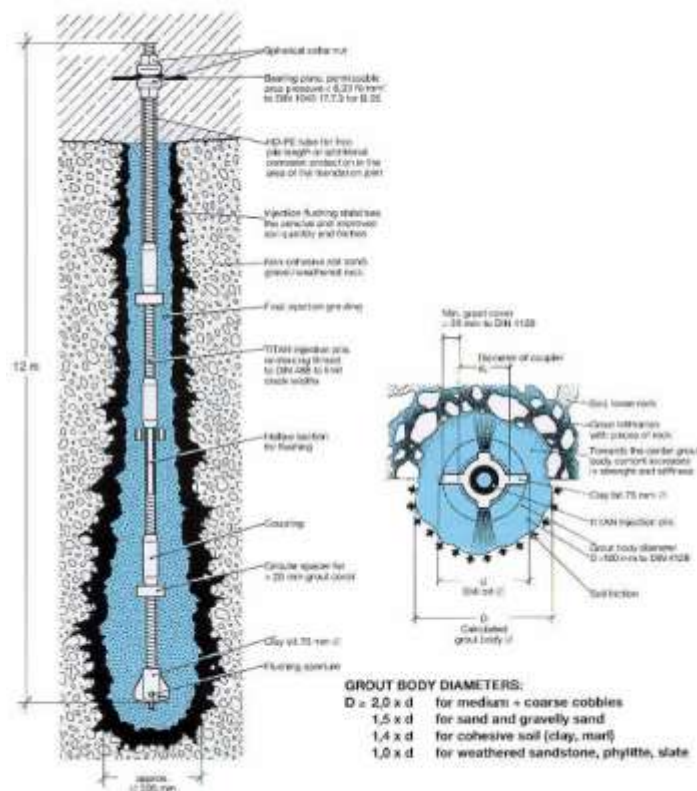


2. Kõhaviistiga ühendus küttega sarrevaatide all
1 — lüüsi, 2 — post, 3 — posti püüsi, 4 — õõnevaiad, 5 — lüüsi, 6 — sarrevaatide kaks, 7 — küttega, 8 — lüüsi, 9 — küttega, 10 — püüsi, 11 — küttega

- Terasvaiad (terastoruvaiad, kruvivaiad)



Terastoruvai



Injektsioonpuurvai



MV mikrovai

**VUNDAMENDI
SEISUKORRA
HINDAMINE
JA
REKONSTRUEERIMISE
LAHENDUSTEST**



NÕUDED JA OOTUSED HOONEVUNDAMENDILE

■ VUNDAMENT

- - kannab ehitise koormuse pinnasele
- - kannab ehitisele mõjuvad jõud (lumi, tuul, inimesed jms) pinnasele
- - peab tagama ehitise püsivuse ja stabiilsuse
- - peab isoleerima ehitise pinnasest ja pinnaseveest
- - peab olema tuleohutu
- - peab võimaldama ehitist kasutada sihtotstarbeliselt

- Vundament on ehitise osa, mis kannab ehitise omakaalust ja ehitisele mõjuvatest jõududest (tuul, kasuskoormus, lumi jne) põhjustatud koormuse üle pinnasele. Tema käitumine mõjutab ehitist tervikuna. Vundamendi liigne paigutus põhjustab ehitise pragunemist, üksikosade purunemist või ehitise kui terviku stabiilsuse kaotust. Ohtlik on enamasti ehitise ebaühtlane vajumine. Kogu ehitise ühtlane vajumine või tõusmine ei kahjusta tavaliselt ehitise konstruktsioone, kuid võib halvendada normaalset kasutamist näiteks torustike kallete, sissepääsude kõrguse muutuse jne tõttu.

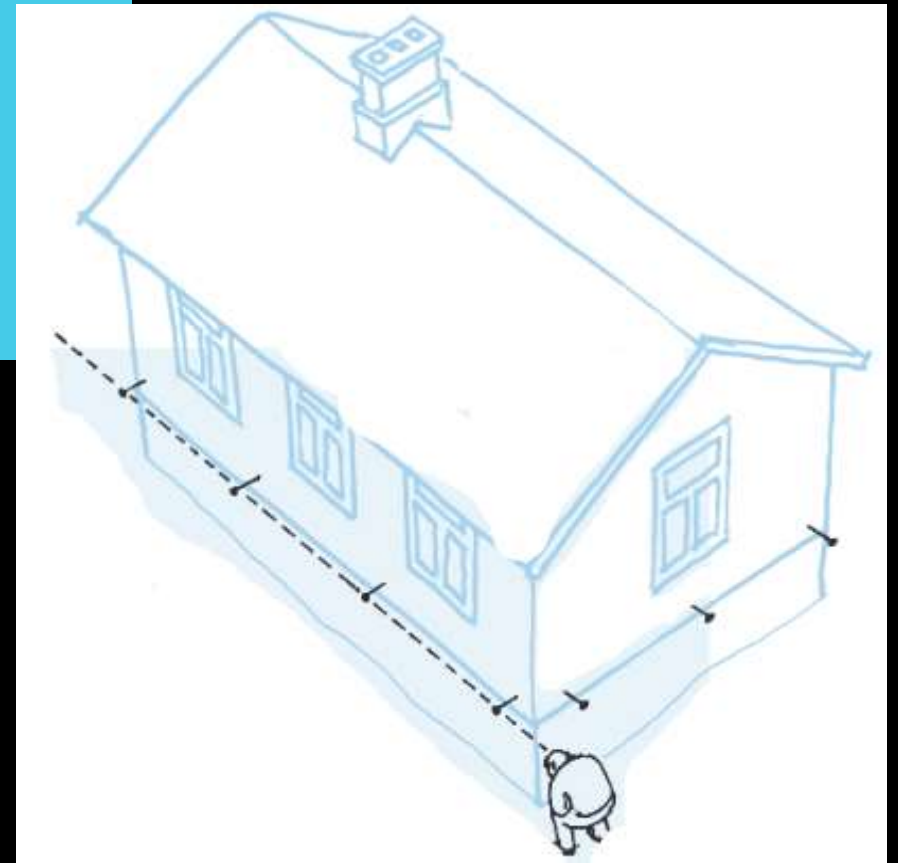
VUNDAMENTIDE KAHJUSTUSED

Vundamendi kahjustustele viitavad nähtused:

- korsten hakkab pragunema
- pall veereb ise toa nurka
- aken ei avane
- uks ei püsi kinni
- räästa joones on tekkinud kõverus
- tellisseina akna kohal ja all on tekkinud praod
- sein ja põrandaliistu vahel praod jne

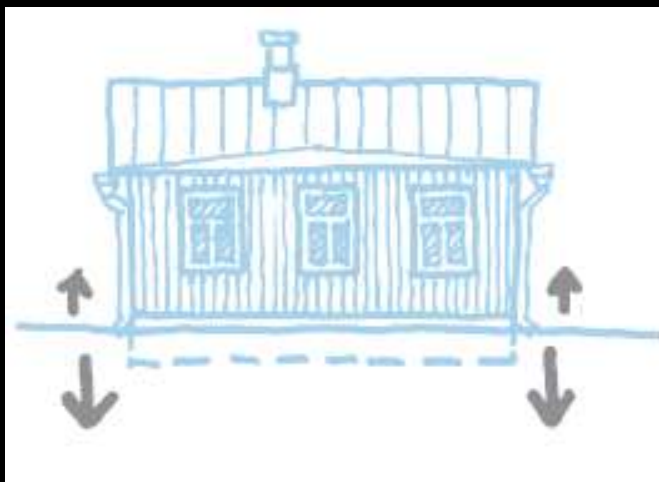
Enne remondi planeerimist jälgida ise:

- Lüüa vähemalt kolm naela igale küljele, horisontaalselt samale joonele seinale alla, sokli lähedale. Nende asendite järgi on lihtne märgata, kas maja vajub ebaühtlaselt – näiteks üks nurk vajub või maja keskosa vajub sisse. Mõõta näiteks vesiloodi ja nööri
- Kontrollida, kas torustikud on terved ja sadevesi eemale juhitud



Pientalon perustusten korjaus

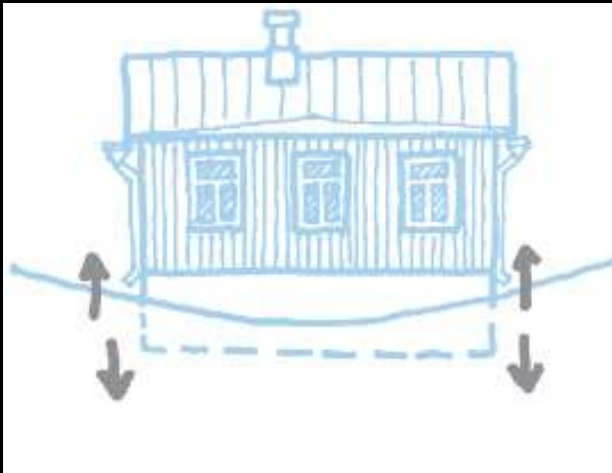
I. LIIGA MADAL VUNDAMENT KÜLMAKERKELISTEL PINNASTEL



Külmakerkeline pinnas on külma ja kapillaartõusu tõttu veega küllastuv pinnas, mille maht veesisalduse suurenemise tõttu külmudes oluliselt suureneb ja mis sulades kaotab seetõttu kandevõime. Külmakeerge on alati seotud vee olemasoluga pinnases

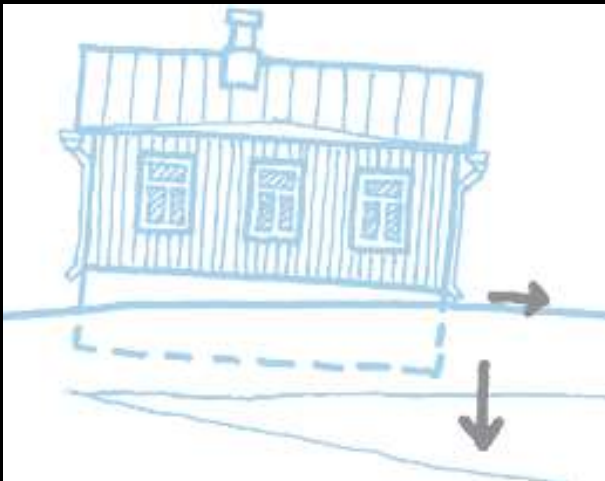
KAHJUSTUSED	KAHJUSTUSTE PÕHJUSED	REMONT
Maja vajub, kaldub või pöördub	Veega küllastunud pinnas külmub	Vihma- ja pinnasevee eemale juhtimine
Korstnad, tulemüürid, ahjud, veetorud ja kanalisatsioon võivad puruneda	Pinnas külmub vundamendi all ja ümber	Vundamendi külmakaitse
	Külmunud pinnas liigutab hoone vundamente	Drenaaž ja dreniv pinnasekiht
	Vundamendil puudub taldmik	Vajunud osa alla vaiade paigaldamine
	Vundamendi drenaaži- või täitekiht pole eraldatud filterkangaga ja on täitunud peeneteralise pinnasega	Vajunud või kogu hoone tõstmine

2. HOONE ORUSVÕI LOHUS



KAHJUSTUSED	KAHJUSTUSTE PÕHJUSED	REMONT
Kahjustused põrandas, soklis ja seina alaosades	Hoone on ehitatud valgala madalamasse punkti	Vihma- ja pinnasevee eemale juhtimine
	Kapillaarvee tõus konstruktsiooni	Vundamendi külmakaitse
		Drenaaž ja dreniv pinnasekiht
		Vajunud osa alla vaiade paigaldamine
		Vajunud või kogu hoone tõstmine

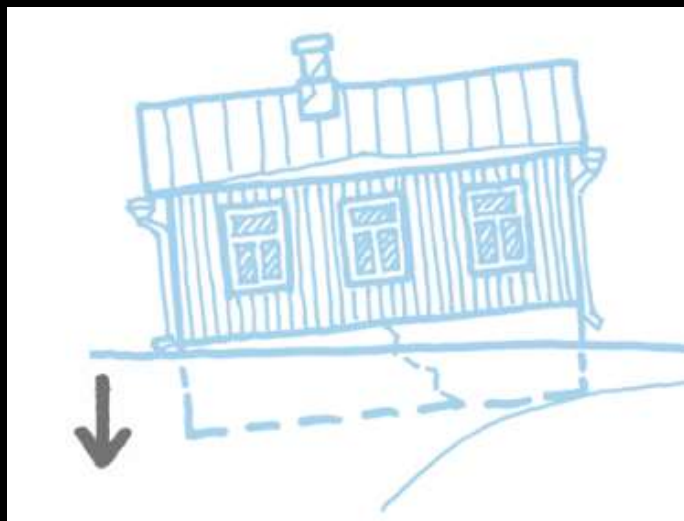
3.VIIRSAVID (SAVIKIHID) VUNDAMENDI ALL



Pientalon perustusten korjaus

KAHJUSTUSED	KAHJUSTUSTE PÕHJUSED	REMONT
Maja vajub, kaldub ja võib liikuda ka külgsuunas	Hoone aluspõhjaks olev savi kaotab vett saades oma kandevõime	Vihma- ja pinnasevee eemale juhtimine
Korstnad, tulemüürid, ahjud, veetorud ja kanalisatsioon võivad puruneda	Aluspinna omadusi pole piisavalt uuritud ja on kasutatud pinnasele mittesobivat vundamenditüüp	Vundamendi külmakaitse
		Drenaaž ja dreniv pinnasekiht
		Vajunud osa alla vaiade paigaldamine
		Vajunud või kogu hoone tõstmine

4. EBAÜHTLASTE OMADUSTEGA PINNASED VUNDAMENDI ALL



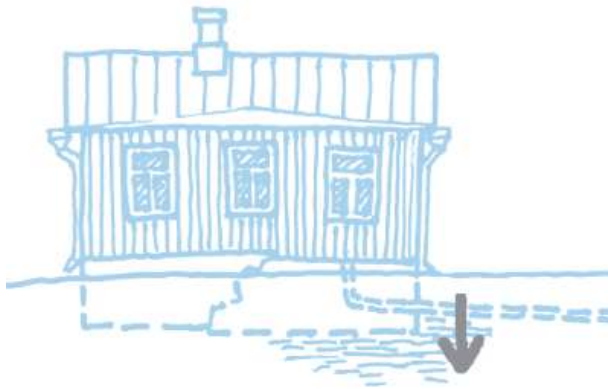
KAHJUSTUSED	KAHJUSTUSTE PÕHJUSED	REMONT
Hoonest tingitud kalde tõttu tekivad praod korstnates, tulemüürides ja seintes	Maja kaldub	Vihma- ja pinnasevee eemale juhtimine
Puitkarkassist maja väändub, tellisseinad pragunevad	Aluspinna omadusi pole piisavalt uuritud ja on kasutatud pinnasele mittesobivat vundamenditüüp	Vundamendi külmakaitse
Akende ja uste avanemine halveneb	Hoonest see osa, mis seisab nõrgal või külmuval pinnasel liigub, kivil või kandval pinnasel olev nurk püsib paigal	Drenaaž ja dreniv pinnasekiht
Torustikud purunevad		Vajunud osa alla vaiade paigaldamine
		Vajunud või kogu hoone tõstmine

5. HOOLDAMATA HOONE



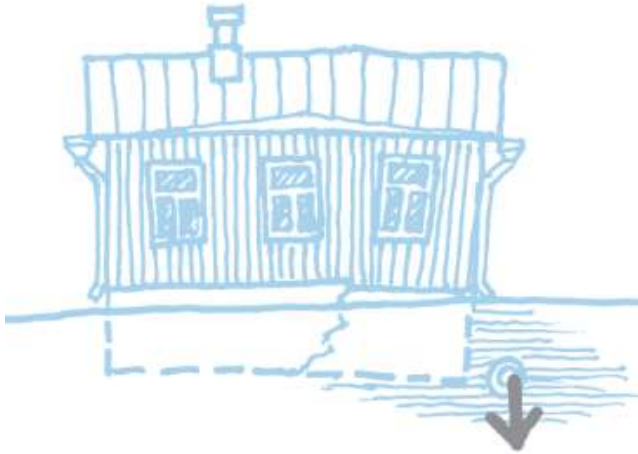
KAHJUSTUSED	KAHJUSTUSTE PÕHJUSED	REMONT
Hoone liikumisest ja sellest tulenevad kahjustused	Drenaažide ummistumine, vihmavee kogunemine hoone seina äärde ja pinnase külmumine	Pinnavee juhtimine eemale hoone seinast ning vihmaveerennide ja torude korrastamine
Kahjustused soklis ja seina alaosades		Drenaaž ja dreniv pinnasekiht

6. TORUSTIKE LEKE



KAHJUSTUSED	KAHJUSTUSTE PÕHJUSED	REMONT
Kahjustused hoone ebaühtlasest vajumisest	Kanalisatsioonivesi võib koguneda pinnasesse ja muuta selle külmuvaks või mõjutada põhjavett ebasoodsalt	Kanalisatsiooni parandamine ja olukorra jälgimine.
	Pinnas uhutakse taldmiku või põranda alt ära	Vajunud osa tõstmine, parandamine ja vundamendi taastamine
	Kahjulikud ühendid pinnases	

7. VEETASEME ALANDAMINE VÕI UUTE TORUSTIKE PAIGALDAMINE



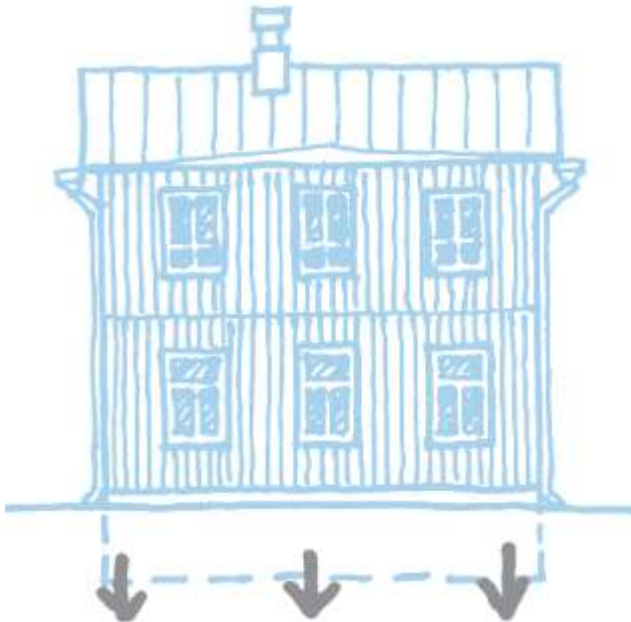
KAHJUSTUSED	KAHJUSTUSTE PÕHJUSED	REMONT
Hoone kaldumine või nurga vajumine ja nendest tulenevad kahjustused	Hoone kõrvale või alla paigaldatud torustikud drenivad või muul moel muudavad aluspinnase omadusi. Aluspinnas surutakse kokku ja põhjustavad vundamendi vajumist ning hoone kaldumist	Vajunud osa tõstmine, parandamine ja vundamendi taastamine
	Pinnas uhutakse taldmiku või põranda alt ära	

8. KELDRIKORRUS, PÕRANDAKÜTE



KAHJUSTUSED	KAHJUSTUSTE PÕHJUSED	REMONT
Kahjustused hoone ebaühtlasest vajumisest	Põrandaküte võib, hoolimata isoleerimisest, kuivatada pinnasekihte (N: turbast pinnast) ja muuta nende omadusi. Pinnasekihid surutakse kokku ja põhjustavad vundamendi vajumist ning hoone kaldumist	Vajunud osa tõstmine, parandamine ja vundamendi taastamine, aluspinnase omaduste parendamine

9. KOORMUSTE SUURENEMINE



KAHJUSTUSED	KAHJUSTUSTE PÕHJUSED	REMONT
Hoone ühtlane või ebaühtlane vajumine ja sellest tulenevad kahjustused	Uue korruse ehitamisega aluspinnaseid täiendavalt koormatud	Taldmiku laiendamine, hoone tõstmine
	Pinnase kihtide ebaühtlane kandevõime võib põhjustada ka hoone kaldumist	

10. KÜLGNEV SUUR PUU

KAHJUSTUSED	KAHJUSTUSTE PÕHJUSED	REMONT
Maja vajumisest põhjustatud kahjustused, samuti pragunemised korstnas, müürides, ahjudes ja sokli	Juured, mis kasvavad vundamendi alla või sisse, võivad väikest hoonet füüsiliselt liigutada	Hoone sirgeks kiilutamine vundamendi ja karkassi vahelt
	Juured võivad tungida drenaazi, neid ummistada ja pinnas hakkab külmuma	Drenaažisüsteemi parandamine ja kahjulike juurte eemaldamine
	Suured lehtpuud võivad aurustada päevas sadu liitreid vett. Pinnasekihid surutakse kokku ja põhjustavad hoone vajumise	Vajaduse korral vaiaamine

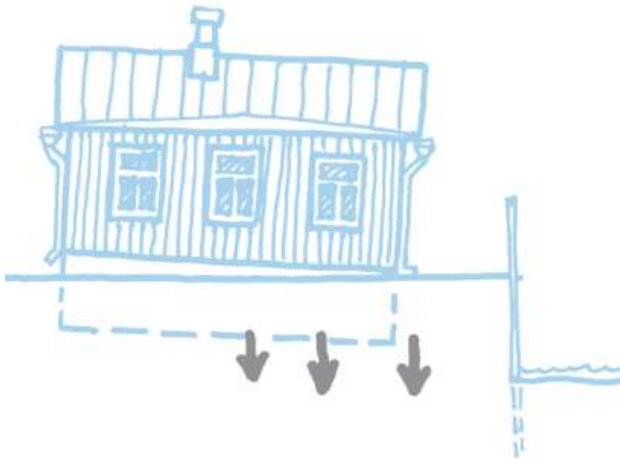


II. VIBRATSIOON

KAHJUSTUSED	KAHJUSTUSTE PÕHJUSED	REMONT
Hoone vajumisest põhjustatud kahjustused, samuti pragunemised korstnas, müürides, ahjudes ja soklis	Liiklusest põhjustatud vibratsioon ja sellest tulenevkandvate pinnasekihtide tihendumine vundamendi all	Kiirusepiirangud, tee asfalteerimine, raske liikluse keelamine või vibratsiooni katkestus

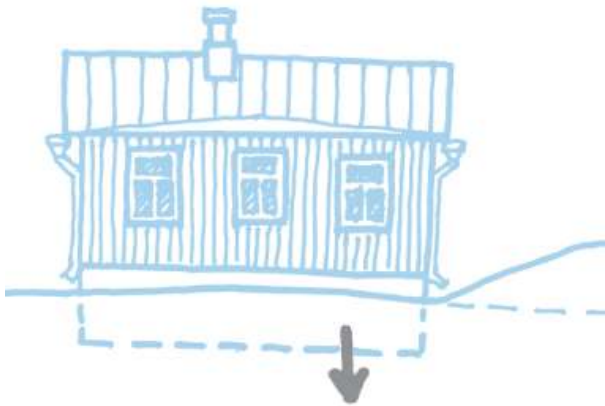


12. KAEVETÖÖD HOONEVAHETUS LÄHEDUSES



KAHJUSTUSED	KAHJUSTUSTE PÕHJUSED	REMONT
Hoone vajumisest või kaldumisest põhjustatud kahjustused, praod	Kaevetööd naaberkrundil võivad alandada põhjavee taset või kuivatada vundamendi all olevaid pinnasekihte, mis seejärel surutakse kokku	Vajunud osas pinnase tugevdamine, vaiastamine
	Tugisein annab järgi, pinnasekihid lihkuvad	Tugiseina ümberehitus

I3. HOONE VAHETUS LÄHEDUSES KOORMUSTE MUUTUS



KAHJUSTUSED	KAHJUSTUSTE PÕHJUSED	REMONT
Hoone vajumine lisakoormuse poolel ja sellest tulenevad ebäühtlase vajumise kahjustused	Suurema teevalli rajamine maja kõrvale, sissepääsu kaldtee ehitamine keldrisse või pinnasetäide aia või haljastuse rajamisel	Vundamendi tugevdamine
	Suuremate hoonete rajamine hoone lähedusse	Tugimüüri ehitamine
		Hoone sirgestamine kiiludega vundamendi ja karkassi vahel

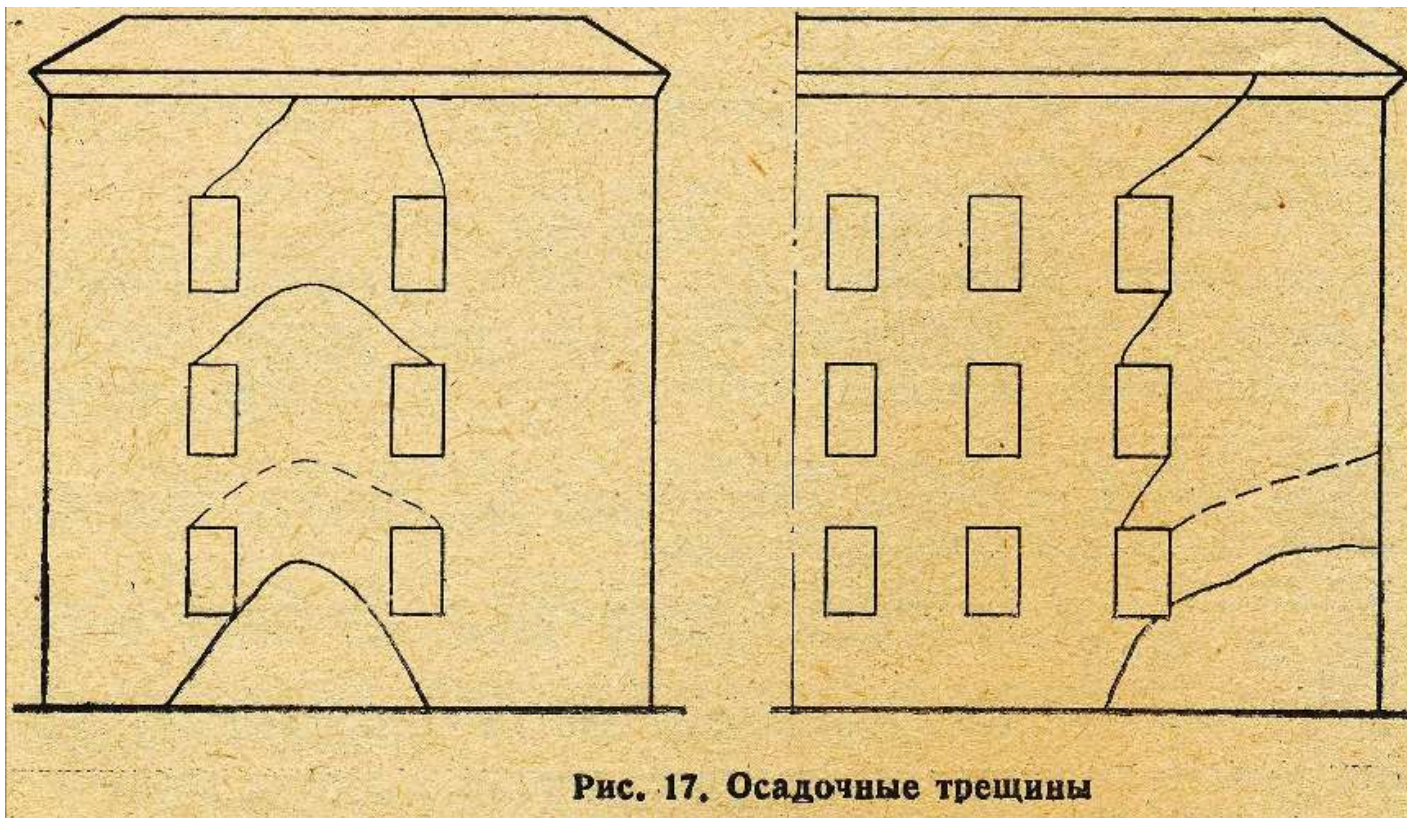
13. HOONE KÕRVAL TEE/ TÄNAVA PINNASE TÕUSMINE



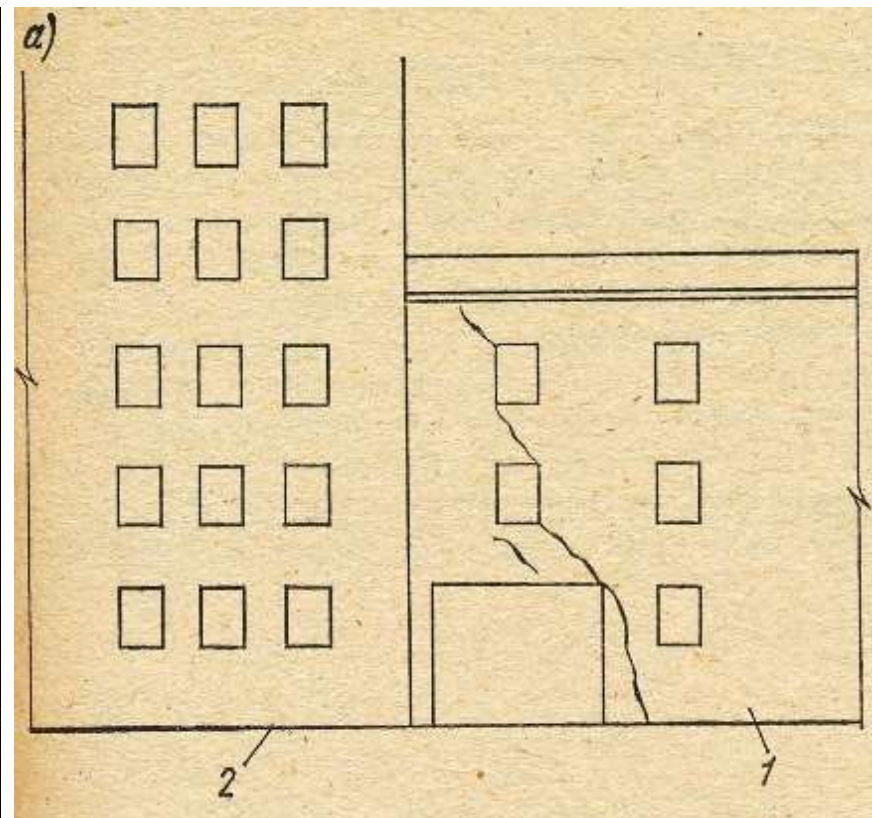
KAHJUSTUSED	KAHJUSTUSTE PÕHJUSED	REMONT
Hoone välisvoodri ja karkassi kahjustused	Tee või muu pinnase tõstmine on muutnud olukorda nii, et pinnavesi pääseb välisseina, põhjustades kapillaarset veetõusu seina konstruktsioonis	Seinast eemale juhitud vihmaveerenni või kiviäärise rajamine
Hoone kaldumine	Maja vundamendi ühes küljes lisakoormus	Hoone sirgestamine
Vundamendi kahjustused		Vundamendi süvendamine, laiendamine

PRAOD, MILLEST?





Praod ebahühtlasest vajumisest



Kõrvalhoone mõjud (koormus pinnasele erinev)

M.Mets loengumaterjalidest

Tabel 9.14. Piirvajumid SNiP 2.02.01-83 järgi

Ehitise liik	θ	ω	$s_k (s_{\max})$ cm
Raudbetoonkarkassiga	0,002	—	(8)
Teraskarkassiga	0,004	—	(12)
Kandvate paneelseintega	0,0016	0,005	10
Tellis- ja plokkseintega	0,002	0,005	10
Armatuuri- või raudbetoonvöödega tugevdatud tellis- ja plokkseintega	0,0024	0,005	15
Staatikaga määratud konstruktsiooniga	0,006	—	(15)
Jäigad kuni 100 m kõrgused ehitised, v.a korstnad	—	0,004	20
Kuni 100 m kõrgused korstnad	—	0,005	40

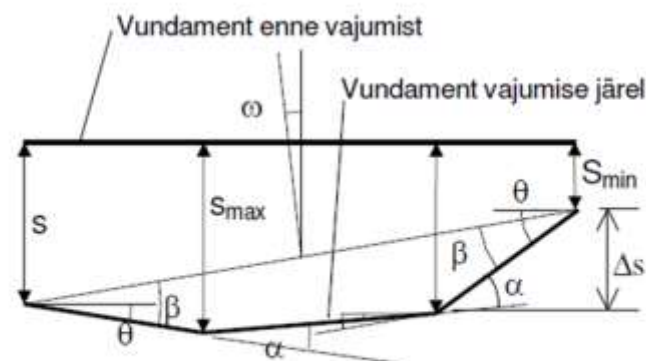
Tabel 9.15. Piirvajumid RIL 121-1988 järgi

Kandetarindi liik	Üldvajum mm	Nurgamuude α	
		Jämedateraline pinnas	Peeneteraline pinnas
Massiivne jäik	100...150	1/250...1/200	1/250...1/200
Staatikaga määratud	100...150	1/400...1/300	1/300...1/200
Puidust	100...150	1/400...1/300	1/300...1/200
Terasest	80...100	1/500...1/200	1/500...1/200
Tellistest	40...80	1/1000...1/600	1/800...1/400
Kohtraudbetoonist	60...100	1/1000...1/500	1/700...1/350
Raudbetoonelementidest	40...80	1/1200...1/700	1/1000...1/500
Raudbetoonraamidest	30...60	1/2000...1/1000	1/1500...1/700



Joonis 6 Vajumisreep

Jaanisoo kontspekt



Joonis 3.16 Vundamendi paigutisi ja deformatsioone iseloomustavad näitajad

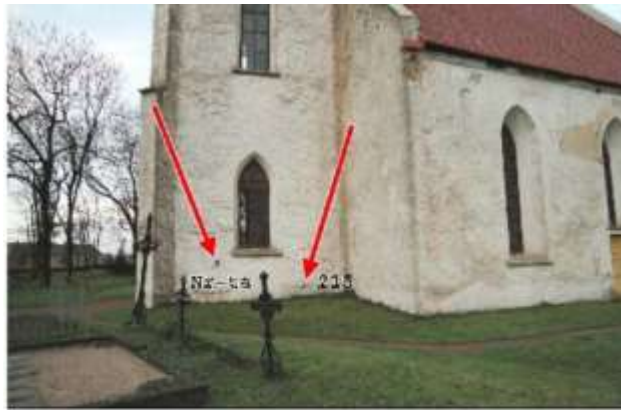


Joonis 3.22 Esplanaadi 10 Pärnus.
Keskmine vajum 620 mm, vajumite
erim 111 mm.



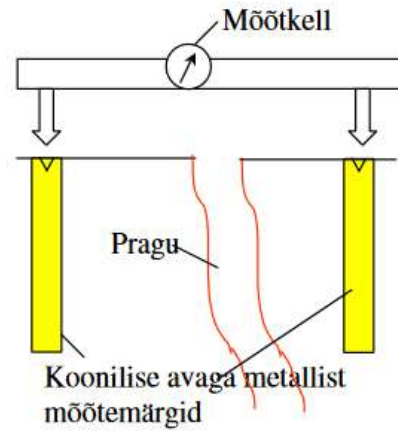
Joonis 3.23 Hotell Pärnus.
Keskmine vajum 486 mm, vajumite
erim 48 mm.

GEODEETILISED PÜSIREEPERID

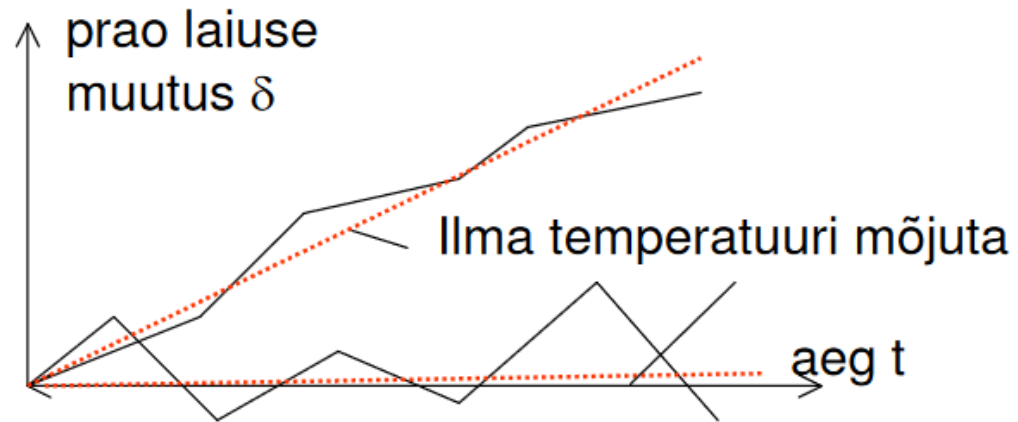


VAJUMISREEPERID

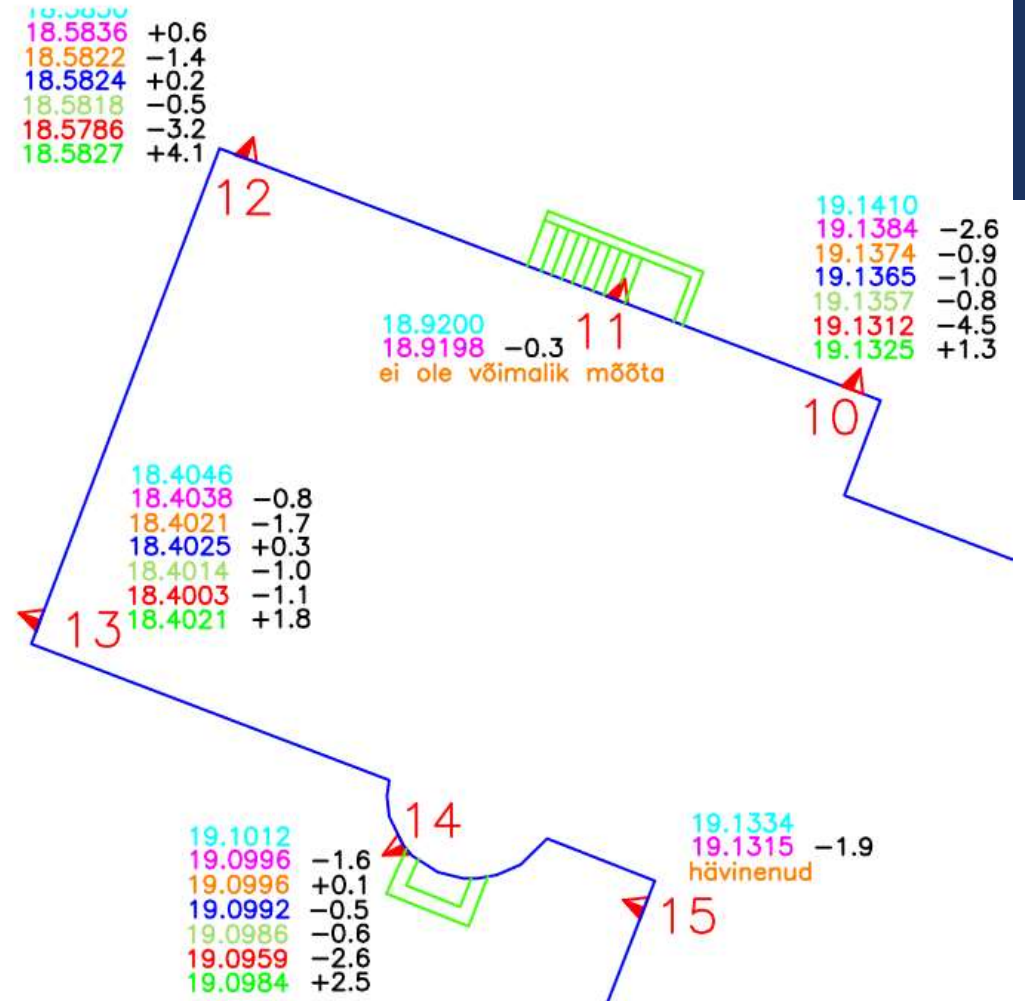




Joonis 4 Pragude laiuse muutuse fikseerime mõõtemärgid



Joonis 5 Prao laiuse muutus ajas



Vajumite sumbumist hinnatakse kipsist või paberist majakatega, mis kleebitakse risti prao avanemise suunale. Üldjuhul toimuvad hoone vajumised pikaajaliselt, hinnatakse vajumite ohtlikust hoone kandevõime seisukohast lähtudes. meetodi puuduseks on see, et avanenud praod liiguvad materjali temperatuurideformatsioonide mõjul ja tulemused võivad osutuda ebatäpseteks.



Joonis 12. Kaitseliidu Peastaabi B-korpuse 1. korruse seinale tekkinud pragu, millele paigaldati 23.11.2015. aastal kipsmajakas. Foto on tehtud 16.03.2016. aasta toimunud paikvaatlusel. Kipsmajakas on purunenud. (Kase 2016)



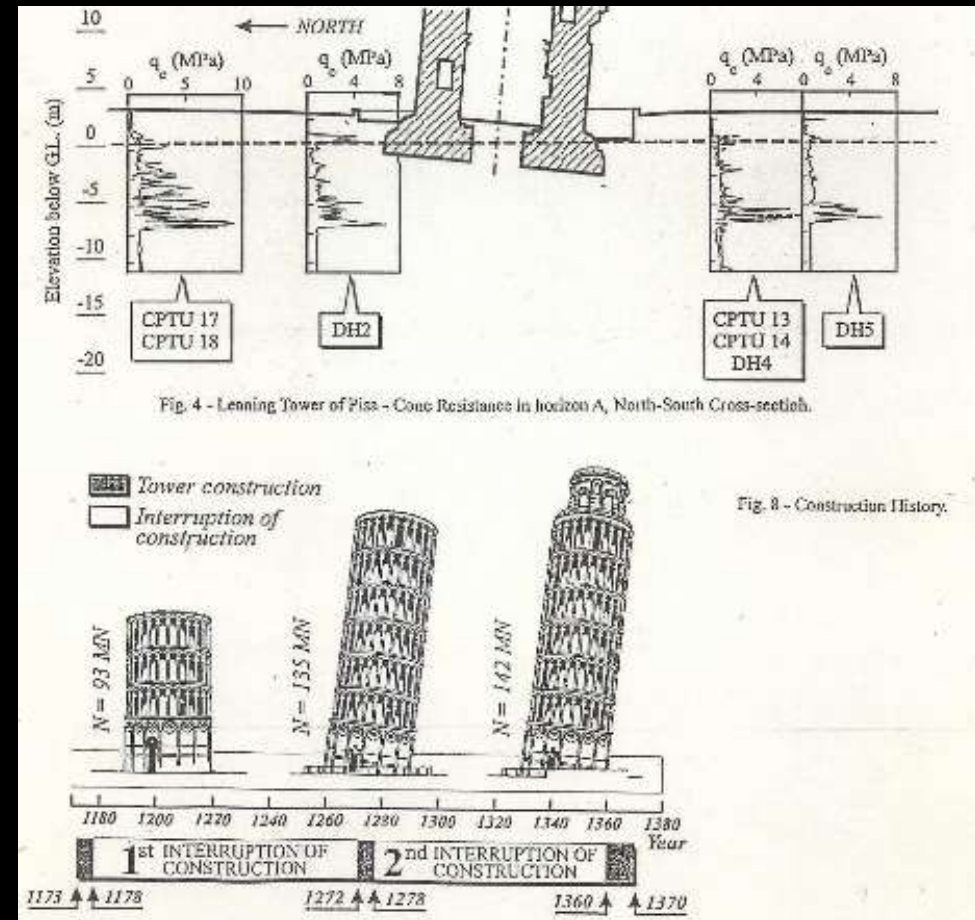
Joonis 13. Kaitseliidu Peastaabi hoone B-korpuse 4. korruse edelanurga kabineti seinale tekkinud pragu, millele paigaldati kipsmajakas 23.11.2015. Foto on tehtud 16.03.2016 toimunud paikvaatlusel. Kipsmajakas on terve. (Kase 2016)

VUNDAMENTIDE TUGEVDAMINE

LAHENDUSED VÄIKSEMALE HOONELE

(ca 7x7m), koormus 500kg/m

1. Hooldada, remontida vihmaveerennid, tagada kalded hoonest eemale. Hoone korrastada ja jälgida vähemalt aasta jooksul
2. Palkhoone sirgestamine
3. Vundamendi remont
4. Kuivendus enda krundil



SUUREMATE TÖÖDE JAOKS PROJEKT EHTUSLUBA VÕI -TEATIS

§ 4. Ehitamine

(1) Ehitamine on ehitise püstitamine, rajamine, paigaldamine, lammutamine ja muu ehitisega seonduv tegevus, mille tulemusel ehitis tekib või muutuvad selle füüsilised omadused. Ehitamine on ka **pinnase või katendi** ümberpaigutamine sellises ulatuses, millel on oluline püsiv mõju ümbritsevale keskkonnale ja funktsionaalne seos ehitisega.

(2) Ehitise laiendamine on ehitamine, mille käigus muudetakse olemasolevat ehitist sellele juurde- ehk külge-, peale- või allaehitamisega.

(3) Ehitise ümberehitamine ehk rekonstrueerimine on ehitamine, mille käigus olemasoleva ehitise omadused muutuvad oluliselt. Ümberehitamisena ei käsitleta olemasoleva ehitise üksikute osade vahetamist samaväärsete vastu.

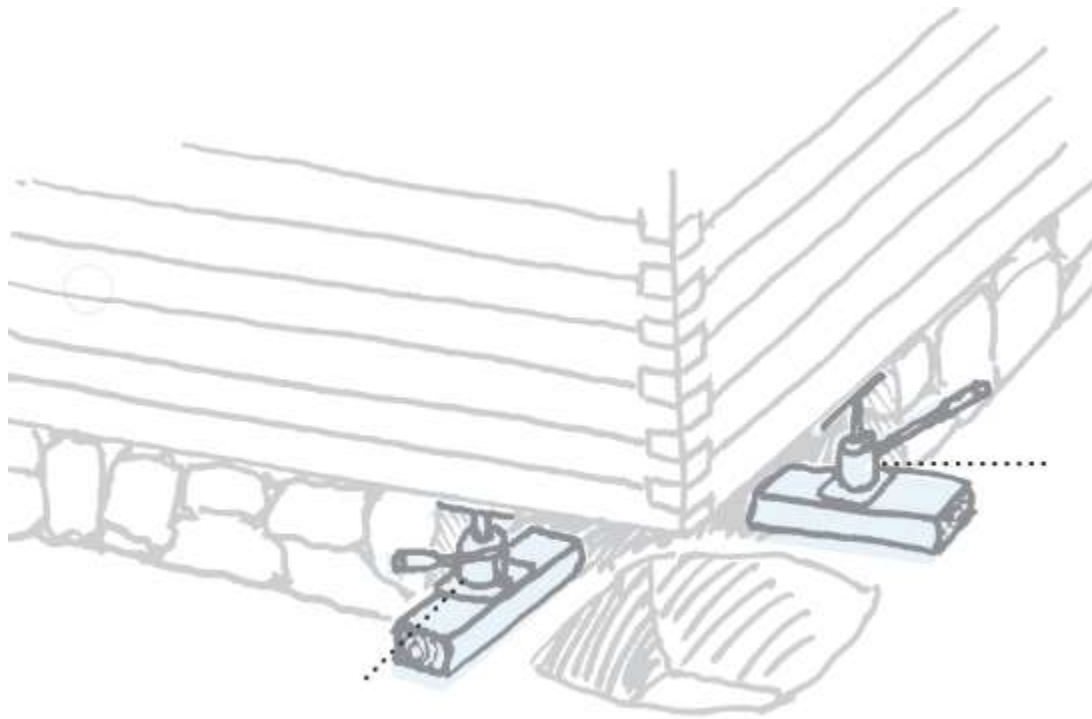
Ehitise ümberehitamine on eelkõige ehitamine, mille käigus:

- 1) **muudetakse hoone piirdekonstruktsioone;**
- 2) **muudetakse ja asendatakse hoone kande- ja jäigastavaid konstruktsioone;**
- 3) **paigaldatakse, muudetakse või lammutatakse tehnosüsteemi,** mis muudab ehitise omadusi, sealhulgas välisilmet;
- 4) muudetakse oluliselt ehitise tööparameetreid või kasutatavat tehnoloogiat;
- 5) viiakse ehitis kooskõlla kasutusotstarbele vastavate nõuetega;
- 6) taastatakse osaliselt või täielikult hävinud ehitis.

....

(5) **Tehnosüsteem on ehitise toimimiseks, kasutamiseks või ohutuse tagamiseks vajalike seadmete, paigaldiste või kommunikatsioonide kogum koos vajalike konstruktsioonielementidega.**

TÕSTMINE SEINA ALT



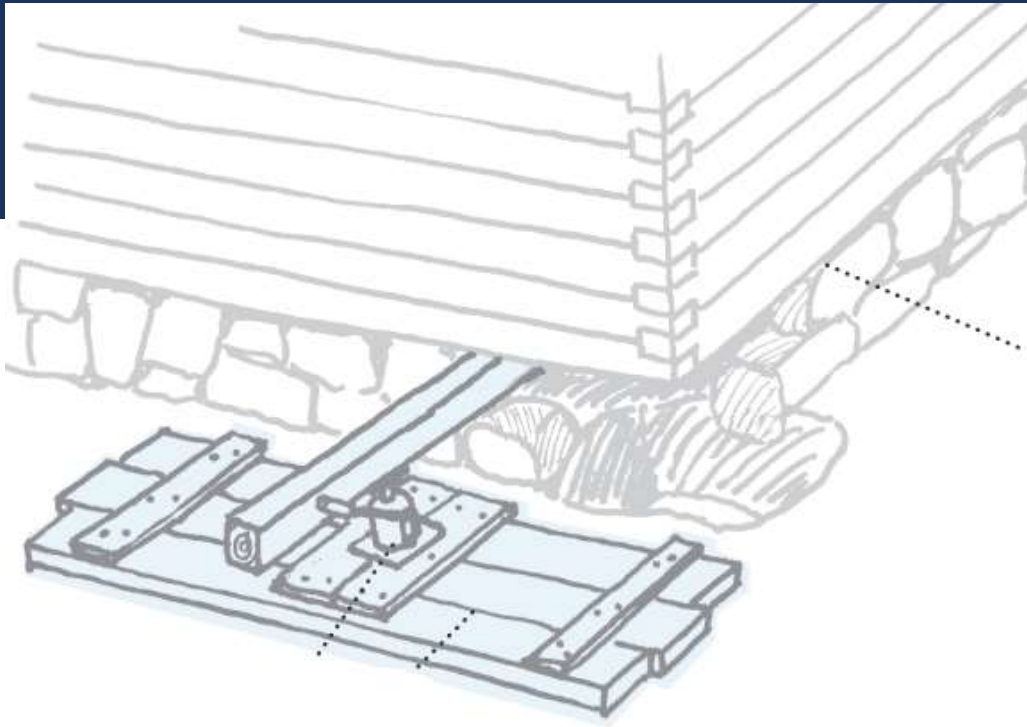
Kivi tagasi asetamiseks võib osutuda vajalikuks **nurga**
ajutine tõstmine tungrauaga

Pientalon perustusten korjaus



<http://vintagehostel.blogspot.com/2010/07/maja-tostmine-2.html>

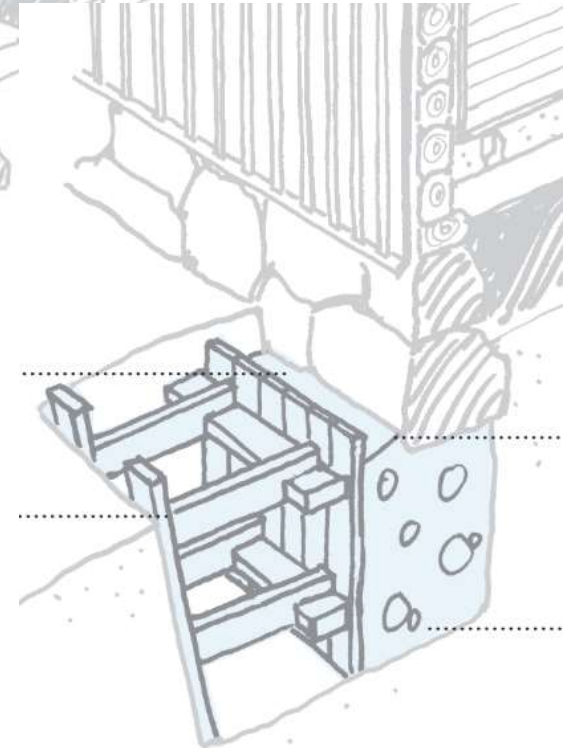
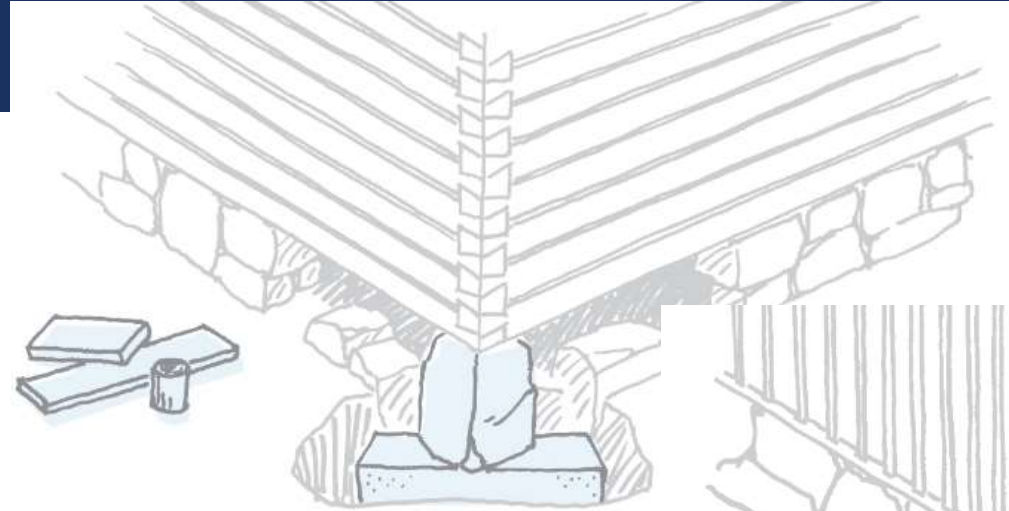
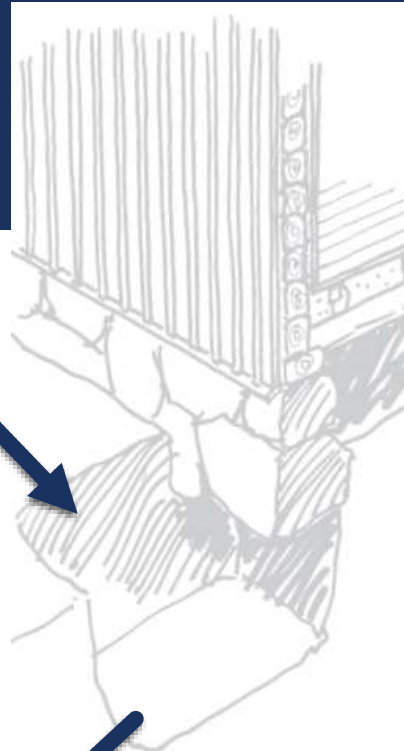
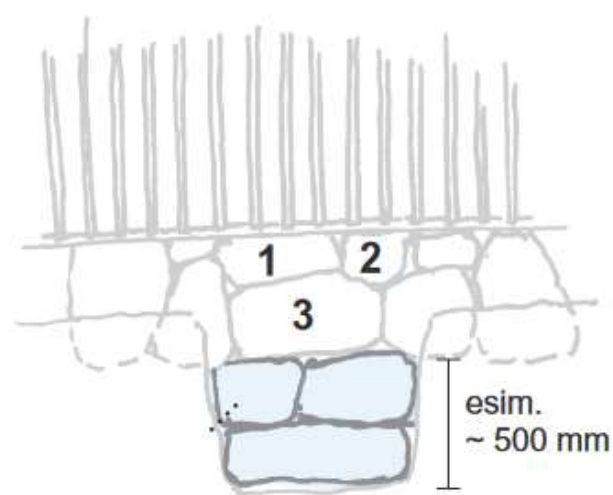
TÕSTMINE SEINA KÕRVALT



1. Tõstetakse tungrauaga vähehaaval soovitud kohta.
2. Paigaldatakse kiilud tõstetud koha alla, et kanda koormus üle.
3. Eemaldatakse tungraud, koormus jääb kiiludele.
4. Korratakse protsessi, kui on vaja veel tõsta.

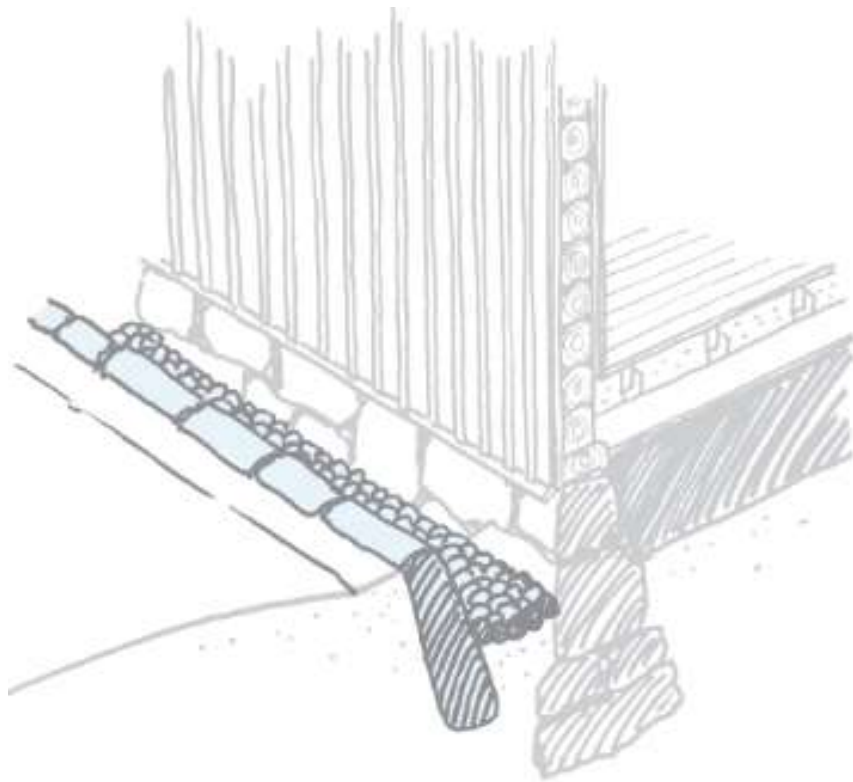


ALLAVUNDEERIMINE

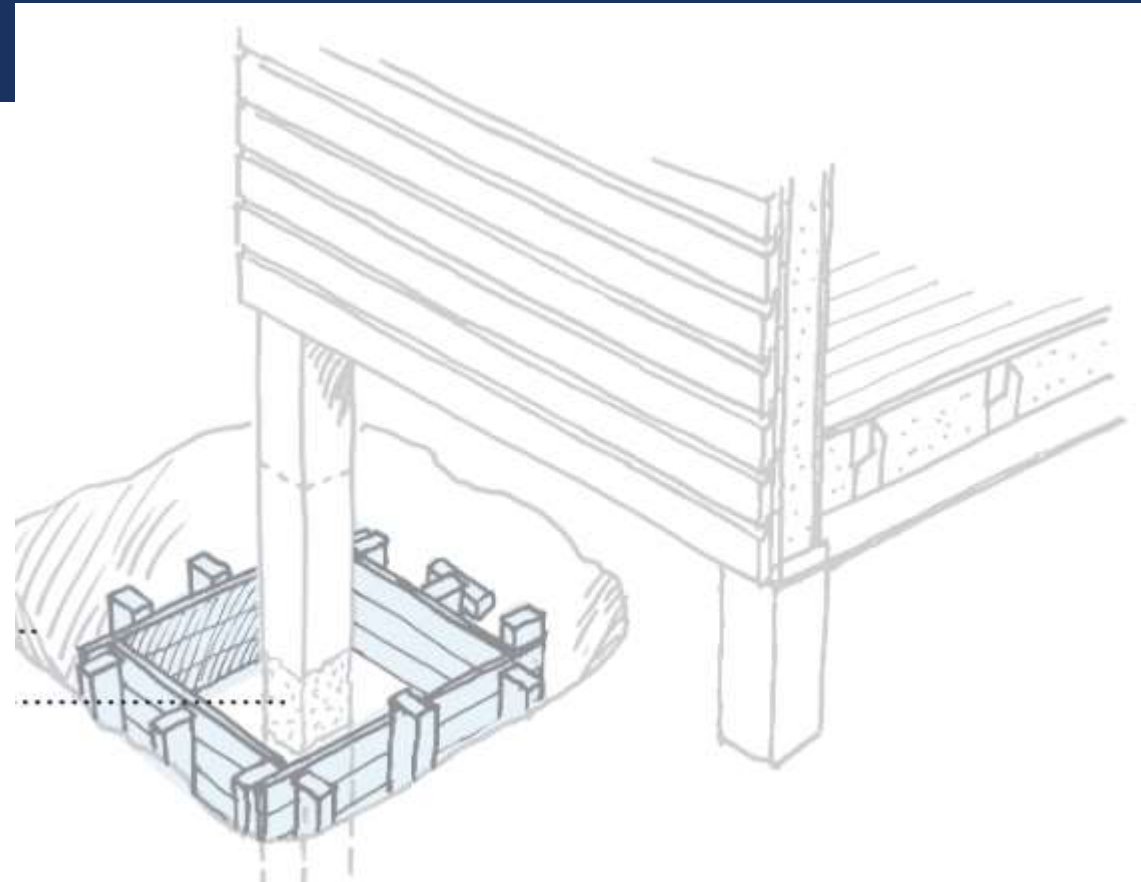


Kui selgub, et vundament on ladustatud nii **väikestest kividest**, et nende alla ei ole võimalik ohutult kaevata ilma, et müür kokku variseks, tuleb see osa **ettevaatlikult lahti võtta ja uuesti laduda**.

SUUREMAD TÖÖD- EHITUSLUBA VÕI –TEATIS

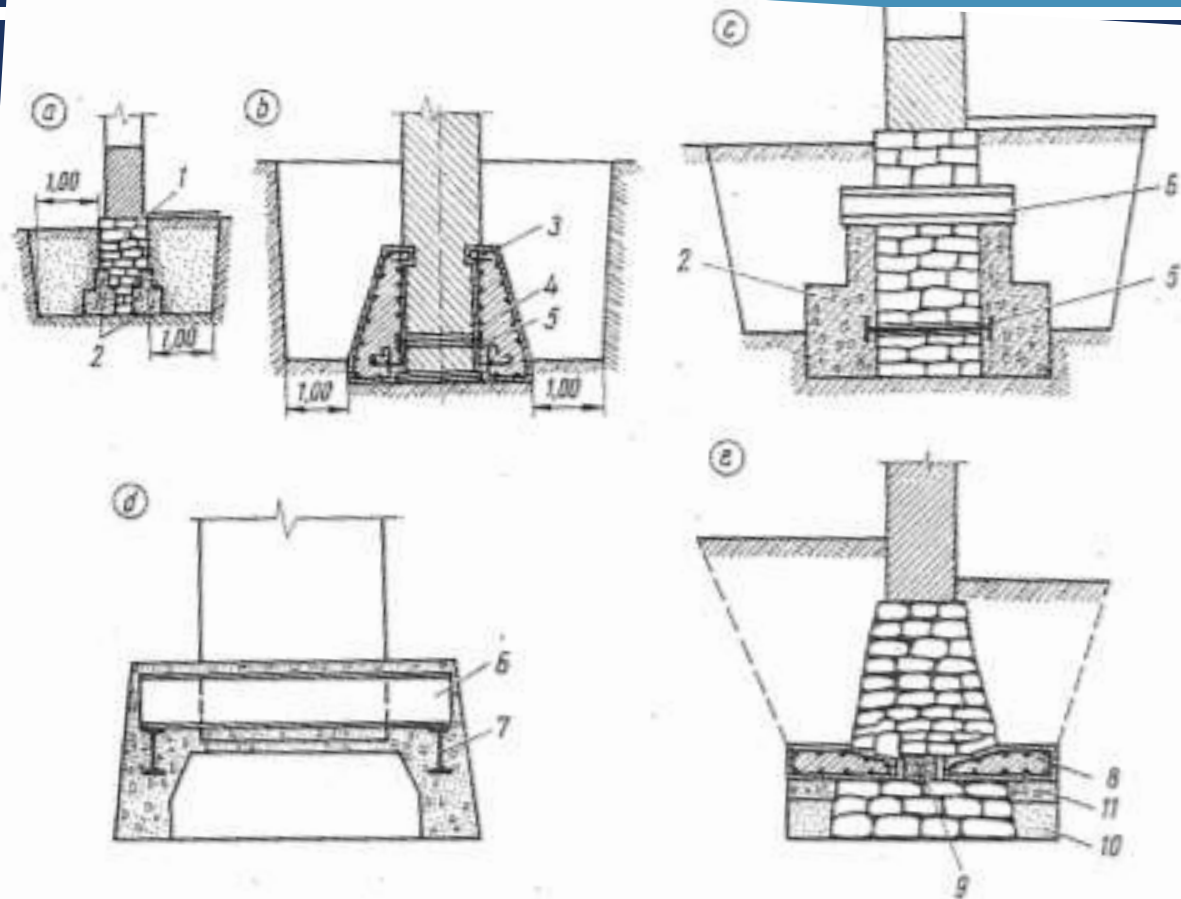


HOONE TEEST ERALDAMINE



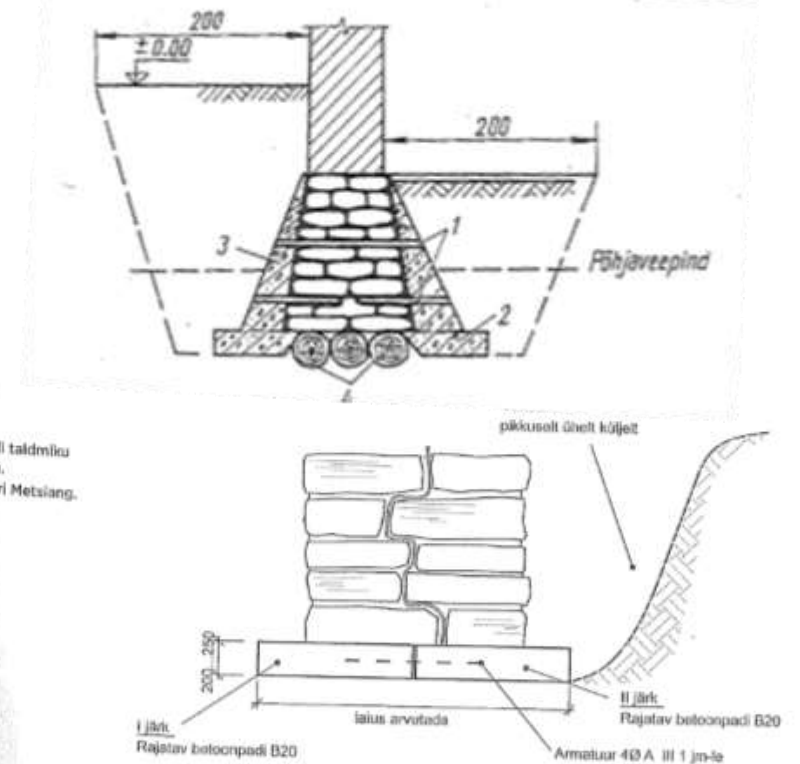
TALDMIKU LAIENDAMINE

TALDMIKU LAIENDAMINE



Joonis 8.10. Vundamendi taldmiku laiendamine:
 a – betoonilaiendus; b – raudbetoonilaiendus; c – laiendus põiktalaga; d – laiendus metalltaladega; e – laiendus raudbetoonplaatidega; 1 – vundament; 2 – laiendus; 3 – tugikand; 4 – ankur; 5 – ava, mis täidetakse vedela mördiga; 6 – põiktala; 7 – pikitala; 8 – raudbetoonplaat; 10 – tihendatud liivpadi; 11 – betoon

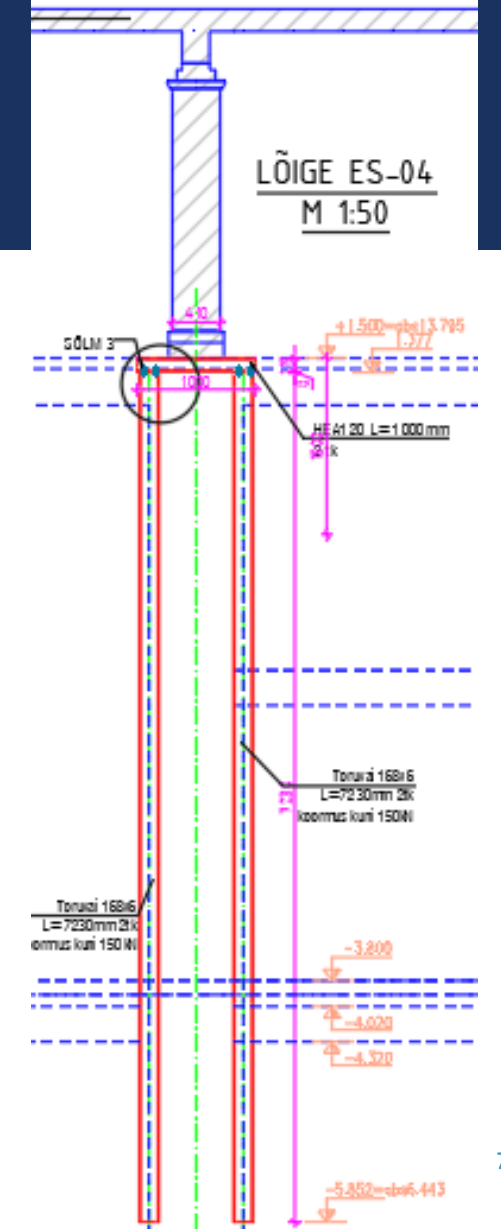
151

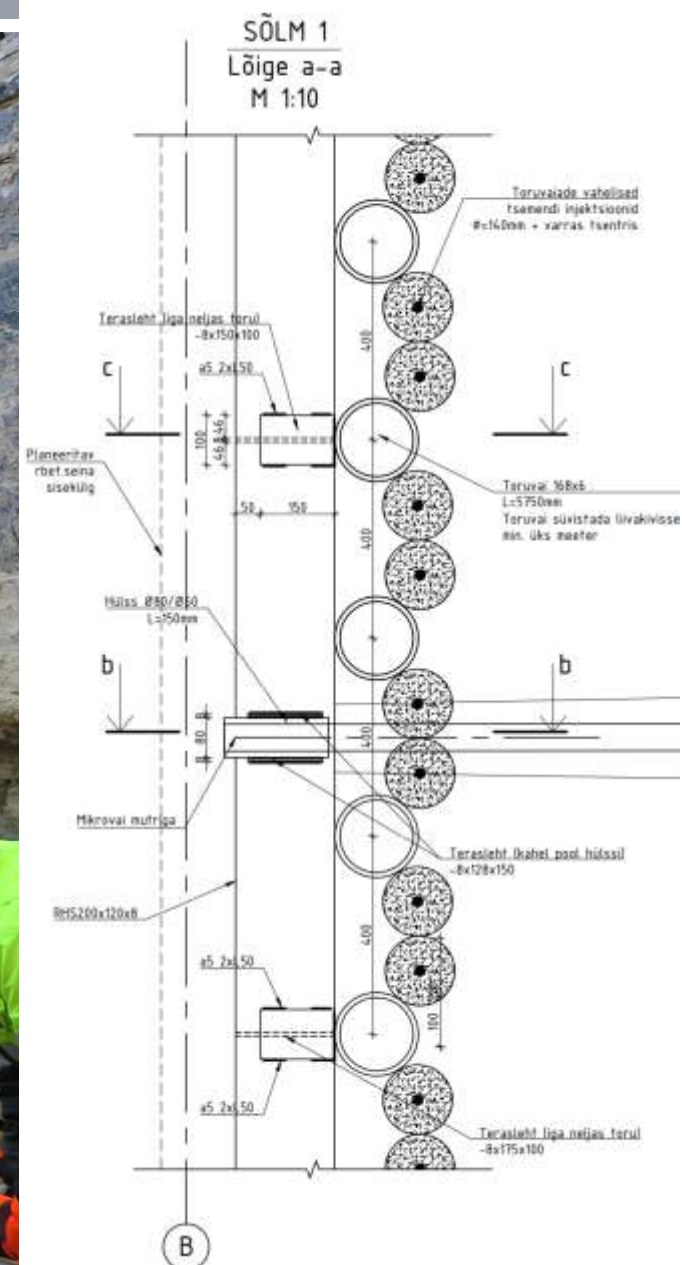


Vundamendi taldmiku laiendamine.
 Skeem: Kaari Metslang.

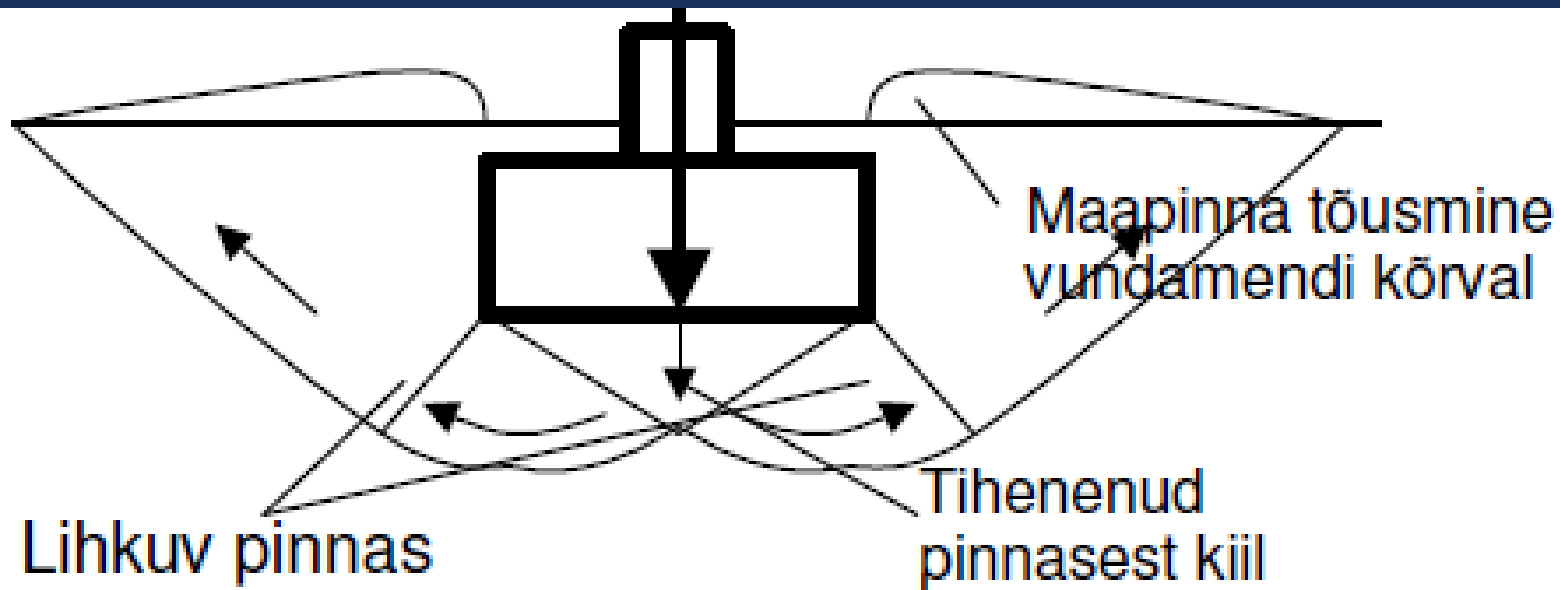
Vundamendi taldmiku laiendamine. Hooned 1986

Vana maja käsiraamat 2012





KELDRI SÜVENDAMINE VUNDAMENDI TUGEVDAMINE



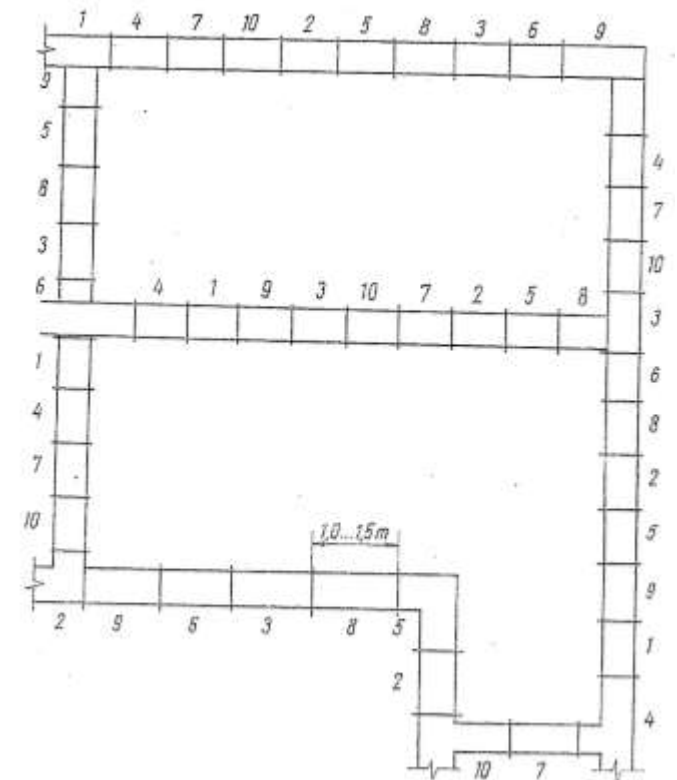
Jaanisoo kontspekt

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

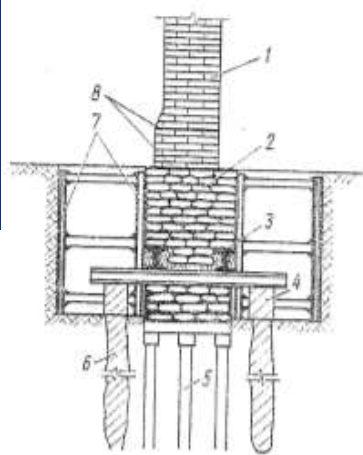
Pinnase kandevõime ületamisel tekib suur vajum



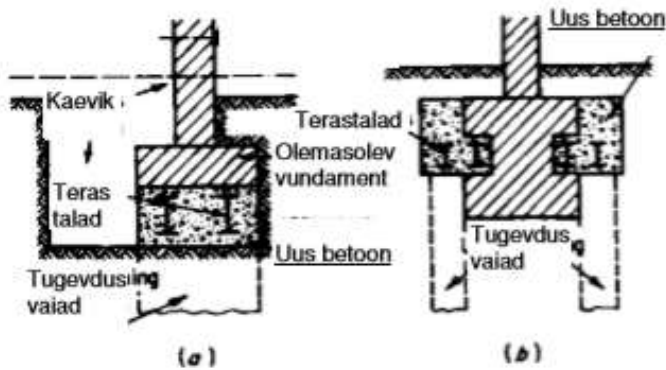
ALLAVUNDEERIMINE



C) VAIADEGA TUGEVDAMINE

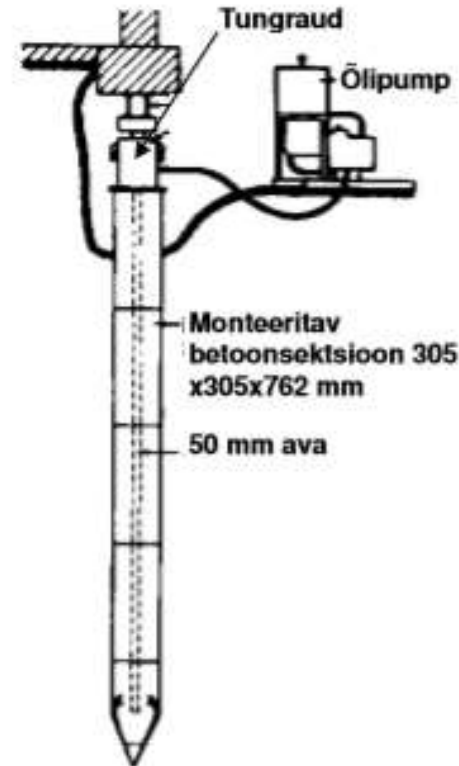
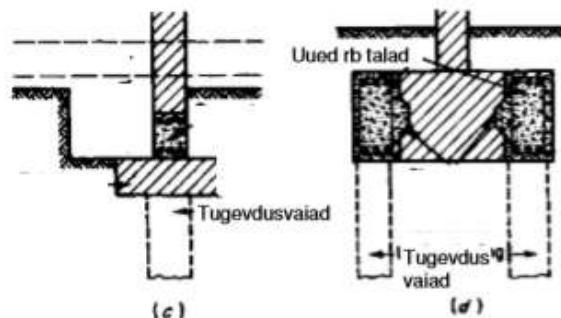


Joonis 8.5. Hoone koormuse ülekandmine kohtvaidadega allpool asuvatele tugevatele pinnasekihtidele:
1 – sein; 2 – vundament; 3 – metallitalad; 4 – rostvärgi talad; 5 – vanad puurvaiad; 6 – kohtvaidad; 7 – kaeviku tugistus; 8 – hüdroisolatsioon

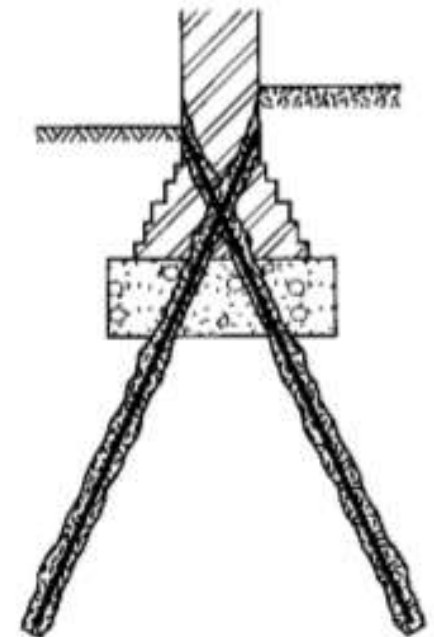


Tugevdamine vaiadega vundamendi alt ja kõrvalt.

Jaanisoo kontsept

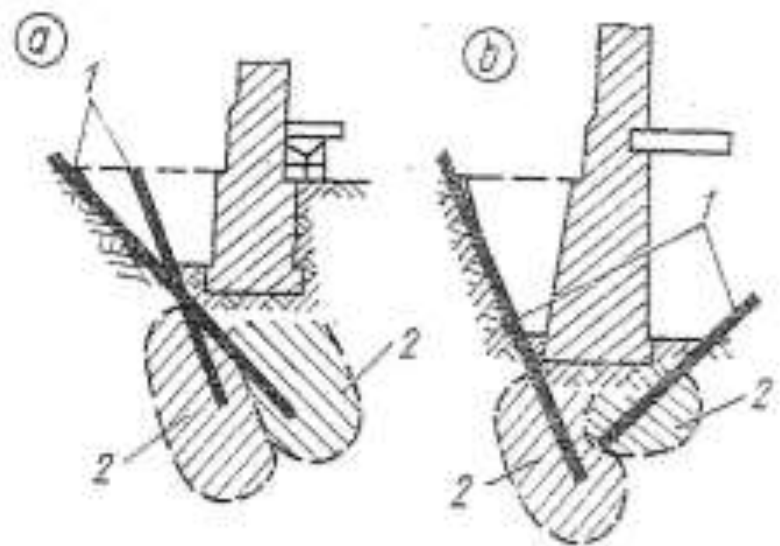


Joonis 12 “Mega” vai

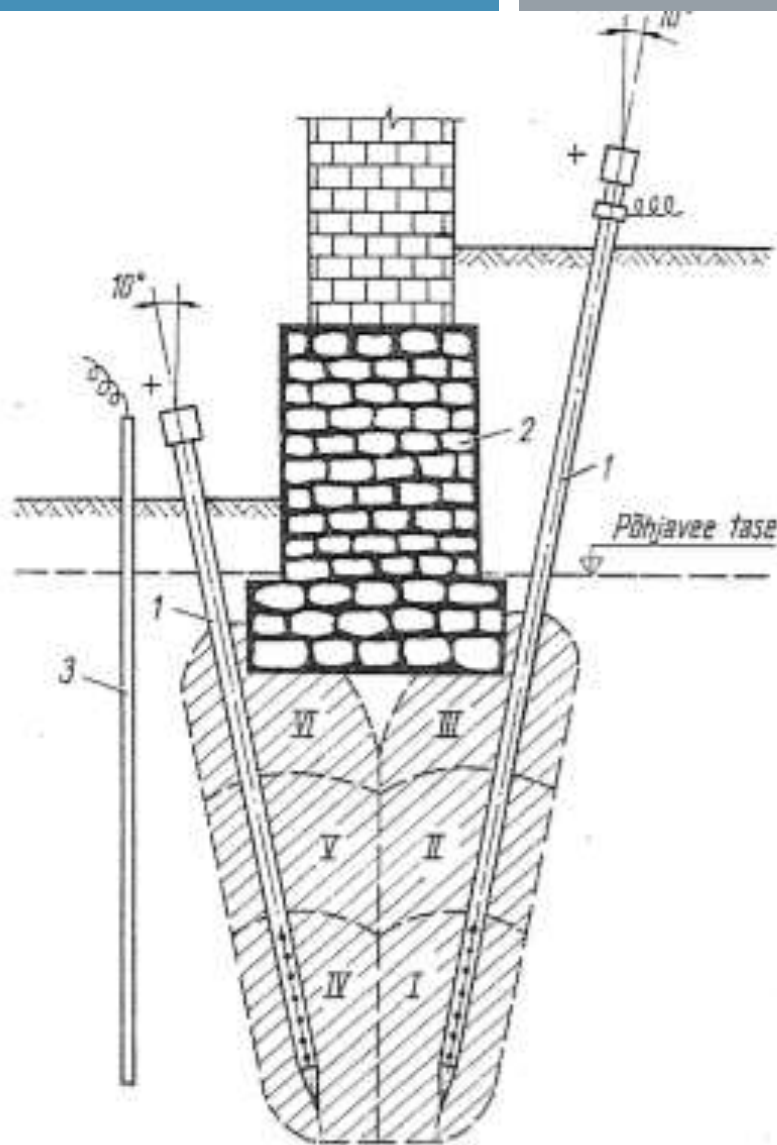


Joonis 13 Vundamendi tugevdamine mikrovaiadega

INJEKTEERIMINE



Joonis 8.4. Aluse tsementimise skeem:
a — keldrita hoone; b — keldriga hoone; 1 — injektorid; 2 — tsementeeritud pinnas



Joonis 8.2. Vundamendi aluse elektrosilikaatimine
1 — injektor; 2 — vundament; 3 — elektrood; I... VI — pinnase tugevdamise järjekord



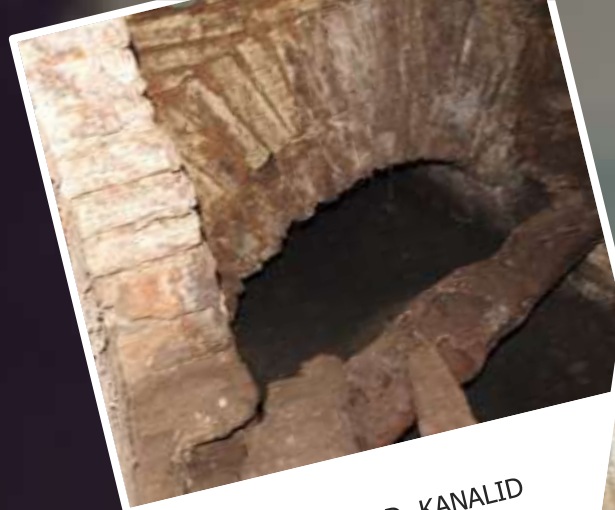
Geopolümeeridega
tugevdamine



Foto 5. Tellistest laotud vahelagi enne varingut. Foto H.Kuningas

TÄNAN!

Kohtume peale kohvipausi!



TUNNELID, KANALID



LIIGNIISKUS



KAEVETÖÖD

