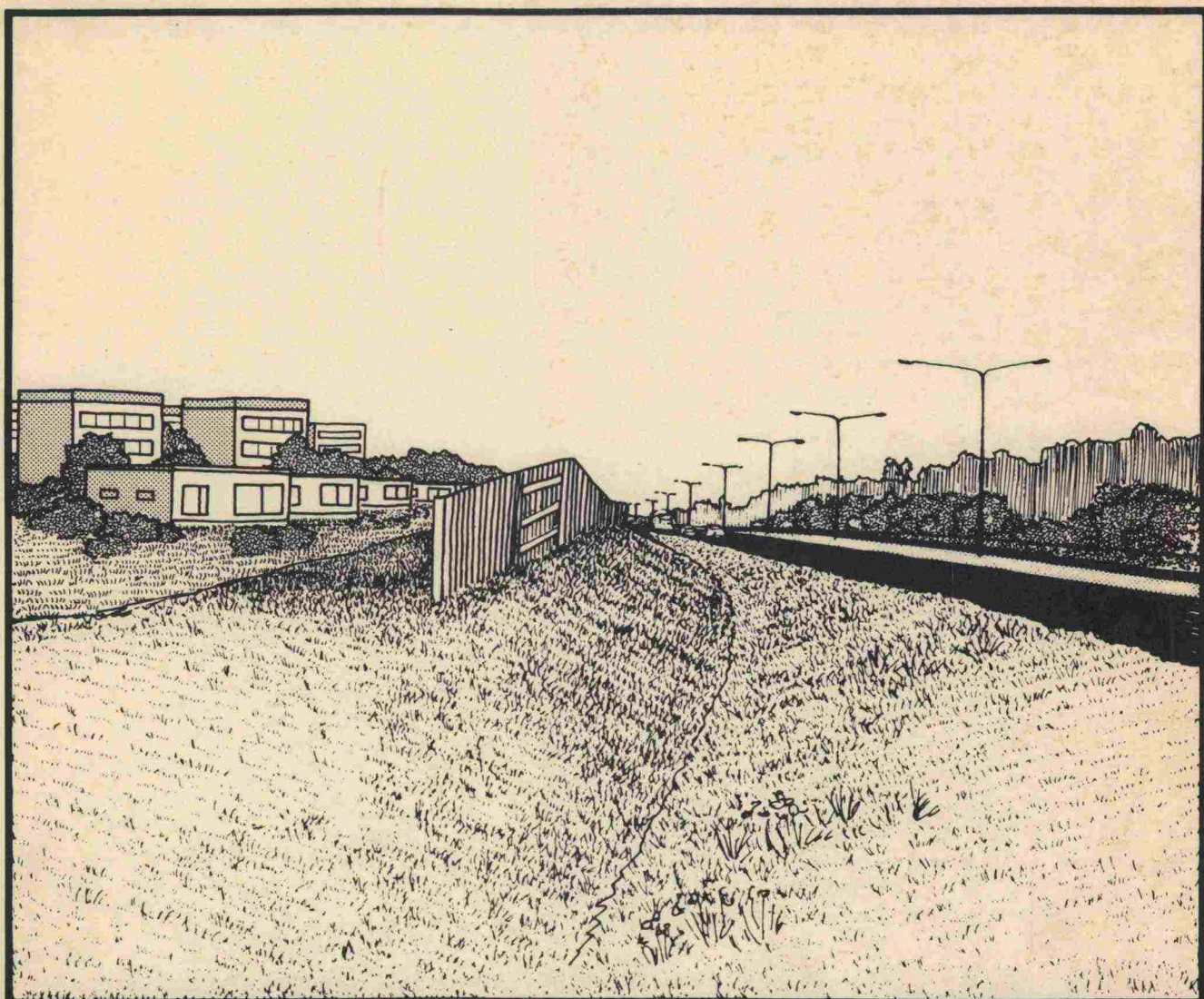


MELUESTEET

SELVITYS MELUESTEIDEN RAKEN- TEISTA JA KUSTANNUKSISTA



TIE - JA VESIRAKENNUSHALLITUS
TIESUUNNITTELUOSASTO
VIATEK OY

TVH 2.367

HELSINKI 16.04.1974

ALKUSANAT

Liikennemelun torjunta pyritään nykyisin ottamaan ympäristönsuojelunäkökohtana huomioon sekä kaavoituksessa että liikennesuunnittelussa. Tiensuunnittelussa joudutaan liikennemeluun liittyviä näkökohtia arvioimaan lähinnä sovitettaessa tietä maastoon, jossa on asutusta, koulu, sairaala tms. Yleensä tulee tällöin torjuntakeinona kysymykseen tien sopiva suuntaus, jolloin tie sijoitetaan riittävän etäälle meluherkästä kohteesta tai tie sijoitetaan meluherkän kohteen kohdalla leikkaukseen.

Aina ei liikennemelua voida kuitenkaan torjua kaavoituksen keinoin (maankäyttömuotojen valinta, kaavamääräykset rakenteellisesta melunsuojauksesta) tai tien sijainnin valinnalla. Ulkomailla on liikennemelun torjuntaan käytetty erilaisia meluesteitä. Vaikka laki yleisistä teistä eikä lainsäädäntö yleensääkään velvoita tienpitäjää suunnittelemaan tai rakentamaan meluesteitä, on TVH:ssa kuitenkin katsottu tarpeelliseksi selvittää Suomessa kysymykseen tulevia estetyyppejä ja niiden rakentamiskustannuksia. Näitä tietoja tarvitaan eniten silloin, kun yhteistyössä kuntien kanssa joudutaan arvioimaan meluesteiden sijoittamismahdollisuuksia tai arvioitaessa meluesteen tien rakenteelle asettamia vaatimuksia sekä kustannusarvioita laadittaessa.

Meluesteiden rakentamiseen liittyviä näkökohtia selvittämään perustettiin tie- ja vesirakennushallituksen tiensuunnitteluosastolla työryhmä, jonka puheenjohtajana toimii jaostopäällikkö Pentti Hautala sekä jäseninä dipl.ins. Teppo Miikkulainen, dipl.ins. Mikko Ojajärvi ja ins. Sakari Karvinen. Työryhmän sihteerinä on dipl.ins. Pentti Tieranta Viatek Oy:stä.

Työryhmä esittää parhaat kiitoksensa kaikille niille, joilta on saatu selvityksen laatimistyössä tarvittavaa lähdeaineistoa.

Työryhmä

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO
2. MELUESTEIDEN SUUNNITTELUN ÄÄNIOPILLISET PERUSTEET
3. MELUESTERAKENTEET
4. MELUESTEEN SIJAINTI TIEN POIKKI-LEIKKAUKSESSA
 - 4.1 Meluesteen sijainti tien ollessa leikkauksessa
 - 4.2 Meluesteen sijainti tien ollessa penkereellä
5. MELUESTEEN KORKEUDEN MÄÄRÄÄMINEN
6. MELUESTEEN PITUUDEN MÄÄRÄÄMINEN
7. MELUESTEIDEN RAKENNE
 - 7.1 Maavalli
 - 7.2 Puuseinä
 - 7.3 Tiiliseinä
 - 7.4 Betoniseinä
 - 7.5 Maavallin ja seinämän yhdistelmä
8. MELUESTEIDEN ULKONÄKÖ
9. MELUESTEIDEN RAKENTAMISKUSTANNUKSET

MELUESTEET

1. JOHDANTO

Liikennemelun torjuntaan voidaan käyttää seuraavia keinoja:

- tien suuntauksen valinta
- kaavoituksen keinoilla
- melun voimakkuuden pienentäminen
- meluesteet

Tiesuunnittelijan kannalta pidetään liikennemelun torjunnan ensisijaisena keinona yleensä tien sopivaa suuntausta: linjataan tie riittävän etäälle meluherkistä kohteista tai sijoitetaan tie tarpeeksi syvään leikkaukseen. Tien sopiva suuntaus suo usein mahdollisuuden myös luonnon tarjoamien meluesteiden hyväksikäyttöön. Tällaisia ovat mm. metsävyöhyke tai mäenharjanne tien ja meluherkän kohteen välissä.

Kaavoituksellisena keinona tulee liikennemelun torjunnassa yleensä kysymykseen maankäytön tarkoituksenmukainen sijoittelu liikenneväylän läheisyyteen. Lähimmäksi tietä tulee meluntorjunnan vuoksi sijoittaa teollisuus-, varasto- tai muu melua sietävä rakennus, joka suojaa takanaan olevia alueita tieltä tulevalta melulta. Rakennusten sisälle tulevaa melua voidaan pienentää käyttämällä melua hyvin vaimentavia ikkunoita ja tiivistämällä rakennuksia myös muilta osin.

Meluvoimakkuutta voidaan pienentää esim. pienentämällä tien liikennemäärää, asettamalla tielle nopeusrajoitus tai tekemällä tien päällysteen pinta mahdollisimman taiseiseksi. Olemassa olevan tien liikennemäärää ja meluhaittoja voidaan pienentää rakentamalla uusi tie meluntorjunnan

kannalta edulliseen paikkaan (esim. taajaman ohikulkutie). Nopeusrajoituksella saattaa meluntorjunnan kannalta olla joissakin tapauksissa merkitystä. Tien päällysteen pintaa ei yleensä voida tehdä tasaisemmaksi, sillä tällöin pienenee tien pinnan ja ajoneuvon renkaiden välinen kitka.

Joissakin tapauksissa on mahdotonta tai kokonaisuuden kannalta epätarkoituksenmukaista käyttää edellä kuvattuja meluntorjuntakeinoja. Tällaisissa tapauksissa voi meluntorjuntakeinona tulla kysymykseen meluste.

Tässä raportissa on tarkasteltu Suomen olosuhteisiin soveltuvien melusteiden rakenteita. Lisäksi on selvitetty melusteiden korkeuden ja pituuden määrittämisestä sekä esteen sijoittamista tien poikkileikkaukseen. Lisäksi on selvitetty esteiden rakenteiden mitoittamista.

Meluseinämien rakenteiden yksityiskohtaisen tarkkaa mitoittamista ei ole vielä voitu suorittaa, sillä mitoittamiseen ei ole ollut käytettävissä riittävän tarkkoja tietoja auraslumien esteeseen pauskautumisesta aiheutuvasta kuormituksesta. Asian selvittäminen vaatii käytännön kokeiden suorittamista, joiden jälkeen tätä selvitystä tullaan täydentämään rakenteiden mitoituksen yksityiskohtien osalta.

Melusteiden tulee olla tien pituussuunnassa yhtäjaksoinen. Tästä syystä täytyy myös siltojen kohtia tarkastella meluntorjunnan kannalta. Ulkomailloilla silloilla käytetään melusteena yleensä umpikaidetta. Suomen olosuhteissa auraslumet asettavat rajoituksia umpikaiteen käytölle. Siltojen kohdalla suoritettavaa meluntorjuntaa tullaan myöhemmin tarkastelemaan erillisessä selvityksessä.

2. MELUESTEIDEN SUUNNITTELUN ÄÄNIOPILLISET PERUSTEET

Melusteiden rakentamisen tarkoituksena on katkaista äänen kulku suoraan tieltä suojeltavaan kohteeseen (talo, piha, koulu jne). Kun meluste katkaisee tämän suoran yhteyden, jättää se taakseen "varjon" eli pienentää äänen voimakkuutta. Tämä varjo ei ole kuitenkaan täydellinen niin kuin valolla, vaan osa äänestä kiertää esteen taakse.

Melusteeseen taakseen jättämää äänivarjoa kutsutaan esteen vaimennukseksi, joka tarkoittaa esteen aiheuttamaa äänenvoimakkuuden alentumista. Äänenvoimakkuutta ja sen vaimennusta mitataan desibelillä, $dR(A)$:lla. Käytännössä jää melusteeseen aiheuttama vaimennus alle 10 desibelin. Kun näköyhteys äänilähteen ja suojeltavan kohteen välillä katkaistaan, saadaan aikaan n. 5 $dB(A)$:n vaimennus. Melusteeseen kohdalla on melualueen leveys tietyllä äänenvoimakkuustasolla yleensä $1/4 \dots 1/2$ siitä, mitä se olisi ilman melustettua. Melusteiden aiheuttamalla vaimennuksella saavutettava melualueen kapeneminen riippuu kuitenkin huomattavasti paikallisista olosuhteista, kuten maaston kaltevuussuhteista ja kasvillisuudesta.

Melusteiden suunnittelussa tulee kiinnittää huomiota esteen äänenheijastusominaisuuksiin. Äänenheijastumisen kannalta ovat edullisia ratkaisuja pehmeät ja epätasaiset pinnat, sillä ne imevät osan äänestä. Sitä vastoin kovat ja sileät pinnat heijastavat takaisin siihen kohdistuvan melun.

Äänenheijastuksella on merkitystä silloin, kun melulta suojeltavia kohteita on tien molemmin puolin. Tällöin tulee pyrkiä ääntä vähän heijastavaan esteratkaisuun. Tässä suhteessa on yleensä edullisin maavalli, johon on istutettu pensaita. Myös puuseinä voi tulla kysymykseen suhteellisen vähän ääntä heijastavana rakenteena.

3. KÄSITELTÄVÄT MELUESTERAKENTEET

Melusteiden tulee ääniopillisessa mielessä täyttää seuraavat vaatimukset

- meluesteen on oltava jokseenkin ilmatiivis
- meluesteen keskimääräisen painon tulee olla vähintään 15 kg/m^2

Edellä esitetyt melusteiden yleiset vaatimukset suovat mahdollisuuden tehdä esteet lukuisista erilaisista materiaaleista ja useilla eri tavoilla. Tämän työn yhteydessä on kuitenkin rajoitettu käsittelemään maavalleja sekä puu-, tiili- ja betoniseinämiä. Nämä materiaalit on valittu lähinnä kustannus- ja ulkonäkösyistä sekä ulkomailta saatujen kokemusten perusteella.

On huomattava, että huolimatta tässä raportissa esitetyistä melusteiden tyyppiratkaisuista, on kussakin toteutettavassa kohteessa suunniteltava este yksitviskohdissaan paikallisten olosuhteiden asettamien vaatimusten mukaiseksi. Tällaisia tapauskohtaisesti suunniteltavia asioita ovat mm. esteen perustaminen ja kuivatus.

4. MELUESTEEN SIJAINTI TIEN POIKKILEIKKAUKSESSA

Kun meluesteen sijainti tien poikkileikkauksessa määrätään, tulee kiinnittää huomiota seuraaviin näkökohtiin

- ääniopilliset näkökohdat
- rakentamiskustannukset
- käytettävissä oleva tila
- kunnossapitoseikat
- liikenteenohjaus
- näkemät

Ääniopilliset näkökohdat ja rakentamiskustannukset puoltavat esteen sijoittamista mahdollisimman lähelle tien

reunaa. Lähellä tietä sijaitseva melu este voidaan saman vaimennuksen saavuttamiseksi yleensä tehdä matalammaksi kuin kauempana sijaitseva este ja näin saadaan säästetyksi rakentamiskustannuksissa. Maaston muodosta riippuen saattaa kuitenkin olla joissakin tapauksissa rakentamiskustannusten kannalta edullisempaa sijoittaa melu este kauaksi tien reunasta, esim. mäenharjanteen päälle.

Melu esteiden rakentamista voi rajoittaa käytettävissä oleva tila. Tilan säästämisen kannalta ovat edullisia ratkaisuja esteet, jotka on sijoitettu mahdollisimman lähelle tien reunaa.

Kunnossapidon takia olisi edullista sijoittaa este kauas tien reunasta, sillä tällöin aurauslumille jää varastotilaa. Kun auraus lumi lentää kauas, ei se kinostu tien välittömään läheisyyteen. Koska auraus lumien lentomatkan ulkopuolelle viety melu este tulisi usein tiealueen ulkopuolelle ja samalla usein myös korkeaksi, joudutaan este sijoittamaan tavallisesti auraus lumien heittoalueelle. Meluseinämä on tällaisessa tapauksessa mitoitettava kestämään auraus lumista aiheutuva kuorma. Erityisen runsas lumisena talvena täytyy lisäksi varautua lumen poiskuljettamiseen esteen ja tien välisestä tilasta.

Liikenteenohjaus tulee myös melu esteiden kohdalla hoitaa annettujen ohjeiden edellyttämällä tavalla. Jos melu esteiden sijoituksessa käytetään jäljempänä esitettyjä periaatteita, voidaan liikennemerkkit sijoittaa yleensä aina normaalietäisyydelle pientareen reunasta.

Melu este voi olla näkemä esteenä ollessaan sisäkaarteiden puolella. Tällaisissa tapauksissa tulee tarkastaa, että tielle muodostuu riittävä pysähtymisnäkemä ja tasoliittymien kohdalla liittymisnäkemä.

Edellä esitettyjen näkökohtien perusteella on eri

tyyppisistä poikkileikkauksista pyritty jäljempänä määräämään ne kohdat, joihin meluste on yleensä edullista sijoittaa. Esitetyt poikkileikkaukset täyttävät normien poikkileikkauksille asettamat liikenneteknilliset vaatimukset.

4.1 Melusteen sijainti tien ollessa leikkauksessa

Kuvassa 25 T/1 on esitetty meluseinämien ja maavallin sijoitus erilaisiin poikkileikkaustyyppihin.

Jos tie on jo rakennettu, kannattaa meluste yleensä sijoittaa tehtyyn poikkileikkaukseen poikkileikkaustyyppiä muuttamatta. Rakennetun poikkileikkauksen muuttaminen voi tulla kysymykseen ainoastaan silloin, kun esteen rakentamiseksi ei saada tarpeeksi lisätilaa. Tällöin joudutaan kuvan 25 T/1 A- ja D-tyyppiset poikkileikkaukset muuttamaan kapeaksi poikkileikkaustyyppiä (Kuva 25 T/1, B-, C-, E-, F-tyypit). Vaihtoehtoisesti voi tulla kysymykseen tehdyn luiskan jyrkentäminen täyttämällä eroosiota kestäväällä materiaalilla.

Kun melustetta suunnitellaan samanaikaisesti tien suunnittelun kanssa, voidaan leikkauksen kohdalla valita mikä tahansa kuvassa 25 T/1 esitetyistä poikkileikkauksista. Valintaperusteina ovat käytettävissä oleva tila, kuivatusjärjestelyt ja massatilanne.

Jos tilaa on riittävästi, ei meluseinämää kannata sijoittaa aivan leikkausluiskan yläreunaan. Seinämän rakentamisen kannalta on pyrittävä 0,5...1,0 metrin työskentelytasanteen jättämiseen seinämän tien puolelle.

4.2 Melusteen sijainti tien ollessa penkereellä

Kuvassa 25 T/2 on esitetty meluseinämien ja maa-

vallien sijoitus tien ollessa penkereellä.

Loivaluiskaisella penkereellä tehdään poikkileikkaus kapean poikkileikkaustyypin mukaisesti siten, että seinämä rakennetaan vähintään 0,5 metriä korkean maavallin päälle (Kuva 25 T/2, A-tapaus). Tällöin ei pientareen reunaan tarvitse tehdä kaidetta. Rakennetulle tielle voidaan esteen kohdalle joutua varaamaan lisää tiealuetta.

Tien ollessa korkealla ja jyrkkäluiskaisella penkereellä rakennetaan melu este yleensä samanlaisen 0,5 metriä korkean maavallin päälle kuin loivaluiskaisella penkereelläkin (25 T/2, A-tapaus). Jos käytettävissä on kuitenkin vähän tilaa, voidaan seinämä rakentaa kuvassa 25 T/2, B-tapaus, esitetyllä tavalla. Tällöin joudutaan rakentamaan kaide (Kuva 25 T/2, B-tapaus).

Tien ollessa penkereellä sijoitetaan maavallina tehty melu este yleensä massojen ja tilan säästämiseksi kapean poikkileikkauksen mukaisesti (Kuva 25 T/2, C-tapaus).

5. MELUESTEEN KORKEUDEN MÄÄRÄÄMINEN

Meluesteen korkeus voidaan määrätä kuvassa 25 T/3 esitettyjen periaatteiden mukaisesti.

Meluesteen korkeus pyritään määräämään A-kohdassa esitetyllä tavalla. Menettely on seuraava: piirretään näkösäde suojeltavan kohteen ylälaidan (esim. talon katon) ja tien keskilinjan kohdalla metrin korkeudella olevan pisteen kautta. Tämä näkösäde määrää esteen korkeuden.

Poikkeuksellisesti voidaan esteen korkeus määrätä kuvan 25 T/3 B-kohdan mukaisesti. Tällöin esteen korkeuden määräävä näkösäde piirretään ikkunan ylälaitaan. Poikkeuksellisesti menettelyä voidaan käyttää kohtuuttomien kustannusten välttämiseksi.

Kaksiajorataisella tiellä tutkitaan molempien ajoratojen vaikutus erikseen.

6. MELUESTEEN PITUUDEN MÄÄRÄÄMINEN

Meluesteen pituus määrätään kuvassa 25 T/4 esitettyjen periaatteiden mukaisesti.

Jotta ääni ei pääsisi kiertämään esteen pään kautta, tulee estettä tehdä riittävästi ohi suojattavan kohteen. Esteen pituuden määrittämisessä tulevat kysymykseen kuvassa 25 T/4 esitetyt vaihtoehtoiset menettelytavat. Valinta tehdään kussakin tapauksessa riippuen käytettävissä olevasta tilasta, esteen ulkonäöstä ja kustannuksista.

7. MELUESTEIDEN RAKENNE

7.1 Maavalli

Maavallin rakenteen suunnittelussa tulee kiinnittää huomiota

- vallin materiaaliin ja luiskan kaltevuuksiin
- perustamiseen
- kuivatukseen
- istutukseen
- maa-alueen hankintaan

Maavallin luiskat tehdään tilan ja massojen säästämiseksi mahdollisimman jyrkkään kaltevuuteen ottaen huomioon esteen ulkonäköseikat ja rakennusmateriaalin laatu.

Käyttökelpoiset maavallimateriaalit ja niitä vastaavat luiskakaltevuuden maksimit ovat seuraavat

Maalaji	Luiskan kaltevuus
Louhos	1:1
Sora	1:1,5
Moreenit, hiekka ja hieta	1:1,75
Hiesu, kuivakuorisavi	1:2

Maavallien rakentamisessa pyritään välttämään parhaiden rakennusmateriaalien, kuten esim. louhoksen ja soran käyttämistä. Maavallin rakentamiseen käytetään sellaisia materiaaleja, jotka pysyvät ajatellussa muodossa. Toisaalta tien alus- ja päällysrakenteeseen kelpaamattomat maalajit, esim. eloperäiset maalajit ja suopasavi, eivät sovellu maavallin rakentamiseen mm. seuraavista syistä:

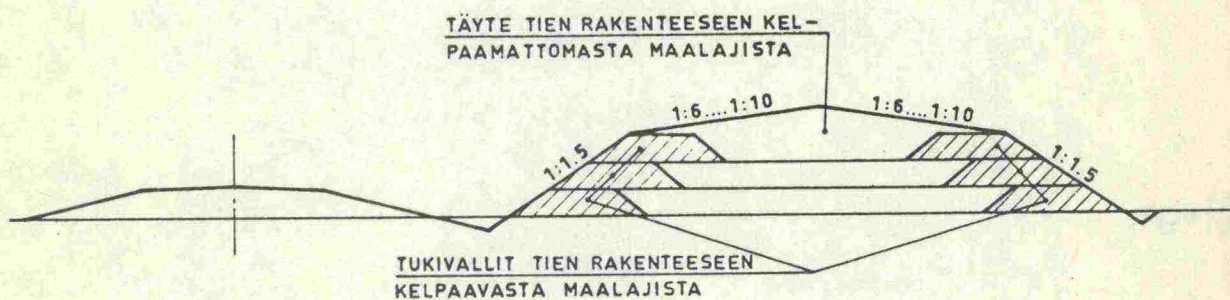
Rakentamistapa a)

Tien rakenteeseen kelpaavasta maalajista tehdyt tukivallit tehdään päätypengertämällä tai puskutraktorilla kerralla täyteen korkeuteensa, jonka jälkeen kelpaamattomalla materiaalilla täytetään tukivallien väli. Tällainen melueste ei tule kysymykseen, koska tien puoleinen tukivalli yksin on äänipillisesti yhtä edullinen, kustannukset ovat alle puolet ja lunastettavan maa-alueen tarve on puolet seuraavassa kuvassa esitettävyn valliin verrattuna.



Rakentamistapa b)

Tukivallit tehdään esim. 1 metrin korkeuteen, jonka jälkeen vallien väli täytetään kelpaamattomalla maalajilla. Uudet tukivallit ajetaan sen jälkeen, kun kelpaamaton maalaji on kovettunut puskukoneen kantavaksi. Tällainen valli ei tule yleensä kysymykseen, koska yksinomaan kelpaavista massoista tehty valli on sekä rakentamis- että lunastuskustannusten kannalta halvempi. Toisen ja kolmannen tukivallikerroksen rakentaminen saattaa olla hankalaa, koska täytemassa ei todennäköisesti kestä puskukoneiden painoa. Tällaisen maavallin rakentaminen kestäisi useita vuosia (1 vuosi/kerros).



Korkeissa penkereissä on varauduttava vallin luiskan suojaukseen esim. soraverhouksella, turvehduksella tai rimoituksella, jos materiaalina on käytetty hietaa tai sitä hienompia maalajeja.

Nurmetettava ja istutettava luiska ei saa olla jyrkempi kuin 1:1,5.

Maavallin perustaminen tulee suunnitella kussakin tapauksessa erikseen. Tällöin tulee suorittaa

- meluesteen vakavuustarkastelu
- tarkastelu meluesteen vaikutuksesta tiehen
- vallin painumatarkastelu

Maavallin kuivatuksen suunnittelussa kiinnitetään huomiota sekä tien että tiealueen ulkopuolisen alueen kuivattamiseen.

Tien ollessa leikkauksessa kuivatetaan tie joko avo-
ojalla tai salaojalla (Kuva 25 T/1). Tien kuivatustapa mää-
räytyy poikkileikkaustyypin valinnan yhteydessä. Niskaoja
tehdään tiealueen ulkopuolelle jäävän alueen kuivattamiseksi
silloin, kun maasto on tielle päin kaltevaa tai maasto viet-
tää tieltä pois päin esim. piha-alueelle päin. Niskaojasta
johdetaan vedet laskuputkella tien sivuojaan tai sadevesi-
viemäriin, jos niskaoja on pitkä. Laskuputkien keskinäinen
etäisyys määrätään mitoitus sadevesimäärän perusteella.
Pelkkä niskaoja tehdään sellaisessa tapauksessa, jossa maas-
to on peltoa ja tieltä pois päin kaltevaa.

Tien ollessa penkereellä sijoitetaan maavallina
tehty meluste yleensä kapean poikkileikkauksen mukaisesti,
jolloin tien päällysrakennekerrosten kuivatus hoidetaan
salaojalla ja tarvittaessa sadevesijohdolla (Kuva 25 T/2).

Maavallin päällä olevan tasanteen leveys määrätään
valittavan työtavan perusteella. Jos valli tehdään pääty-
pengerryksenä, vaativat työkoneet vähintään 2,5 metrin le-
veyden. Jos valli tehdään pelkästään puskukoneella pengertä-
mällä, tulee vallin olla päältä vähintään 1 metrin levyi-
nen.

Maavalli nurmetetaan molemmilta luiskiltaan sekä
päältä käyttäen nurmetusluokkaa II (Yleinen työselitys:
Varusteet, laitteet ja viimeistelytyöt).

Vallin istutukset tehdään istutussuunnitelman mu-
kaan. Vallin tien puoleiseen luiskaan tehtävät istutukset
eivät saa haitata näkemää eikä liikennemerkkien näkyvyyttä.

Maavallin suunnittelussa tulee ottaa huomioon myös maanhankintakysymykset. Nykyisen lainsäädännön mukaan val-
lin alle jäävää maata ei voida lunastaa tiealueeksi. Tar-
vittava maa-alue voidaan saada siten, että kunta lunastaa
tarvittavan maa-alan tai neuvotellaan maanomistajien kanssa
oikeudesta käyttää maata meluvallin tekemiseen (vrt. läji-
tysalueiden korvaukset).

7.2 Puuseinämä

Puisen meluseinämän tyyppiesimerkki on esitetty
kuvassa 25 T/16.

Seinämän puuosat tehdään painekyllästämällä laho-
suojustusta I luokan sahatavarasta. Betoniset elementti-
pilarit ja -anturat tehdään vesitiiviiksi ja suoloja kes-
täväksi.

Ulkonäkösyistä jätetään este puuosiltaan paine-
kyllästyksen väriseksi.

Meluseinämän perustaminen suunnitellaan ottaen
huomioon seuraavat seikat

- este ei saa kaatua
- maapohja ei saa murtua
- painumaero ei saa olla liian suuri
- este ei saa liukua sivulle päin

Meluseinämän perustusten mitoitus suoritetaan tuu-
likuorman ja auraslumikuorman yhteisvaikutuksen perus-
teella. Työryhmän toimesta tullaan suorittamaan tarpeelli-
set aurasluokeet, joiden jälkeen tätä raporttia tullaan
täydentämään perustusten mitoituksen osalta.

Meluseinämän perustukset on suojattava routimisel-

ta, jolloin rakenteen mitoituksessa ei tarvitse ottaa huomioon roudasta aiheutuvaa kuormitusta. Routimisen vaikutus esteeseen voi olla ulkonäön kannalta epäedullista siksi, että epätasaisen routanousun vuoksi este kallistuu vuosi vuodelta yhä lisää.

Meluseinämän perustusten kuivatus suunnitellaan kussakin tapauksessa kuivatussuunnitelman laatimisen yhteydessä.

Tien ollessa leikkauksessa (Kuvat 25 T/1 ja 25 T/5) kuivatetaan meluseinämän perustukset seuraavasti

- jos tien päällysrakenne kuivatetaan salaojituksella (25 T/1, B- ja C-tapaukset), määrätään salaojan korkeusasema siten, että salaoja kuivattaa myös seinämän perustukset
- kun tien rakennekerrokset kuivatetaan avo-ojalla (25 T/1, A-tapaus), määrätään esteen perustusten kuivatustapa ojanpohjan ja vedenpinnan korkeuden sekä pohjamaan perusteella. Mikäli avo-ojan pohja on korkeammalla kuin esteen perustusten alapinta, voi kaivantoon valuneiden pintavesien jäätyminen aiheuttaa perustuksien vaurioitumisen, jos pohjamaa on tiivis. Tämä voidaan estää johtamalla nämä valumavedet perustuskaivannosta salaojalla

Tien ollessa penkereellä kuivatetaan myös meluesteen perustukset yleensä tien sivuojalla (Kuva 25 T/2). Esteen perustuksiin tuleva vesi johdetaan avo-ojaan sorasalaojalla (k/k 10 m). Sorasalaojalla tarkoitetaan rakennetta, jossa vettäläpäisemätön perusmaa on korvattu n. 50 cm leveydeltä vettäläpäisevällä maalajilla (esim. soralla). Jos esteen perustusten alapinta on kuitenkin avo-ojan pohjan alapuolella, kuivatetaan esteen perustukset salaojalla.

Tieltä valuvat sade- ja sulamisvedet johdetaan esteen ali laskujohdolla (Kuivatusnormit: Kuva 32). Laskujohdot voidaan yleensä tehdä 50 metrin välein. Laskujohdon päätteen kohdalle tehdään kiviverhous (Kuivatusnormit: Kuva 25).

Meluseinämän korkeus suunnitellaan siten, että seinämä noudattaa tasausviivan päämuotoja pitkähköissä jakoisissa. Tämä tarkoittaa sitä, että esim. 2,5 metriä tasausviivan yläpuolelle ulottuvaa seinämää tehdään yhtäjaksoisesti tarpeellinen osuus, jonka jälkeen toiseen estekorkeuteen siirrytään kertamuutoksena (Kuva 25 T/6).

Meluseinämän perustusten tekemisen yhteydessä tasaan maanpinta sellaiseen muotoon ja korkeuteen, että seinämän alareunan ja anturoiden korkeus noudattelee tasausviivan muotoa (Kuva 25 T/6). Tien ollessa penkereellä määräytyy seinämän alareunan ja anturoiden korkeus tyyppipoikkeileikkauksen perusteella (Kuva 25 T/2, A- ja B-tapaukset). Tien ollessa leikkauksessa joudutaan maanpintaa muotoilemaan perustöiden yhteydessä siten, että seinämän alareunan ja samalla anturoiden korkeus noudattelee tasausviivan muotoa jaksottain. Maaston muotoilu on tarpeen siksi, että tällöin voidaan käyttää jaksoittain määrämittäisiä betonipilareita ja pystylankkuja (vrt. kuva 25 T/16).

Meluseinämän sopeutumista ympäröivään luontoon voidaan parantaa vihertöillä. Nämä tehdään kussakin tapauksessa istutussuunnitelman mukaan.

Tien ollessa leikkauksessa nurmetetaan leikkausluiska (nurmetusluokka II, Yleinen työselitys 1700). Luiskaan tehdyt istutukset eivät saa muodostua näkemäesteeksi sisäkaarten puolella. Seinämän asutuksen puolelle voidaan tarvittaessa istuttaa puumaisia kasveja.

7.3 Tiiliseinämä

Tiilisen meluseinämän tyyppiesimerkki on esitetty kuvassa 25 T/17.

Tiiliseinämä muurataan punaisesta, ruskeasta tai tumman harmaasta julkisivutiilestä. Kevytsoratiili ei tule kysymykseen äänenläpäisevyytensä takia.

Tiiliseinämän perustukset on suojattava routimiselta. Perustukset mitoitetaan kantavuutta ja painumia silmällä pitäen.

Seinämän muurausalustana on liikuntasaumoilla varustettu betoniantura. Perustamistöiden yhteydessä tasataan esteen alusta siten, että antura on vaakasuorassa. Maaston pituuskaltevuuden vaikutus otetaan huomioon siten, että anturaan tehdään tarpeelliset porrastukset. Porrastus tehdään tiiliseinämän taitteen kohdalle. Seinämän yläreunaan tehdään porrastus samaan kohtaan kuin anturaankin.

Tiilisen meluseinämän perustusten kuivatus ja luisien vihertyöt tehdään samoin kuin puuseinämän (ks. kohta 7.2).

7.4 Betoniseinämä

Betoniseinämän erilaisia rakennetyyppejä on esitetty kuvissa 25 T/18 ja 25 T/19.

Seinämä tehdään vesitiiviistä ja suoloja kestävästä betonista. Seinämän rakenteen tulee olla sellainen, että tieltä päin on teräksillä riittävä betonisuojakerros suoloja vastaan.

Paikalla valettu seinämä tehdään siten, että pilariantura ja pilari tuodaan paikalle elementteinä. Varsinainen seinäosuus valetaan suurmuottivaluna käyttäen pumppu-

betonia.

Elementteinä tehtävä seinämä tehdään väliseinäelementeistä tai noin 50 cm korkeista betonipalkeista. Anturat ja pilarit tehdään elementeistä. Seinäelementit kiinnitetään pilareihin pulteilla.

Betoniseinämän pintakäsittelynä tulee kysymykseen slammaus.

Betoniseinämän perustusten kuivatus ja luiskien vihertyöt tehdään samoin kuin puuseinämän (ks. kohta 7.2).

Betoniseinämän perustukset suunnitellaan samoin kuin puuseinämän. Seinämän perustuksille sallittava liikumisvara määrätään seinämän yksityiskohtien mitoituksen yhteydessä.

7.5 Maavallin ja seinämän yhdistelmä

Joissakin tapauksissa voi olla edullista tehdä melueste maavallin ja seinämän yhdistelmänä. Tällaiseen ratkaisuun kannattaa pyrkiä silloin, milloin esim. käytettävissä olevan tilan puutteen vuoksi ei koko estettä voida tehdä maavallina. Yhdistetyn meluesteen maavallin ja meluseinämän korkeudet määrätään riippuen käytettävissä olevasta tilasta ja kustannuksista.

Esimerkkejä meluesteen rakentamisesta maavallin ja seinämän yhdistelmänä on esitetty kuvassa 25 T/7.

8. MELUESTEIDEN ULKONÄKÖ

Kun arvostellaan meluesteiden ulkonäköä, on asiaa tarkasteltava toisaalta tien käyttäjän ja toisaalta tiealueen ulkopuolelta katsovan näkökulmasta.

Meluesteiden tulisi soveltua mahdollisimman hyvin

ympäröivään maisemaan. Ympäröivään luontoon parhaiten soveltuva meluste saadaan yleensä maavallista, jonka luonnottomuutta saadaan korostetuksi sopivilla vihertöillä. Muiden materiaalien luontevassa sopeutumisessa ympäröivään maastoon vaikuttavat materiaalin lisäksi sen väri ja tehdyt istutukset.

Meluseinämien ulkonäössä tulee pyrkiä välttämään yksitoikkoisia ja yhtenäisiä muureja. Tämä voidaan yleensä välttää tekemällä seinämään taitteita tai käyttämällä osassa seinämää erilaista pintakäsittelyä.

Kuvissa 25 T/8, 25 T/9, 25 T/10, 25 T/11 on esitetty erilaisia rakennettuja melusteitä.

9. MELUSTEIDEN RAKENTAMISKUSTANNUKSET

Koska käytettävissä ei ole ollut yksityiskohtaista esteiden mitoitus, on tehtyjä kustannusarvioita pidettävä likimääräisinä.

Kustannusarviot on tehty 3 metrin korkuiselle esteelle. Kustannusarvioissa ei ole mukana heikosti kantavasta perusmaasta aiheutuvia perustamisen lisäkustannuksia, koska ne ovat täysin tapauskertaisia.

Kustannusarviot on laskettu elokuun 1973 kustannustason mukaan.

Melusteiden (3 m korkea) rakentamiskustannukset (mk/jm)

Maavalli

- massat tielinjalta 230,-
- massat varamaanottopaikalta 380,-

Puuseinämä

- routimaton perusmaa 415,-
- routiva " 500,-

Tiiliseinämä

- routimaton perusmaa 340,-
- routiva " 425,-

Betoniseinämä, paikalla valettu

- routimaton perusmaa 290,-
- routiva " 370,-

Betoniseinämä, elementti

- routimaton perusmaa 315,-
- routiva " 400,-

Edellä esitettyihin kustannuksiin on päädytty seuraavien kustannuslaskelmien perusteella.

Maavalli

1. Materiaalikustannukset

- massat tielinjalta. Vaikka maavallin massat saattavat aiheuttaa lisäkustannuksia leikkaustöihin, on maavallin massojen kustannus oletettu sisältyvän leikkauksien kustannuksiin. Maavallin massat voidaan katsoa ilmaisiksi, jos ne saadaan tien rakentamisen jälkeen muusta rakentamistoiminnasta
- massat varamaanottopaikalta 6 mk/m^3
 $A = 25 \text{ m}^2$ 150 mk

2.	Työ		
-	vallin muotoilu	1 mk/m ³	25 mk
-	luiskan tasoitus	arvio	10 "
-	nurmetus (luokka II)	15 m ² · 1,50 mk/m ²	23 "
-	istutukset	arvio	20 "
-	kuivatus		
	niskaoja + laskuputki		<u>15 "</u>
			93 mk

3.	Lunastus		
-	vallin alle jää maata	13,5 m ²	
	arvio á	10 mk/m ²	135 mk

Metrihinta

-	massat tielinjalta	228 mk
-	massat varamaanottopaikalta	378 "

Puuseinämä, 4 m pitkä

1. Materiaalikustannukset

1.1 Puutavara

-	Pystylankut	1 1/2" x 8"	28 kpl	
			28 kpl x 3 m x 8,40 mk/jm	705,60 mk
-	Vaakapalkit	3" x 6"	4 kpl	
			4 kpl x 4 m x 10,60 mk/jm	160,90 "

1.2 Betonityöt

-	Elementtipilari	20 x 20 cm ² , pit. 3,60 m		
	tilavuus	0,144 m ³ á	1200 mk/m ³	172,80 "
-	Antura			
	tilav.	50 cm x 190 cm x 70 cm =	0,6825 m ³	
		0,6825 m ³ · 150 mk/m ³ + 3 m ² · 40 mk/m ²		222,00 "
		(laudoitus)		

1.3 Perustamistyö

- Routimaton perusmaa	arvio	40,00 mk	
- Routiva perusmaa			
	Kaivanto A =	6,80 m ²	
	Massat 4 x	6,80 = 27,2 m ³	
	Kaivu 27,2 m ³ x	6 mk/m ³	163,20 "
	Täyttö 27,2 m ³ x	8 mk/m ³	217,80
			<hr/> 380,80 mk

1.4 Tarvikkeet

- naulat	4 kg	15,00 "
- pultit	4 kpl á 10 mk	40,00 "

2. Työ

- Puutyöt		
	2 miestä · 6 tuntia · 10 mk/h	120,- "
- Viimeistely (nurmetus + istutukset)		20,- "
- Kuivatus (laskuputki + kouru)		80,- "

3. Lunastus

- Seinämän aiheuttama lisämaatarve	2 m ² /jm	
	8 m ² x 10 mk/jm	80,- "

Kustannukset/4 m estettä

- routimaton perusmaa	1 656,- "
- routiva perusmaa	1 997,- "

Metrihinta

- routimaton perusmaa	415 mk/jm
- routiva perusmaa	500 mk/jm

Tiiliseinämä, 4 m pitkä

1.	Materiaalikustannukset	
1.1	Tiilet 1,30 mk/tiili 12 m ² x 44 tiiltä/m ² x 1,30 mk/tiili	686,40 mk
	Kulmat 1,50 mk/tiili "lyhyt" kulmaseinä 68 tiiliä	102,00 "
1.2	Raudoitus 8 kerrokseen ϕ 5 mm 2 kpl/sauma 74 m ϕ	40,00 "
1.3	Perusantura 4 m x 0,25 m x 1,50 m = 1,50 m ³ 1,50 m ³ x 150 mk/m ³	225,00 "
	Laudoitus 2 m ² x 40 mk/m ²	80,00 "
1.4	Perustamistyö (vrt. puuseinämä)	
	- routimaton perusmaa	40,00 "
	- routiva perusmaa	380,80 "
2.	Työ (vrt. puuseinämä)	100,00 "
3.	Lunastus (vrt. puuseinämä)	<u>80,00 "</u>
	Kustannus/4 m estettä	
	- routimaton perusmaa	1 353,-
	- routiva perusmaa	1 694,-
	<u>Metrihinta</u>	
	- routimaton perusmaa	338,-
	- routiva perusmaa	424,-

Betoniseinä, elementti, 4 m pitkä

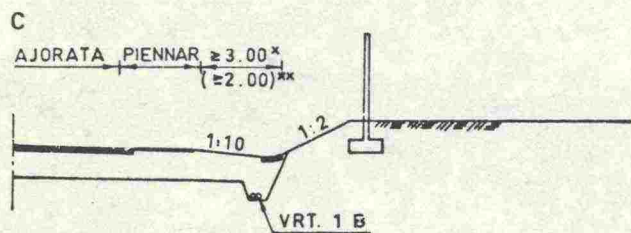
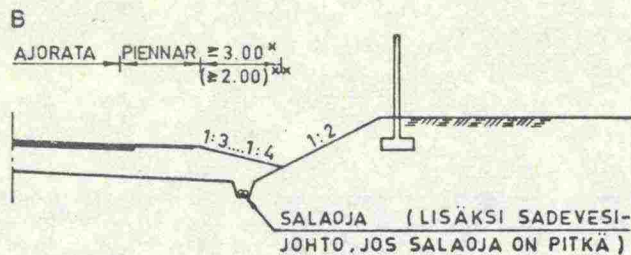
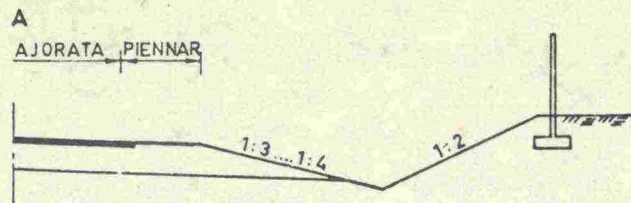
1.	Materiaalikustannukset	
	- väliseinäelementti	
	4 x 3 m ² x 50 mk/m ²	600,00 mk
	- pilarit (vrt. puuseinä)	172,80 "
	- perusantura (" ")	
	- perustamistyö (vrt. puuseinä)	
	- routimaton perusmaa	40,00 "
	- routiva perusmaa	380,80 "
	- pultit 4 kpl	40,00 "
2.	Työ (vrt. puuseinä)	100,00 "
3.	Lunastus (vrt. puuseinä)	80,00 "
	Kustannus/4 m estettä	
	- routimaton perusmaa	1 255,-
	- routiva perusmaa	1 596,-
	<u>Metrihinta</u>	
	- routimaton perusmaa	315,-
	- routiva perusmaa	400,-

Betoniseinä, paikalla valettu, 4 m pitkä

1.	Materiaalikustannukset	
	- perusantura (vrt. puuseinä)	222,00 mk
	- pilari (" ")	173,00 "
	- seinämä	532,00 "
	- teräkset 5 mk/m ²	
	- pumppubetoni 160 mk/m ³	
	- muotit 20 mk/m ²	
	- liikuntasaummat 40 mk/sauma	
	- perustamistyö (vrt. puuseinä)	
	- routimaton perusmaa	40,00 "
	- routiva perusmaa	380,80 "
2.	Työ (vrt. puuseinä)	100,00 "
3.	Lunastus (vrt. puuseinä)	80,00 "
	Kustannus/4 m estettä	
	- routimaton perusmaa	1 147,-
	- routiva perusmaa	1 488,-
	<u>Metrihinta</u>	
	- routimaton perusmaa	290,-
	- routiva perusmaa	370,-

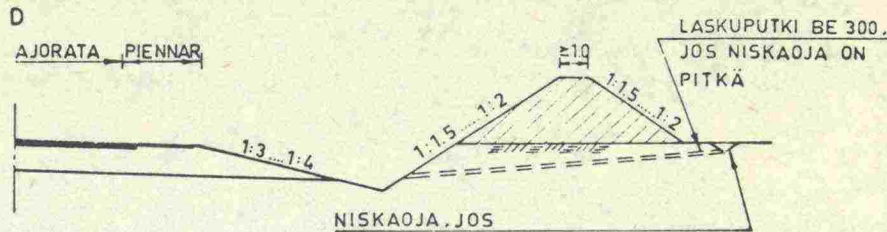
MELUSEINÄMÄ

MK 1:200

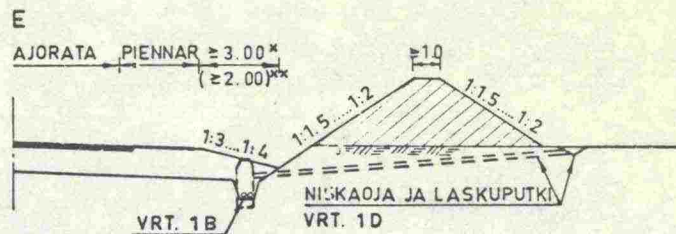


MAAVALLI

MK 1:200



- NISKAOJA, JOS
- MAASTO ON TIELLE PÄIN KALTEVA
 - MAASTO VIETTÄÄ TIELTÄ POISPÄIN JA TIEALUEEN RAJALLA ON PIHA
 - MAASTO VIETTÄÄ TIELTÄ POISPÄIN JA TIE RAJAUTUU PELTOON



* MOOTTORITEILLÄ
** I JA II LUOKAN TEILLÄ

Huom! Piirustus pienennetty koosta A3

MELUESTEET

Melusteiden sijainti tien ollessa leikkauksessa

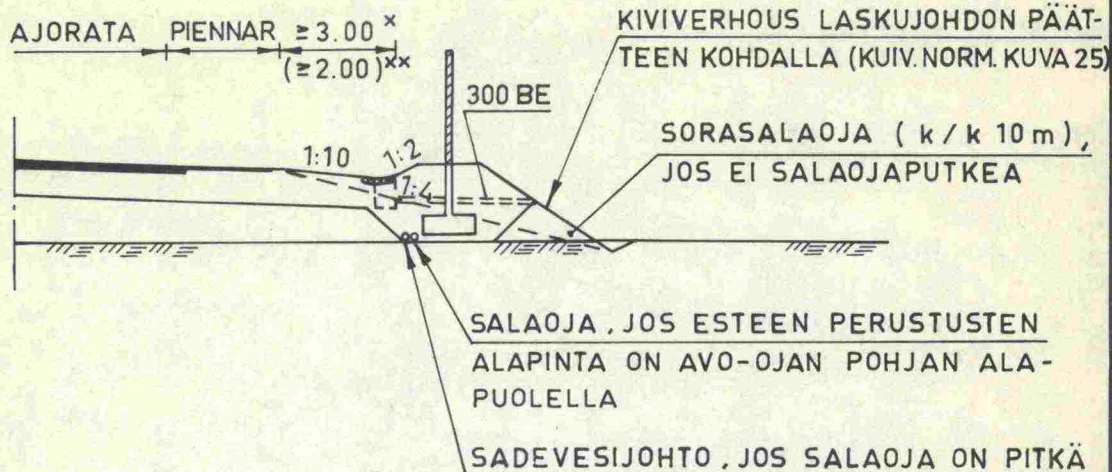
Nº 25 T/1

Tvh. T/S - 74

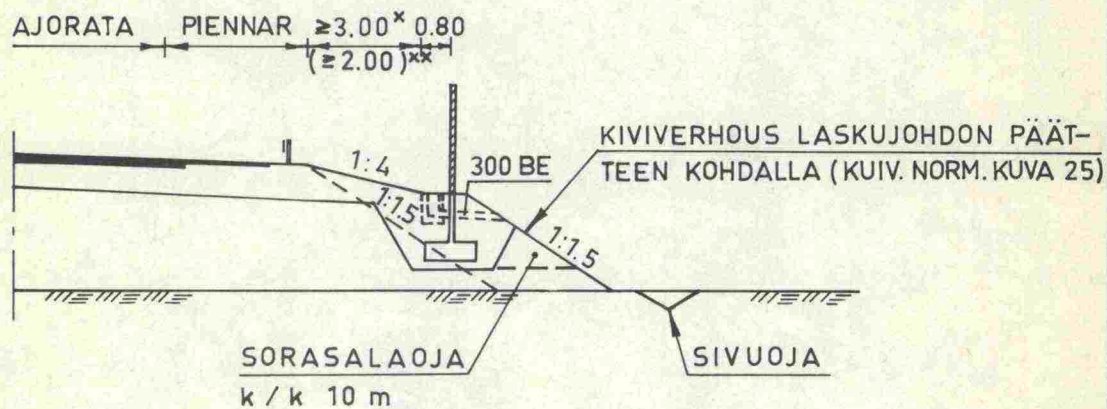
MELUSEINÄMÄ

MK 1:200

A



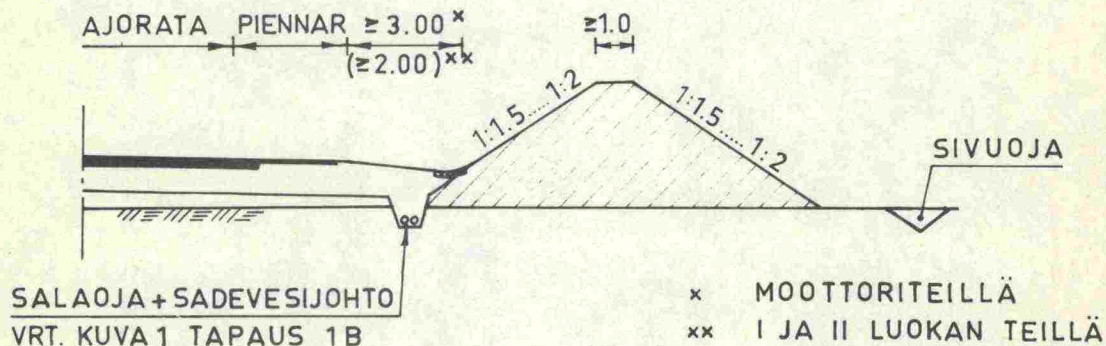
B



MAAVALLI

MK 1:200

C



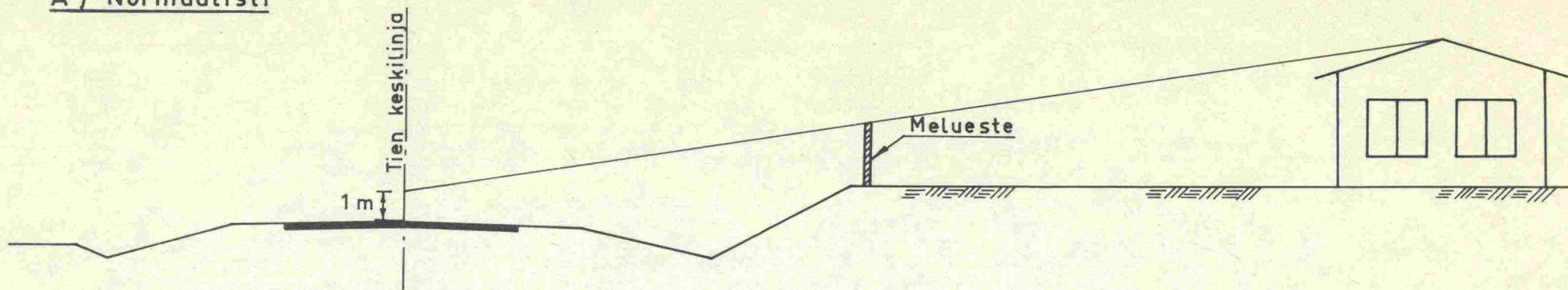
MELUESTEET

Melusteiden sijainti tien ollessa penkereellä

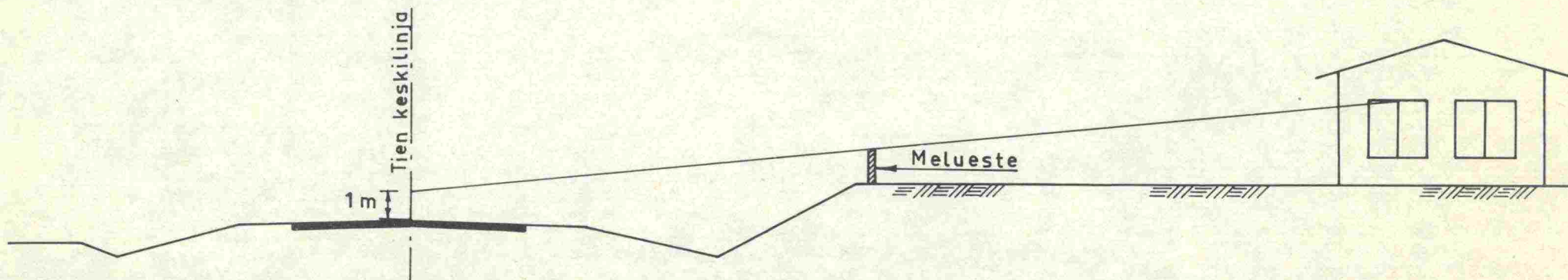
N^o 25 T / 2

Tvh. T/S - 74

A) Normaalisti



B) Poikkeuksellisesti



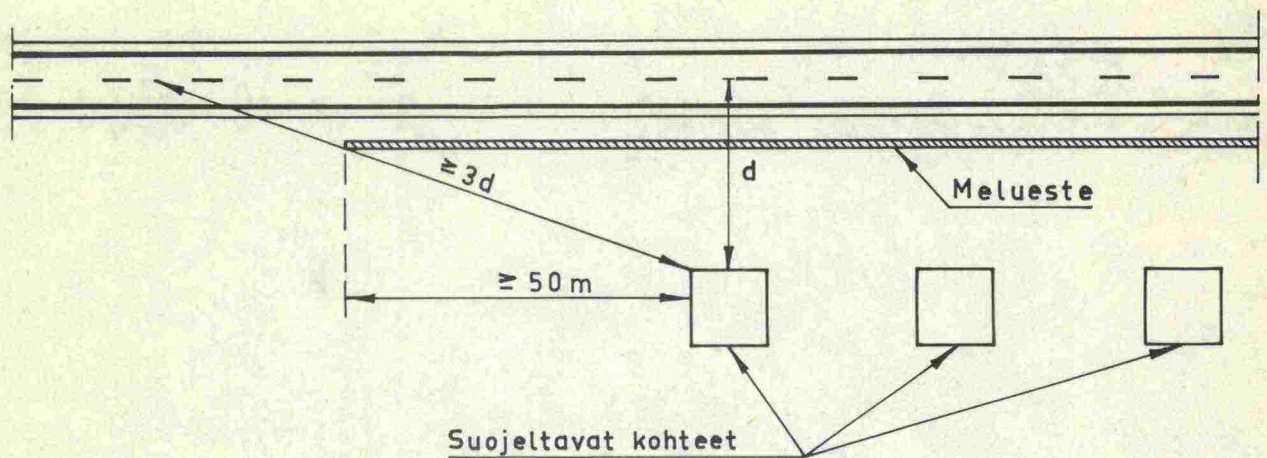
MELUESTEET

Meluesteen korkeuden määrittäminen

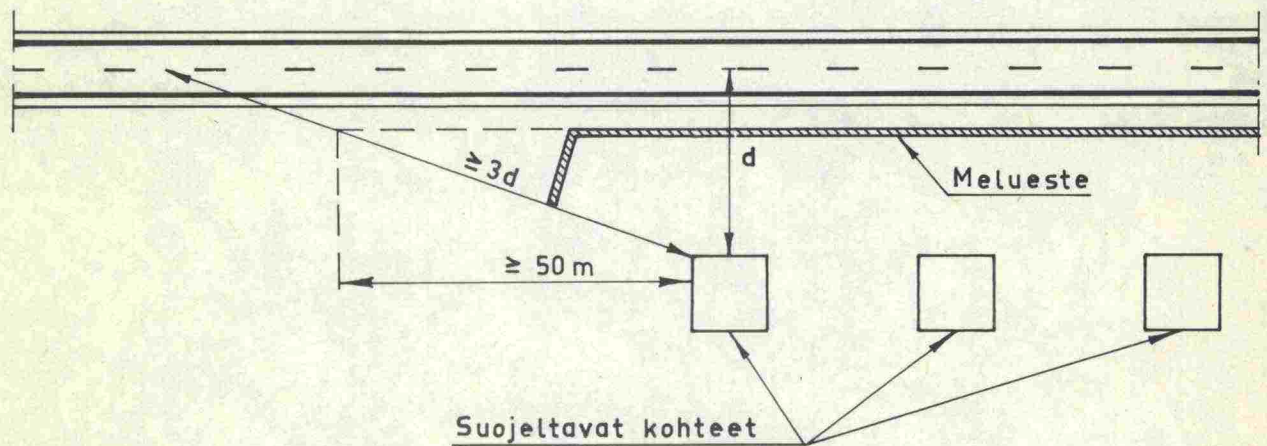
№ 25 T / 3

Tvh. T/S - 74

A)



B)

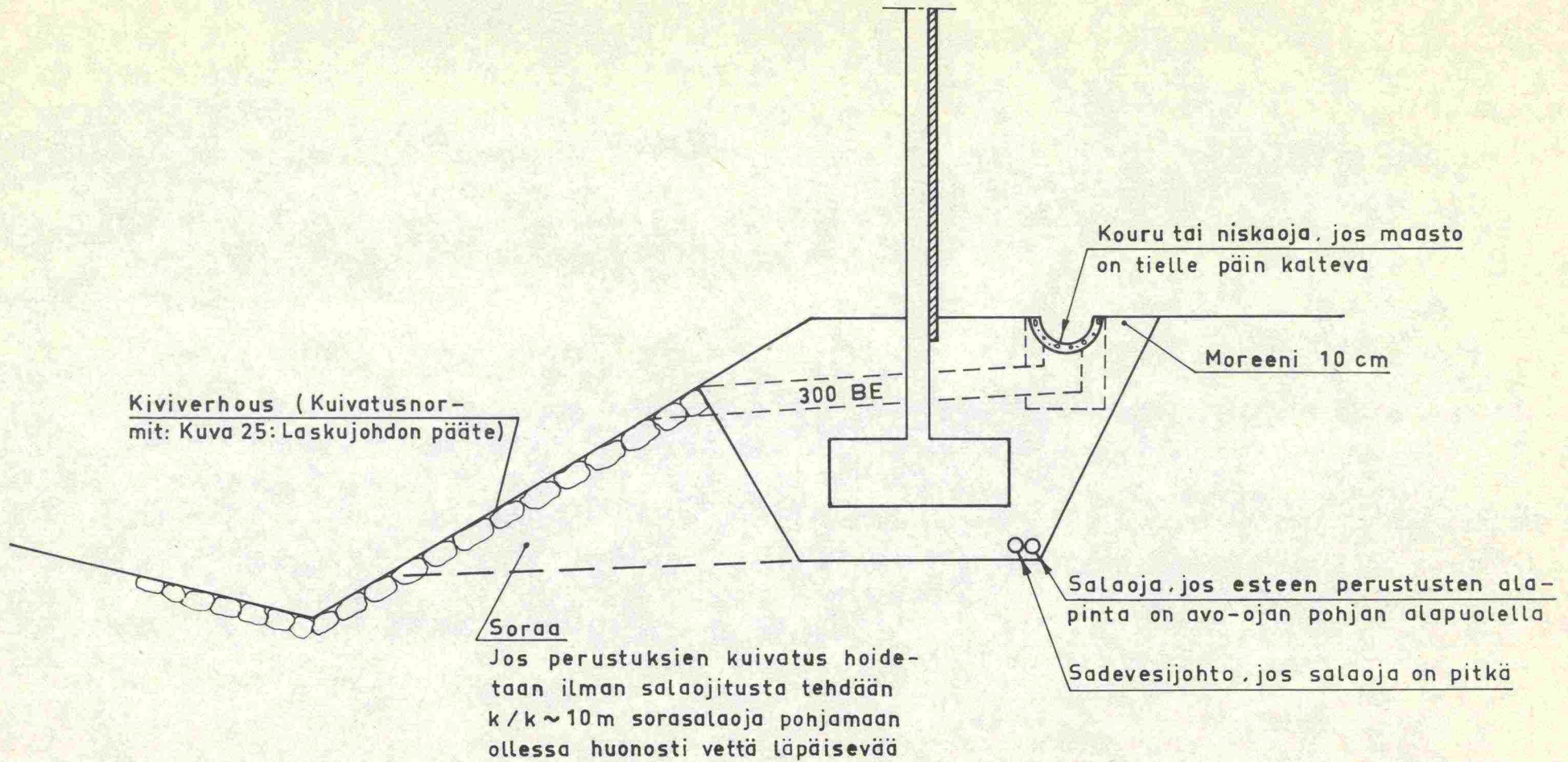


MELUESTEET
Meluesteen pituuden määrittäminen

N^o 25 T / 4

Tvh, T/S - 74

MK 1:50



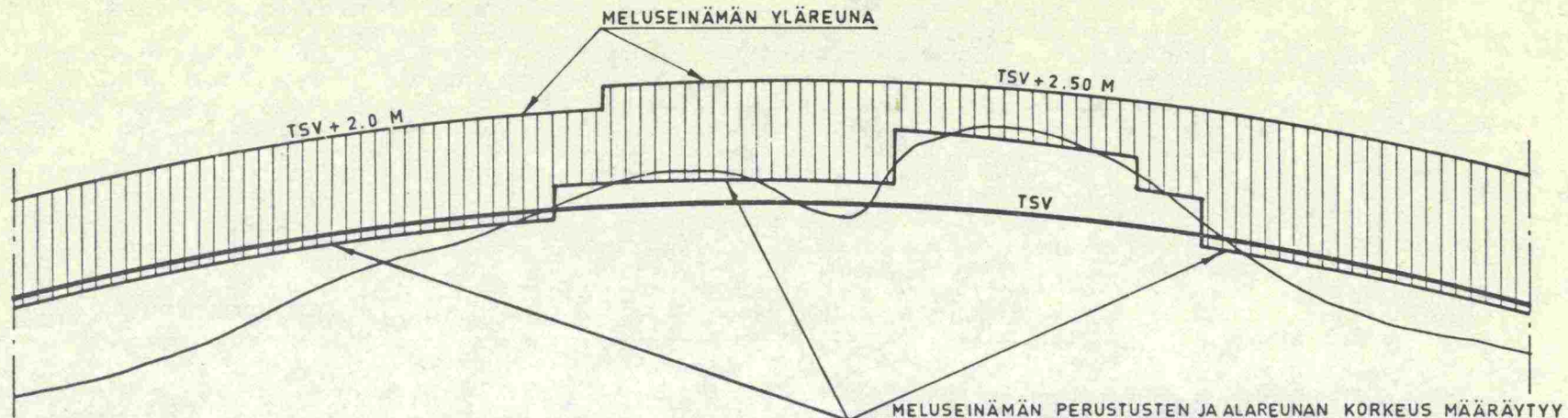
MELUESTEET

Meluesteen perustaminen ja kuivatus

N^o 25 T / 5

Tvh. T / S - 74

MK 1:1000 / 1:100



- TIEN OLLESSA PENKEREELLÄ TYYPIPOIKKILEIKKAUKSEN PERUSTEELLA (KUVA 2A TAI 2B)
- TIEN OLLESSA LEIKKAUKSESSA MAANPINTA MUOTOILLAAN PERUSTAMISTÖIDEN YHTEYDESSÄ SITEN, ETTÄ SE JAKSOTTAIN NOUDATTAU TASAUSVIIVAN MUOTOA.

Huom! Piirustus pienennetty koosta A3

MELUESTEET

Meluseinämän perustusten tasaaminen maaston pituuskaltevuuteen muuttuessa

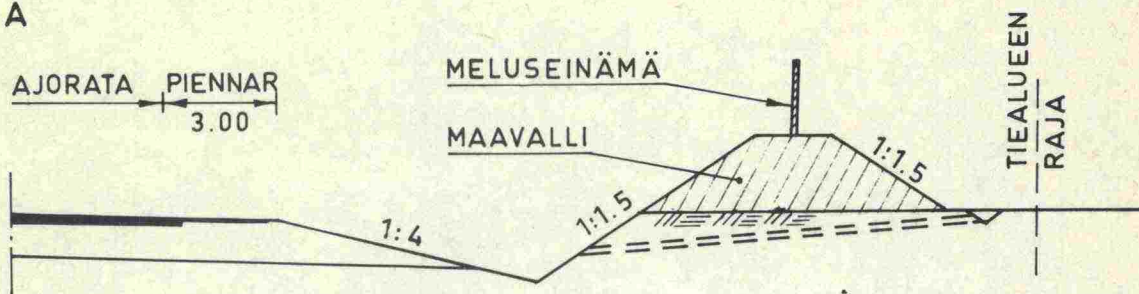
Nº 25 T / 6

Tvh. T / S - 74

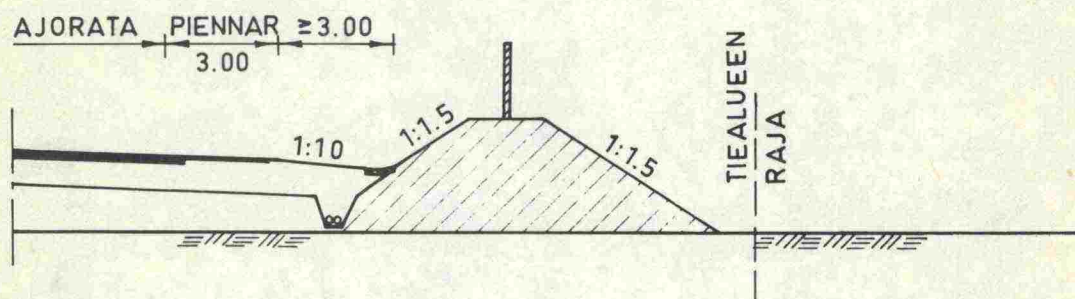
MK 1:200

Riittämättömän tiealueen vuoksi ei estettä voida kokonaan rakentaa maavallina.

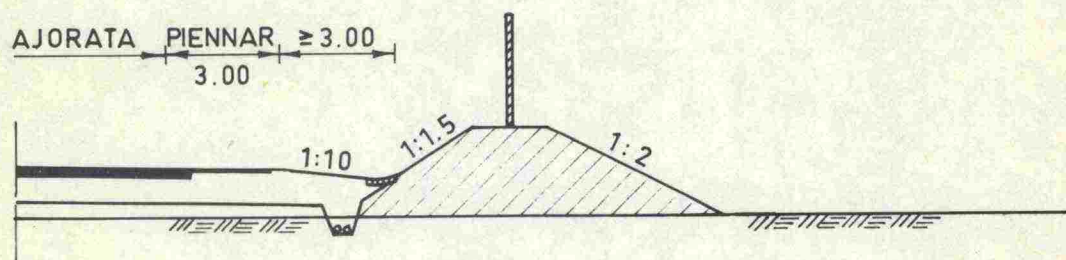
A



B



Perusmaan riittämättömän kantavuuden vuoksi ei estettä voida kokonaan rakentaa maavallina.

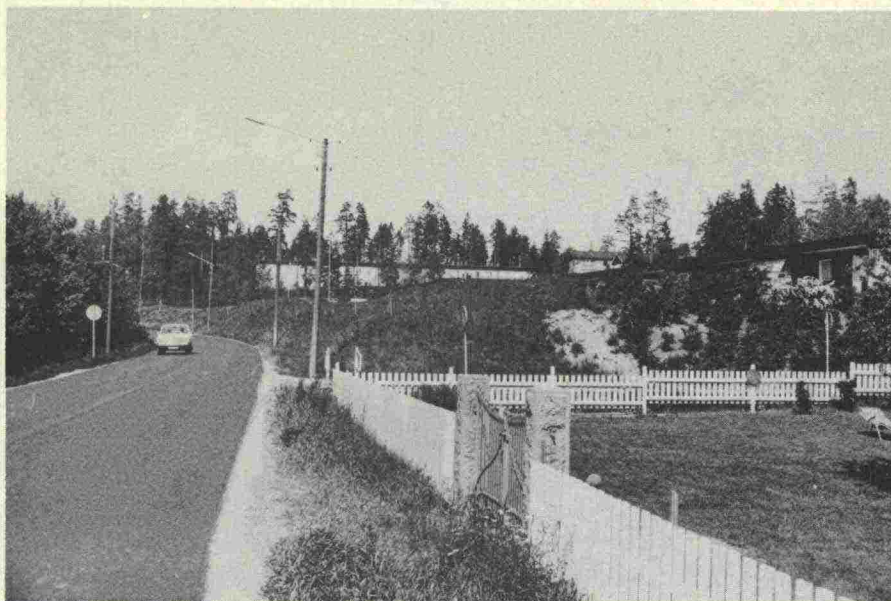


MELUESTEET

Maavallin ja meluseinämän yhdistelmiä

N^o 25 T/7

Tvh. T/S - 74



Useita vuosia valmiina ollut maavalli , joka soveltuu hyvin ympäröivään maastoon



Keskeneräisen näköinen maavalli
Istutukset tekemättä

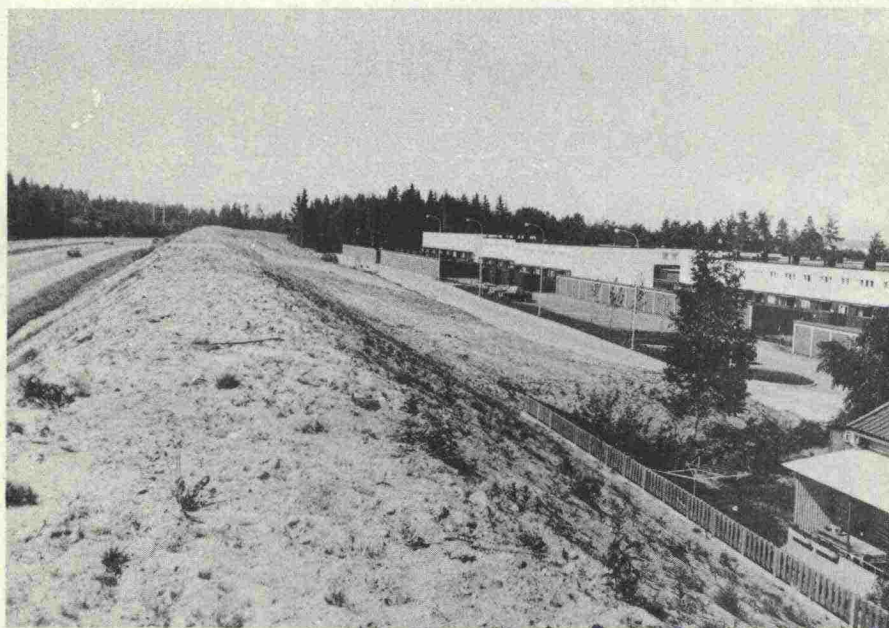
MELUESTEET
Rakennettuja maavalleja (Ruotsi)

N^o 25 T / 8

Tvh. T / S - 74



Massiivinen maavalli, korkeus tasausviivasta n. 5 m, kokonaiskorkeus n. 8...9 m, leveys vallin päällä n. 5 m.

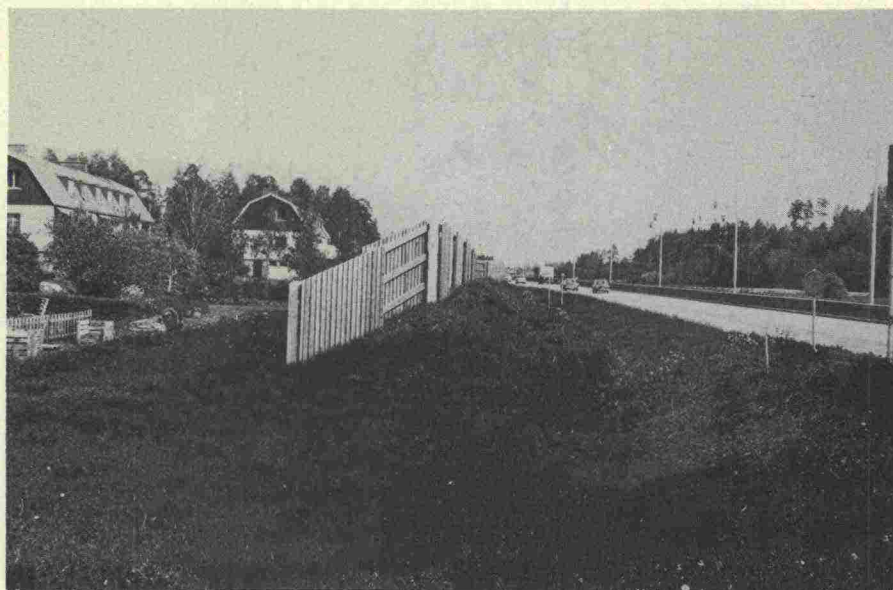


Sama kuin yllä.

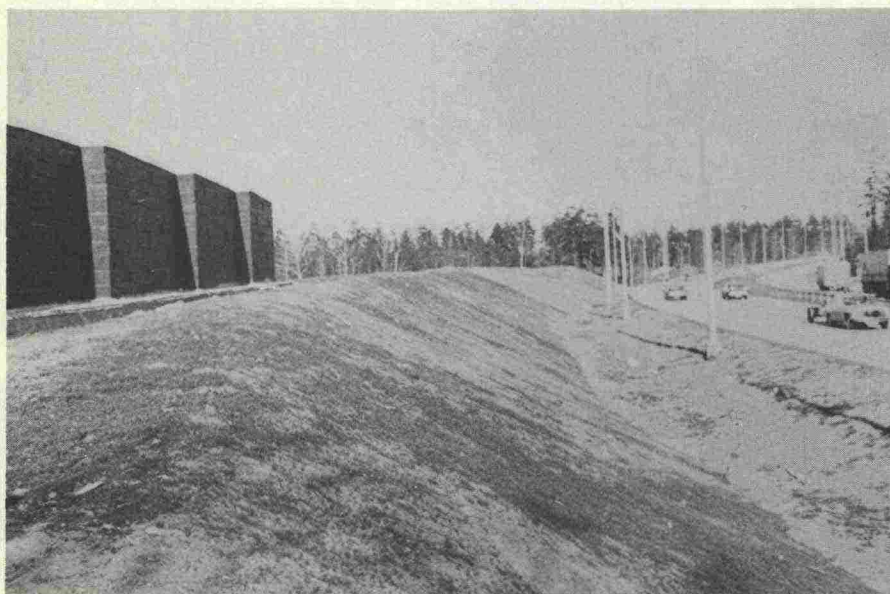
MELUESTEET
Rakennettuja maavalleja (Ruotsi)

Nº 25 T/9

Tvh, T/S -74



Puuseinämä matalan maavallin päällä.
Kokonaisuus luontevan näköinen.



Kevytsoratiilinen meluste maavallin päällä.
(Koe)

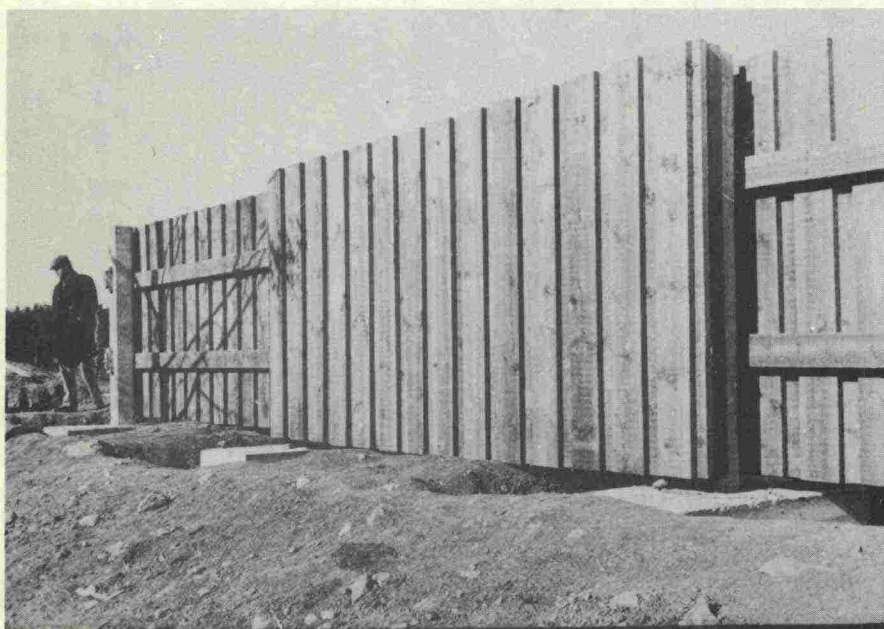
MELUESTEET
Rakennetuja meluseinämiä (Ruotsi)

Nº 25 T / 10

Tvh. T / S - 74



Rakenteilla oleva maavalli ja meluseinä. Maavallin korkeus n.5 metriä tasausviivasta ja seinämän korkeus n. 2.5 m



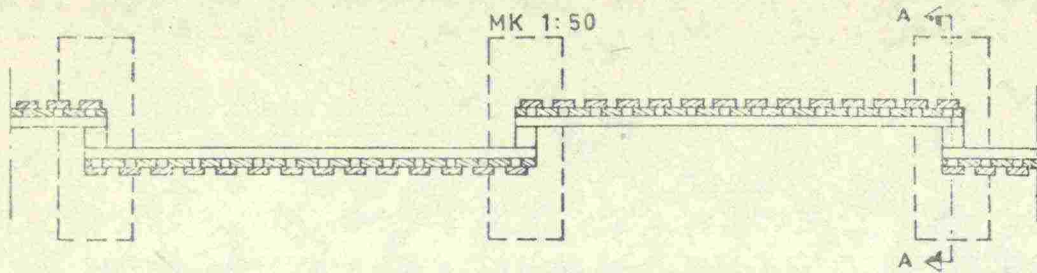
Sama kuin yllä. Seinämä on käsitelty painekyllästämällä

MELUESTEET
Rakenteilla oleva puuseinä (Ruotsi)

N^o 25 T / 11

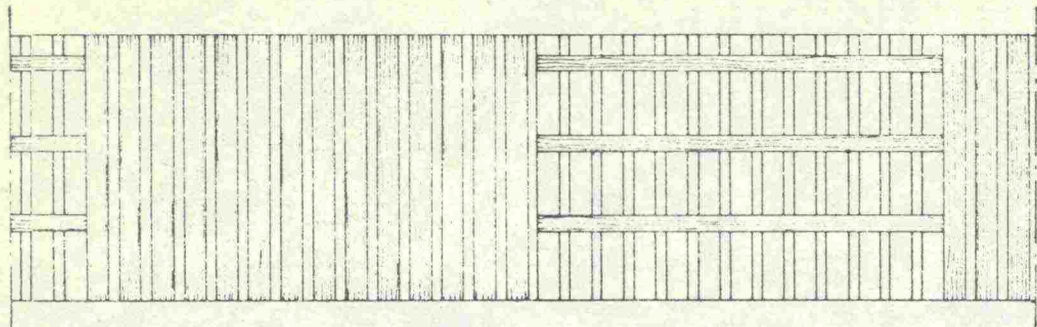
Tvh. T / S - 74

PUUSEINÄMÄ PÄÄLTÄ



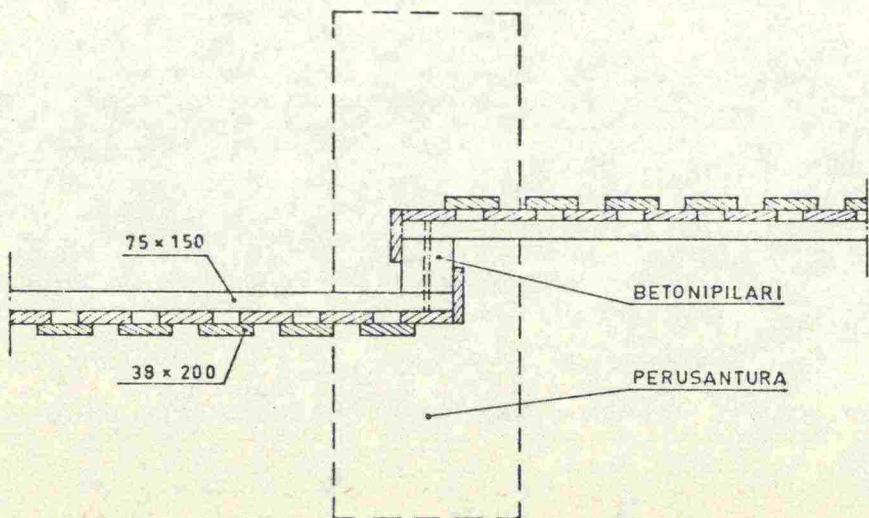
PUUSEINÄMÄ TIELTÄ PÄIN

MK 1:50



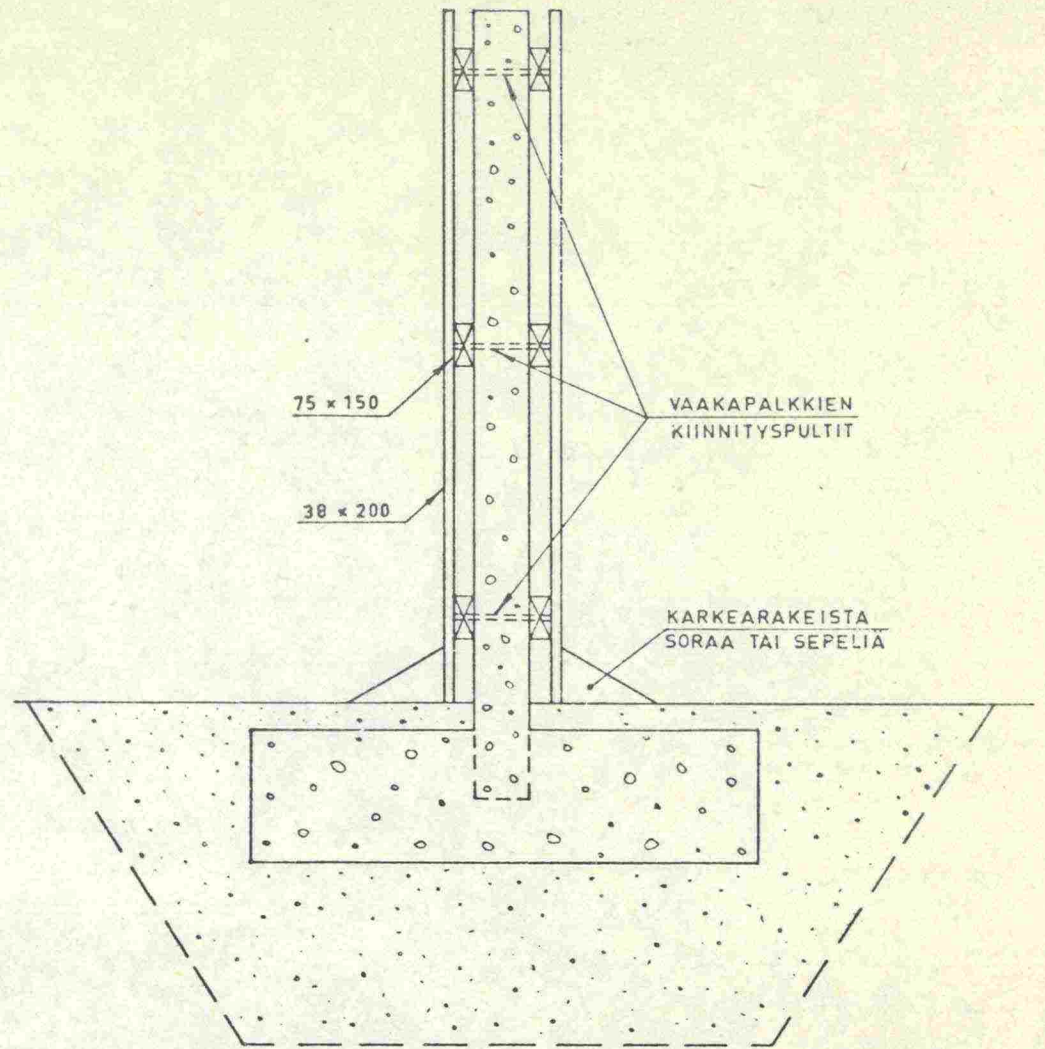
YKSITYISKOHTA PILARIN KOHDALTA

MK 1:20



LEIKKAUS A-A

MK 1:20



Huom! Piirustus pienennetty koosta A3

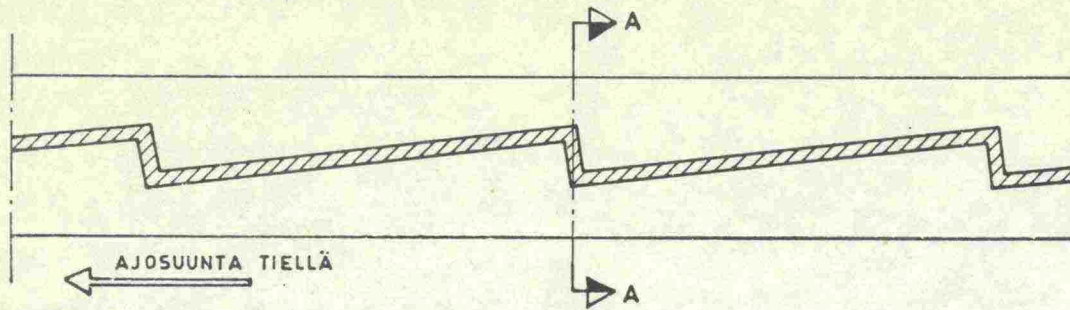
MELUESTEET
Puuseinämä

Nº 25 T / 16

Tvh. T/S - 74

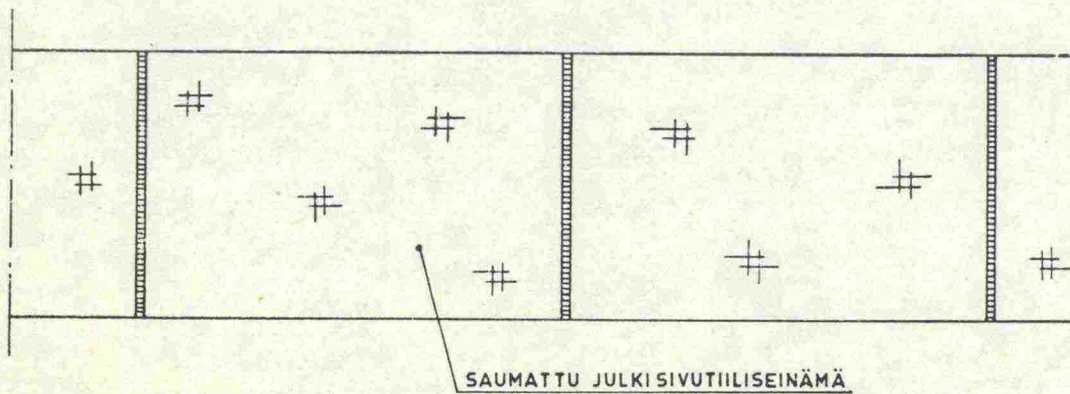
TIILISEINÄMÄ PÄÄLTÄ

MK 1:50



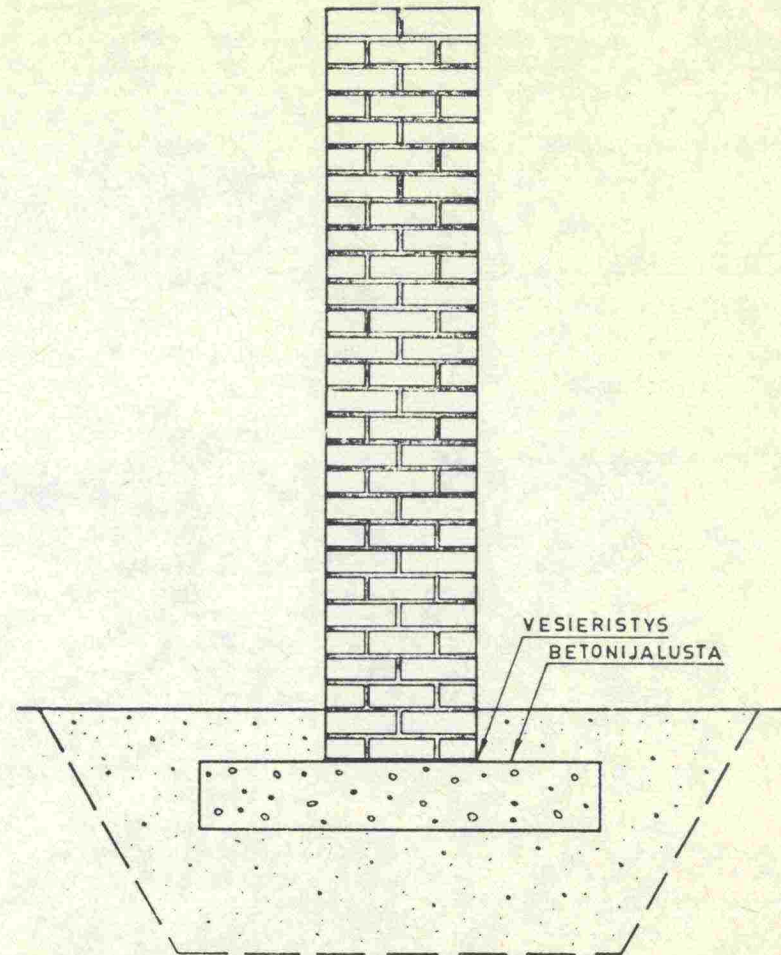
TIILISEINÄMÄ TIILTÄ PÄIN

MK 1:50



LEIKKAUS A-A

MK 1:20



MELUESTEET
Tiiliseinämä

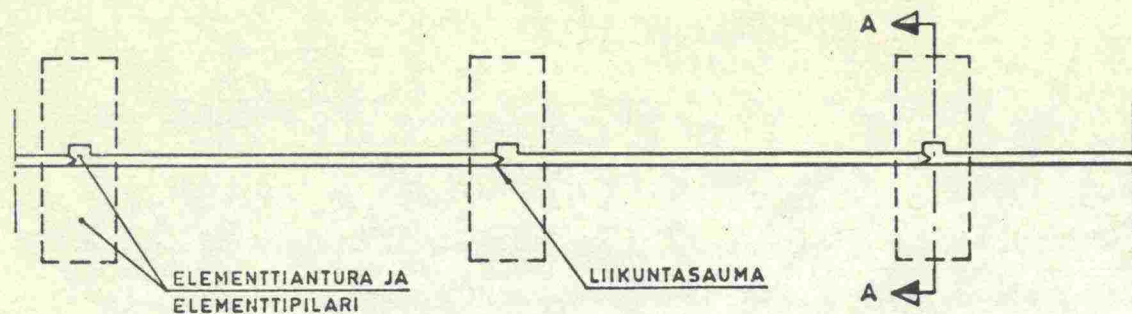
№ 25 T/17

Tvh. T/S - 74

Huom! Piirustus pienennetty koosta A3

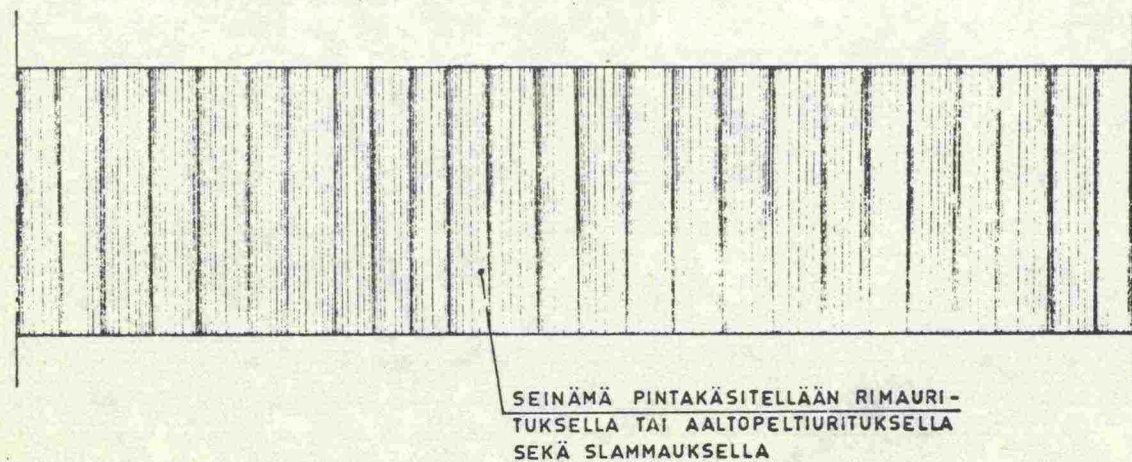
PAIKALLA VALETTU BETONISEINÄMÄ PÄÄLTÄ

MK 1:50



BETONISEINÄMÄ TIETÄ PÄIN

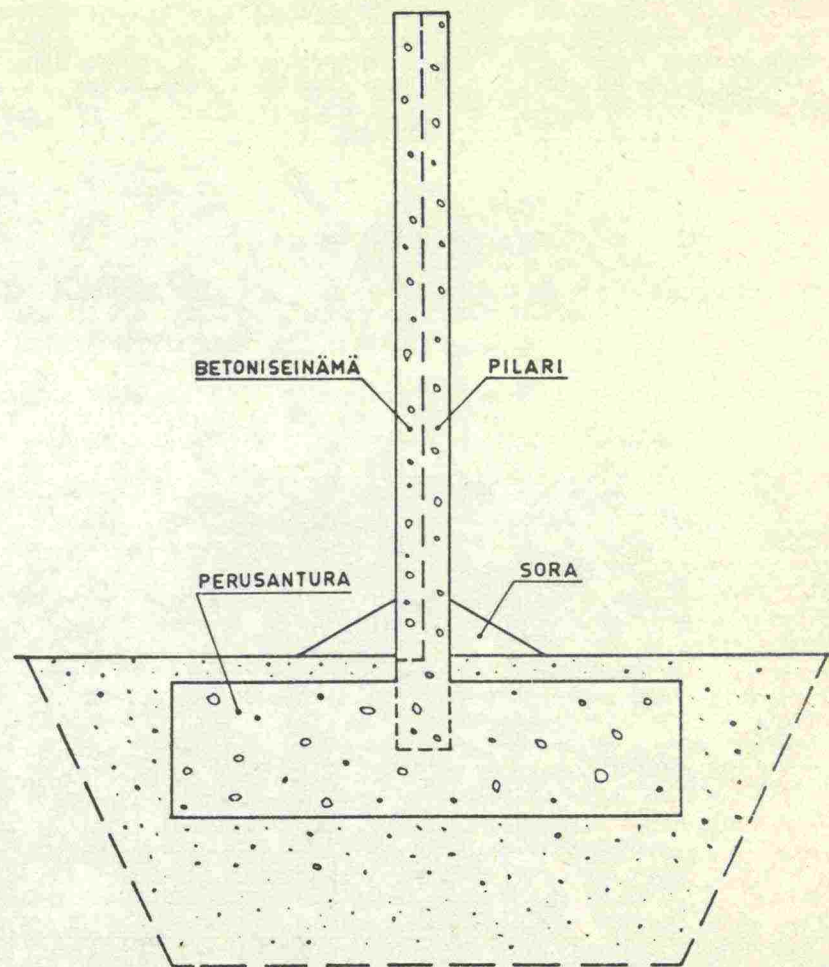
MK 1:50



Huom! Piirustus pienennetty koosta A3

LEIKKAUS A-A

MK 1:20



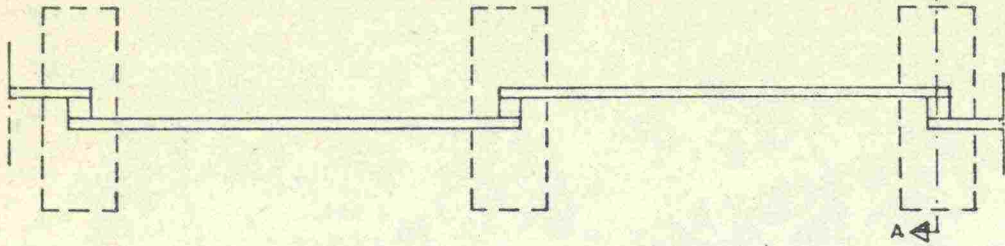
MELUESTEET

Paikalla valettu betoniseinä

№ 25 T/18

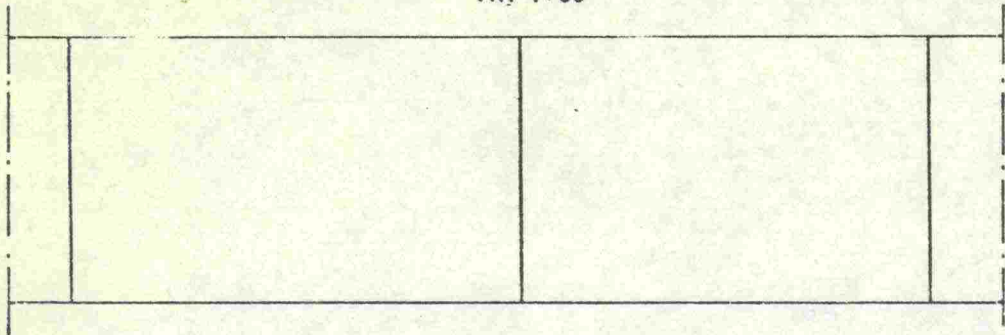
Tvh. T/S - 74

MK 1:50



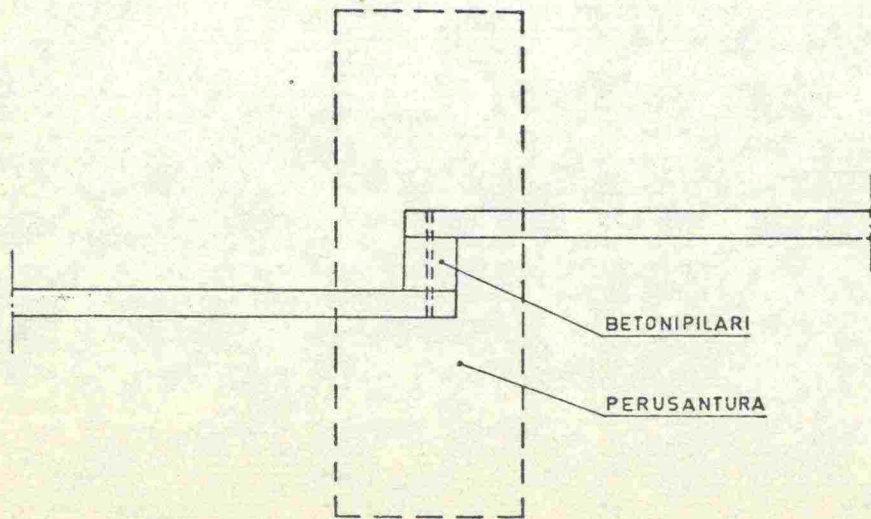
BETONISEINÄMÄ TIELTÄ PÄIN

MK 1:50



YKSITYISKOHTA PILARIN KOHDALTA

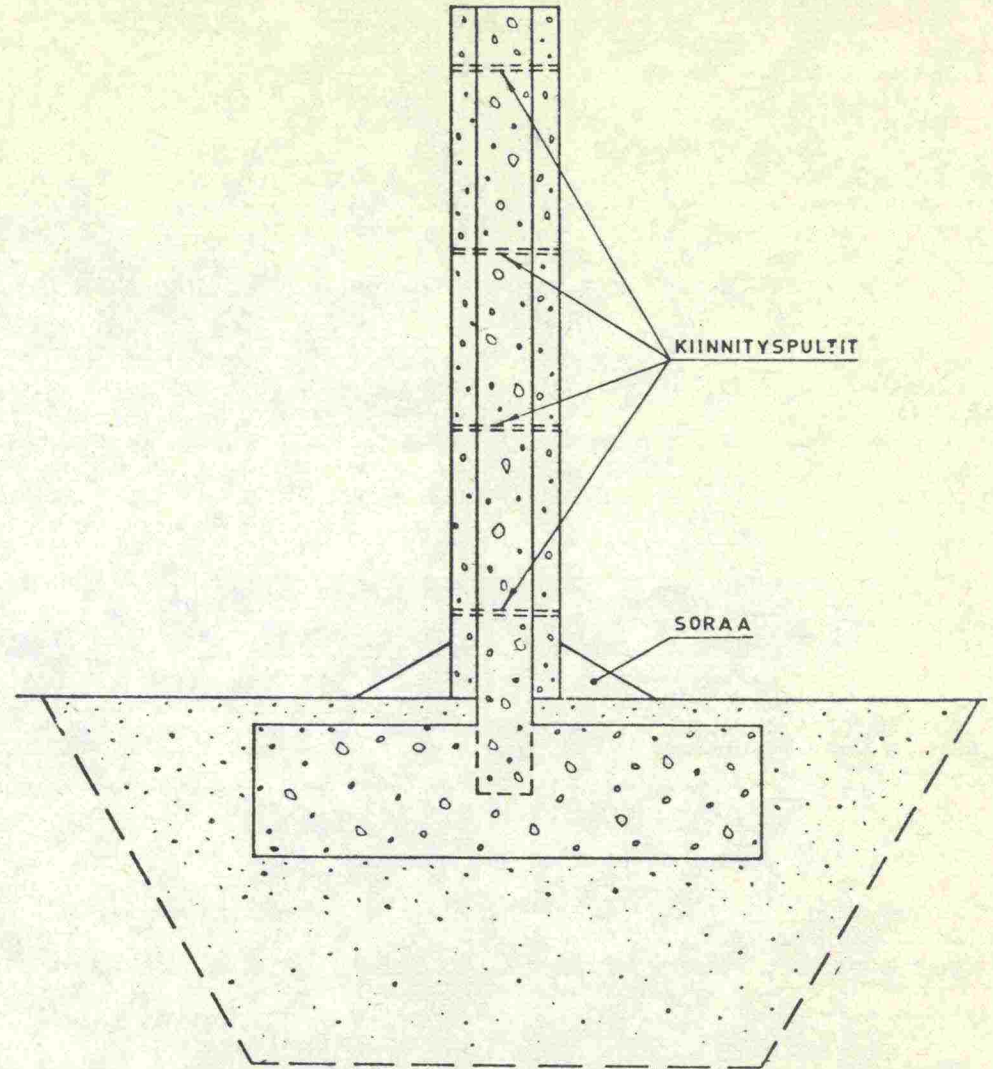
MK 1:20



BETONIPILARI

PERUSANTURA

MK 1:20



KIINNITYSPULTIT

SORAA

Huom! Piirustus pienennetty koosta A3

MELUESTEET

Elementteinä tehtävä betoniseinä

Nº 25 T / 19

Tvh. T/S - 74

ISBN 951-46-0791-0