

**KUIVATUKSEN SUUNNITTELU**

**NORMIEHDOTUS**

16746

VI D

08

TIE

KUIVATUKSEN





TVH/Tiesuunnitteluosasto

Tekn. tal. tsto

20.12.1968

KUIVATUKSEN SUUNNITTELU

(Normiehdotus)

OHJEKIRJASTON KIRJASTO  
KIRJASTON KIRJASTO  
KIRJASTO

OHJEKIRJASTON KIRJASTO  
(KIRJASTO)



## Johdanto

Tien kuivatuksen suunnittelu on viime vuosina muodostunut yhä tärkeämmäksi tien suunnittelun osatehtäväksi. Tähän on ollut suurimpana syynä kaksiajorataisten ja reunakivellä varustettujen teiden yhä lisääntyvä rakentaminen. Toisaalta on myös huomattu, että kiinnittämällä entistä enemmän huomiota kuivatuskysymyksiin, voidaan tien rakennuskustannuksia eräissä tapauksissa säästää ja tien rakennetta parantaa.

Tie- ja vesirakennushallitus on edellä esitetyistä syistä pitänyt tien kuivatusta koskevien yleisten ohjeiden uusimista tarpeellisena. Uuden ohjeluonnoksen laatiminen oli vuoden 1968 heinäkuussa annettu insinööritoimisto Viatekin tehtäväksi. Tie- ja vesirakennushallituksessa muodostettiin työryhmä, jonka tehtävänä oli ohjeluonnoksen laatimistyön valvominen ja yleisohjeiden antaminen konsultille.

Työryhmään kuuluivat:

Dipl.ins. Pentti Hautala	suunnittelutoimistosta
Dipl.ins. Olli Hintikka	teknillistaloudellisesta toimistosta
Dipl.ins. Kirill Härkänen	-"- (puheenjoht.)
Dipl.ins. Jorma Lehmus	tierakennusosaston rak. toimistosta

Työryhmä ja konsultti pitivät vuoden 1968 aikana 16 kokousta, joissa on käsitelty kuivatukseen liittyviä kysymyksiä.

Eräistä tien kuivatukseen liittyvistä tärkeimmistä näkökohdista on työryhmä pyytänyt kirjallista lausuntoa kunkin piirikonttorin suunnittelu-, rakentamis- ja kunnossapitotoimialan asiantuntijoilta. Lisäksi on pyydetty lausunto tvh:n maatutkimustoimistolta ja tierakennusosastolta.

Jäljempänä olevaa tien kuivatusta koskevaa ohjeluonnosta on pidettävä alustavana ehdotuksena, joka tarkistetaan ja täydennetään lausuntojen perusteella. Lopullisessa muodossaan nämä ohjeet tulisivat sisällytettäväksi tvl:n normaalimääräyksiin ja ohjeisiin.

Kuivatusnormitoimikunta



### 3. KUIVATUS

#### 3.0 Yleistä

Tien kuivatuksella tarkoitetaan näissä ohjeissa tien pinnan ja tien rungon kuivatusta.

Tien pinnan kuivatuksella estetään veden kerääntyminen ajoradalle ja pientareille. Tien pinnalle jäänyt vesi ja siitä mahdollisesti muodostunut jää vaikuttavat epäedullisesti tien liikennöitävyyteen mm. huonontamalla ajoneuvojen ohjattavuutta veden kerääntymisalueilla, pienentämällä ajoneuvon pyörien ja ajoradan välistä kitkaa, aiheuttamalla veden ja lian roiskumista, pehmentämällä ajoradan pinnan sekä aiheuttamalla päällysteen rikkoutumista.

Tien rungon kuivatuksella johdetaan tielle haitalliset sade- ja sulamisvedet pois tien läheisyydestä sekä alennetaan tarvittaessa pohjaveden pintaa. Tien runkoon päässyt pinta- tai pohjavesi saattaa aiheuttaa tiehen routavaurioita ja vähentää tien kantavuusominaisuuksia.

Tien kuivatusta suunniteltaessa noudatetaan jäljempänä annettuja ohjeita. Lisäksi tulisi ottaa huomioon myös kohdissa III 1.33, III 1.42, IV 4.22, IV 4.30, IV 4.31, IV 4.33, IV 4.40 ja IV 6.11 esitetyt kuivatukseen liittyvät näkökohdat.



### 3.1 Suunnittelun perusteet

#### 3.10 Yleistä

Kuivatusta suunniteltaessa tulee tuntea paikalliset maasto-, maaperä- ja ilmasto-olosuhteet, joiden perusteella suunnittelun edellyttämät lähtötiedot määräytyvät. Tien kuivatuksen suunnittelun tärkeimpinä perusteina ovat yleensä tiedot kuivatusvesimäärästä, roudan syvyydestä, tien pinnan kaltevuussuhteista, maaperästä, valuma-alueen suuruudesta sekä alueella ennestään olevista kuivatusjärjestelyistä.

#### 3.11 Kuivatusvesimäärät

Tien kuivatuksen yhteydessä huomioonotettavat kuivatusvesimäärät muodostuvat sade-, sulamis- ja pohjavesistä.

Sadevesimäärät, jotka esiintyvät rankkasateiden aikoina ovat yleensä ratkaisevia sadevesiviemärien mitoituksessa. Sateen aiheuttama kuivatusvirtaama lasketaan kaavasta (1)

$$Q = q \times Y \times F \quad (1)$$

$Q$  = virtaama (l/s)

$q$  = mitoitusateen rankkuus (l/s ha)

$Y$  = valumakerroin

$F$  = valuma-alueen pinta-ala (ha)

Mitoitusateen rankkuus ( $q$ ) valitaan sellaiseksi, että viemärit ja ojat ovat taloudellisia rakentaa ja etteivät mitoitusadetta rankemmasta sateesta johtuvat vahingot ja haitat muodostu liian suuriksi. Sadevesiviemäroinnin suunnittelussa voidaan mitoitusateen rankkuutena koko maassa käyttää Helsingin seudulla keskimäärin kerran vuodessa toistuvan 10 minuutin sateen rankkuutta 120 l/s.ha. Vaativimmissa kohteissa voidaan yleisesti käyttää Helsingin seudulla kerran 5 vuodessa toistuvan 5 minuutin sateen rankkuutta 250 l/s.ha.

Osa sadevedestä haihtuu ilmaan ja osa imeytyy maahan. Taulukossa 1 on esitetty erilaisten pintojen valumakertoimet, jotka osoittavat kuinka suuri osa sateesta on otettava pintavetenä huomioon kuivatusta suunniteltaessa.



Taulukko 1. Valumakertoimen arvon riippuvuus valuma-alueen pinnan laadusta.

Valuma-alueen pinnan laatu	Valumakerroin ( $\Psi$ )
Kestopääallyste	0.90
Tiivissaumainen kiveys	0.80
Kallio	0.80
Kiveys hiekkasaumoin	0.70
Hyväkuntoinen soratie	0.50
Kallioinen puuton puisto	0.50
Paljas laakeahko kallio	0.40
Sorakenttä ja -käytävä	0.30
Puistomainen piha	0.20
Kallioinen metsä	0.15
Puisto runsaasti kasvillis.	0.15
Niitty, pelto, puutarha	0.10
Tasainen tiheä metsä	0.05

Valuma-alueen muodostuessa osa-alueista, joilla on erilaiset valumakertoimet, lasketaan keskimääräinen valumakerroin kaavasta (2)

$$\Psi_m = \frac{\sum \Psi_n \cdot F_n}{F} \quad (2)$$

$\Psi_m$  = keskimääräinen valumakerroin

$\Psi_n$  = osa-alueen valumakerroin

$F_n$  = osa-alueen pinta-ala (ha)

$F$  = koko valuma-alueen pinta-ala (ha)

Valumakertoimen arvo suurenee sateen rankkuuden ja kestoajan kasvaessa. Maan jäätyminen, joka estää vesien imeytymisen maahan nostaa myös valumakertoimen arvoa.

Sulamisvedet, jotka esiintyvät keväisin aiheuttavat yleensä valuman, jota pidetään ratkaisevana avo-ojien ja rumpujen mitoituksessa.

Tien kuivatuksessa voidaan yli 3.0 km<sup>2</sup>:n valuma-alueiden yhteydessä sulamisvesien osalta käyttää suunnittelun perustana kerran 20 vuodessa toistuvaa ylivalumaa (Hq 1/20). Mainittu ylivaluman perusarvo määrätään kuvien 1 ja 2 avulla saatavasta keskimääräisen ylivaluman arvosta kertomalla se



luvulla 1.6. Valuma-alueen ollessa suurimmaksi osaksi peltoa on ylivaluman perusarvo kerrottava vielä luvulla 1.5. Alle 3.0 km<sup>2</sup>:n järveettömillä valuma-alueilla voidaan koko maassa käyttää taulukossa 2 esitettyjä kerran 20 vuodessa toistuvia ylivaluman arvoja (Hq 1/20). Järvisyyden vaikutus voidaan karkeasti ottaa huomioon suoraviivaisella interpolaatiolla taulukon 2 mukaisesti.

Taulukko 2. Ylivaluman riippuvuus valuma-alueen pinta-alasta

F km <sup>2</sup>	Hq (1/20) 1/s.km <sup>2</sup>	Q 1/s	F km <sup>2</sup>	Hq (1/20) 1/s.km <sup>2</sup>	Q 1/s
0.2	390	80	1.0	350	350
0.4	380	150	2.0	335	700
0.6	370	220	3.0	320	950
0.8	360	290	-	-	-

Järvisyyden vaikutus

Järvisyys-% (P) 0-10%: ylivaluman taulukkoarvo pienenee 0-50%

Järvisyys-% (P) 10-20%: ylivaluman taulukkoarvo pienenee 50-70%

Lumen sulamisesta aiheutuva kuivatusvirtaama lasketaan valuma-alueen pinta-alan ollessa > 3.0 km<sup>2</sup> kaavasta (3)

$$Q = (1.5) \times 1.6 \times MHq \times F \quad (3)$$

ja valuma-alueen pinta-alan ollessa  $\leq$  3.0 km<sup>2</sup> kaavasta (4)

$$Q = Hq \times F \quad (4)$$

Q = virtaama (l/s)

MHq = keskimääräinen ylivaluma (1/s.km<sup>2</sup>) kuvien 1 ja 2 mukaan

Hq = ylivaluma (1/s.km<sup>2</sup>) taulukon 2 mukaan

F = valuma-alueen pinta-ala (km<sup>2</sup>)

Pohjavesi, joka syntyy maahan imeytyvästä sade- ja sulamisvedestä määrää yleensä salaojien mitoituksen.

Pohjaveden määrä on riippuvainen pääasiallisesti vuosisadannasta ja maan pintakerrosten vedenläpäisevyydestä.

Eri maalajien yhteydessä muodostuvat pohjavesimäärät voidaan arvioida prosentteina vuosisadannasta taulukon 3 perusteella.



Taulukko 3. Pohjavesimäärät prosentteina vuosisadannasta eri maalajien yhteydessä.

Maalaji	Pohjavesimäärä % vuosisadannasta
Sora	30
Hiekkapitoinen sora	24
Hietapitoinen sora	18
Hiekka ja moreeni (hienoa hietaa ja sitä hienompia lajikkeita alle 20 %)	15
Hieta ja moreeni (hienoa hietaa ja sitä hienompia lajitteita alle 40 %)	7
Savi- ja hiesu	2

Mitoitukseen vaikuttavien pohjavesien valuma-arvojen luotettava selvittäminen edellyttää koepumppauksia tai muita aikavieviä tutkimuksia. Laskelmissa pyritään käyttämään ylisuuria valuma-arvoja, jolloin tarkat tutkimukset tulevat kysymykseen vain erikoistapauksissa kuten esim. lähteikköisten alueiden kuivatuksen ja pumppuamoiden suunnittelun yhteydessä. Tien salaojituksen suunnittelussa voidaan yleensä käyttää taulukon 4 mukaisia valuma-arvoja. Kun sade- ja sulamisvedet johdetaan sorasaartojen ja -silmäkkeiden kautta salaojaverkostoon on kestopäällysteisten alueiden yhteydessä käytettävä valuma-arvoa 20 - 30 (l/s . ha) ja tiiviiden sorapäällysteisten alueiden yhteydessä valuma-arvoa 10 - 15 (l/s . ha).

Taulukko 4. Pohjaveden valuma-arvot eri maalajeissa.

Pohjamaan laatu valuma-alueella	Valuma q(l/s.ha)
Sora	10.0
Hiekka	7.0
Hieta, turve	3.0
Moreeni	2.0
Hiesu	1.5
Savi	1.0



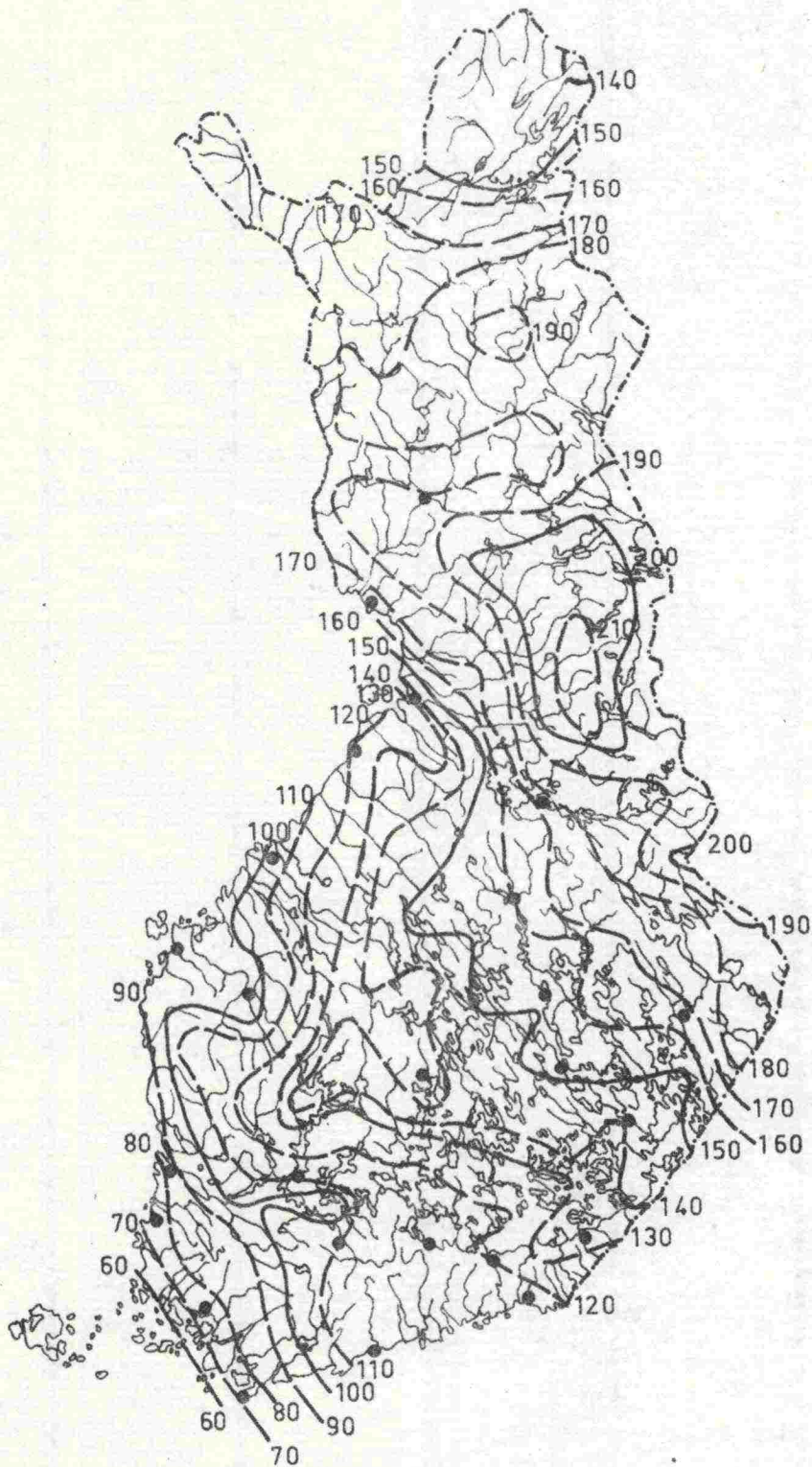
Eri rakenteiden mitoitukseen vaikuttavien kuivatusvesimäärien lisäksi tarvitaan pumppuamoiden käyttökustannusten laskentaa varten tietoja myös vuosittain pumpattavista vesimääristä. Pumpattava vesimäärä on riippuvainen kuivatusalueelle tulevasta sade- ja pohjavesimääristä. Mikäli kuivatusalueelta ei ole pohjavesivirtausta alueen ulkopuolelle voidaan vuosittain pumpattava vesimäärä helposti ja melko tarkasti laskea sadannan ja haihdunnan erotuksena kuvan 3 perusteella.



# Suunnittelun perusteet

## Sulamisvedet

Lumen vesiarvon keskimääräiset enimmäisarvot eri osissa Suomea (Kaitera 1949)



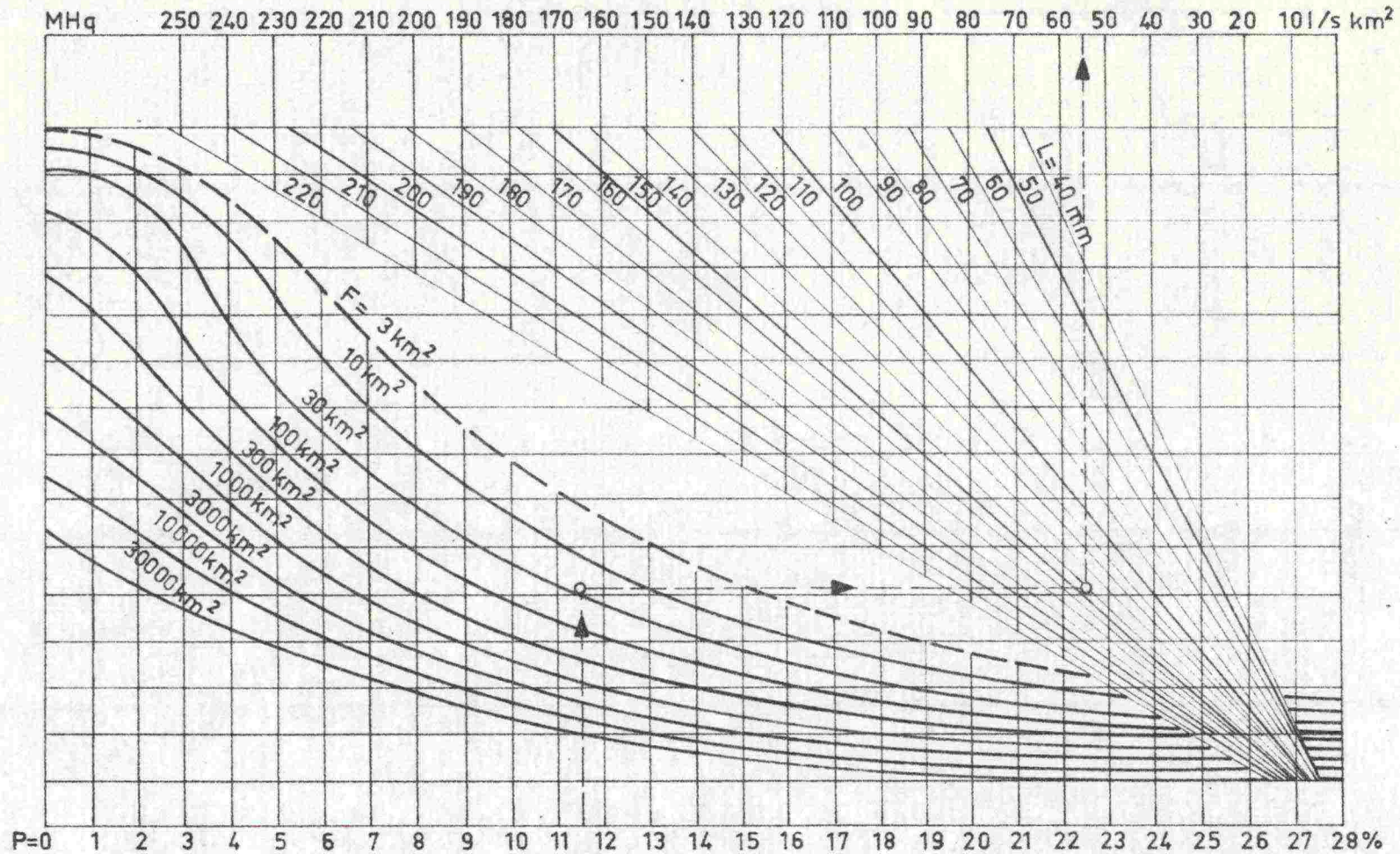
Mitat ilmoitettu millimetreinä

Kuva 1



# Suunnittelun perusteet

## Sulamisvedet



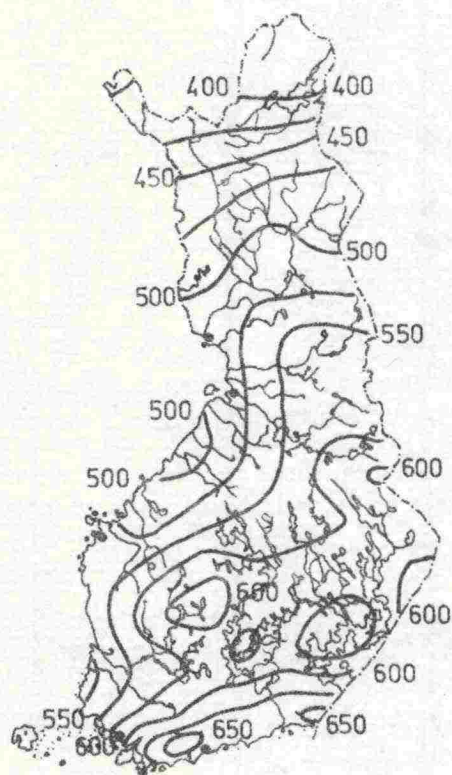
Keskiylivaluman ( $MHq$ ) riippuvuus valuma-alueen pinta-alasta ( $F$ ) ja järvisyysprosentista ( $P$ ) sekä paikkunnalla todetusta lumen vesiaron keskimääräisestä enimmäisarvosta ( $L$ ). (Kaitera 1949)



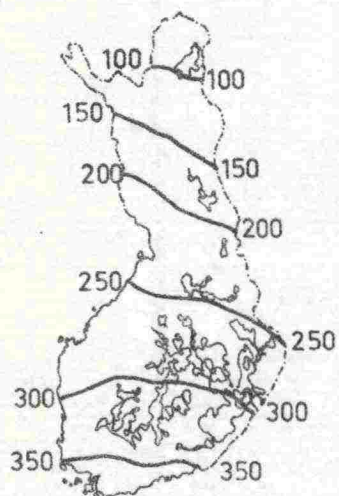
# Suunnittelun perusteet

## Keskimääräinen vuosisadanta ja -haihdunta

Keskimääräinen vuosisadanta



Keskimääräinen vuosihaihdunta



### 3.12 Routa

Tien kuivatusta ja siihen kuuluvia routavaurioille arkoja rakenteita suunniteltaessa on tärkeää tuntea roudan syvyys ts. routaraja sekä eri maalajien routivuus. Maan routaantumiseen ja samalla roudan syvyyteen vaikuttavista tekijöistä ovat tärkeimpiä:

- ilmasto-olosuhteet lähinnä maanpinnan lämpötila talvella (pakkasen voimakkuus ja kestoaika)
- maan lämmönjohtokyky (riippuvainen maan vesipitoisuudesta)
- maan lämpökapasiteetti (riippuvainen maan vesipitoisuudesta)
- maan vesipitoisuus
- lumipeitteen paksuus ja tiheys.

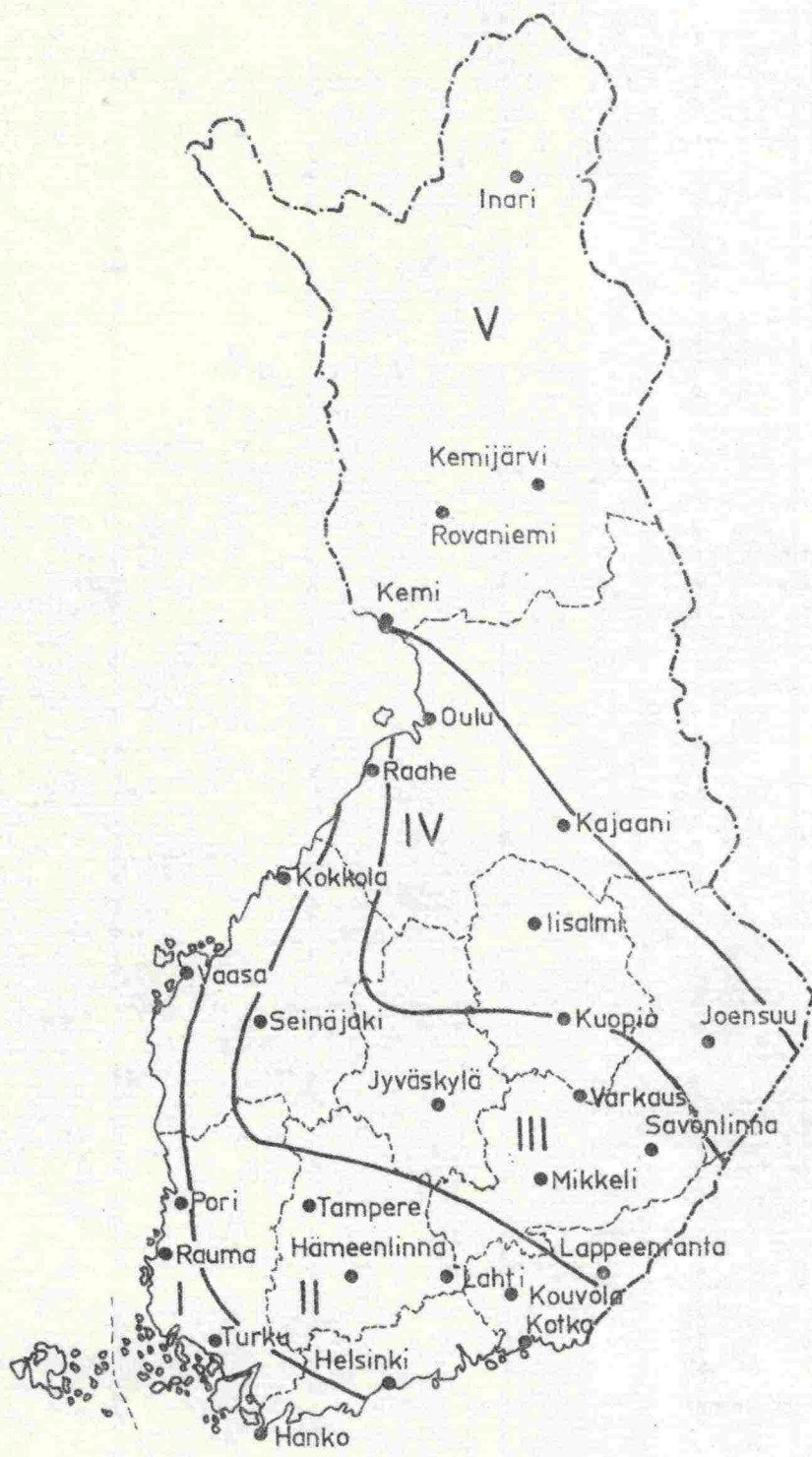
Roudan syvyyden laskennallinen selvitys on hankala tehtävä. Yleensä roudan syvyys pyritään määrittelemään suoritettujen routahavaintojen perusteella. Kohdassa IV 4.41 ilmoitetut siirtymäkiilasyvyydet, joita määrättäessä myös roudan syvyys on otettu huomioon, osoittavat karkeasti roudan syvyyden suuruusluokan eri puolilla maata. Pyrittäessä selvittämään tarkemmin roudan syvyyttä erilaisten suunnittelu-tehtävien yhteydessä voidaan apuna käyttää kuvassa 4 esitettyä karttaa, jossa on esitetty roudan syvyyden alueelliset vaihtelut sekä kuvan 5 käyrästä, jossa on esitetty roudan syvyys eri maalajiryhmissä.

Tien luiskissa, keskikaistoilla yms. alueilla, joilla talviaikana yleensä aina on suojaava lumipeite, voidaan lumen roudansyvyyttä pienentävä vaikutus ottaa huomioon. Lumen suojaaman alueen roudan syvyys saadaan vähentämällä lumetoman alueen roudan syvyydestä kuvassa 6 esitetty ko. alueen lumipeitteen paksuutta maaliskuun puolivälissä osoittava cm-määrä.



# Suunnittelun perusteet

## Roudan syvyyden alueelliset vaihtelut



### Alue V

Pakkassumma 1256-1803 vrk<sup>°C</sup>  
" keskimäär. 1449 "  
Roudan syvyys 196 - 232 cm  
" keskimäär. 210 "

### Alue IV

Pakkassumma 713-1509 vrk<sup>°C</sup>  
" keskimäär. 1088 "  
Roudan syvyys 120 - 202 cm  
" keskimäär. 161 "

### Alue III

Pakkassumma 522-1386 vrk<sup>°C</sup>  
" keskimäär. 942 "  
Roudan syvyys 108 - 189 cm  
" keskimäär. 154 "

### Alue II

Pakkassumma 302-1188 vrk<sup>°C</sup>  
" keskimäär. 754 "  
Roudan syvyys 88 - 177 cm  
" keskimäär. 137 "

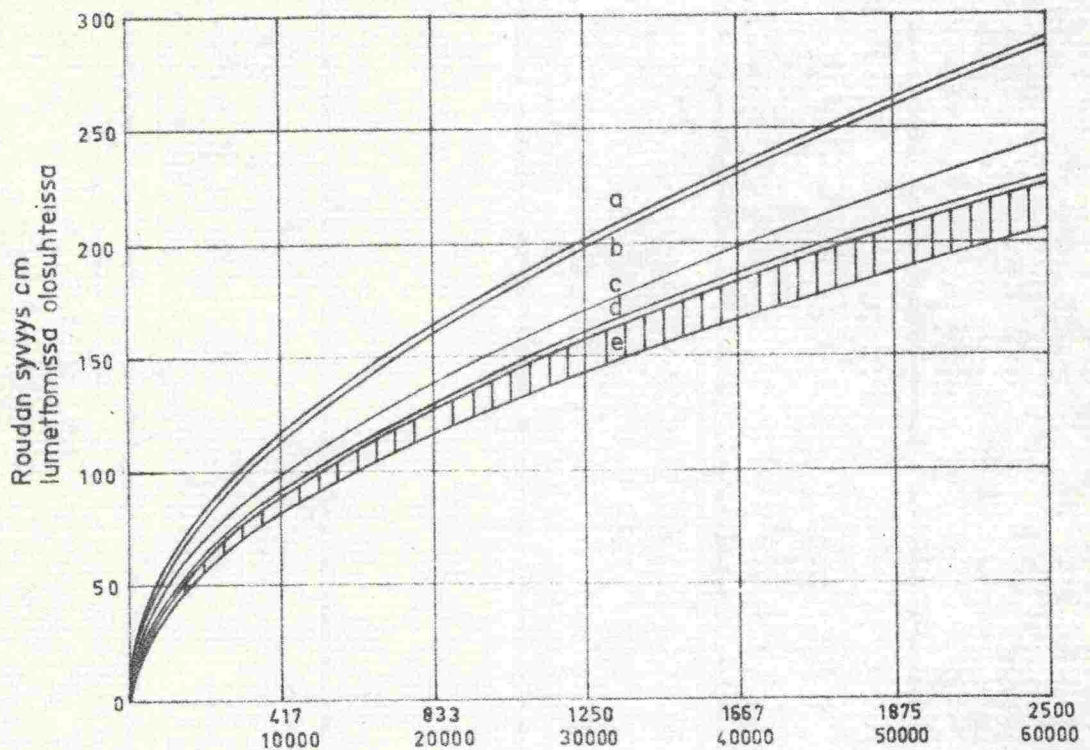
### Alue I

Pakkassumma 233-1058 vrk<sup>°C</sup>  
" keskimäär. 631 "  
Roudan syvyys 77 - 169 cm  
" keskimäär. 126 "

Havainnot v.1958-1964  
lumettomissa olosuhteissa

# Suunnittelun perusteet

## Roudan syvyys eri maalajiryhmissä



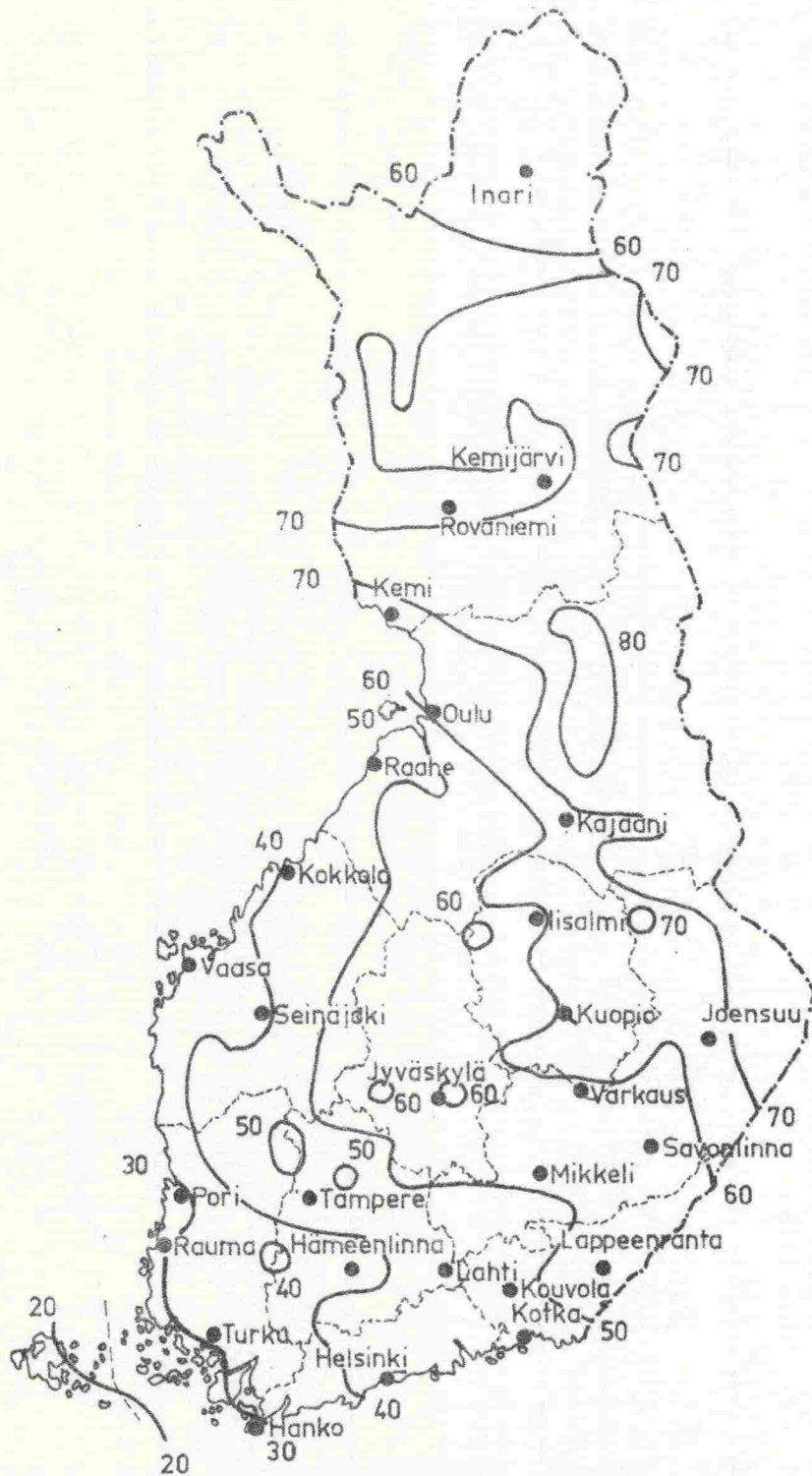
Pakkasumma (F) vrk°C ja h°C

- |                            |            |
|----------------------------|------------|
| a = Sora ja hiekka         | W = 8%     |
| b = Sora- ja hiekkamoreeni | W = 11%    |
| c = Hieta- ja hiesumoreeni | W = 17%    |
| d = Hieta                  | W = 21%    |
| e = Saven alue             | W = 23-44% |
- W = Maalajin kosteusprosentti



# Suunnittelun perusteet

Lumipeitteen keskimääräinen paksuus maaliskuun puolivälissä



Lumipeitteen paksuus cm. Lumen suojaava vaikutus otetaan huomioon vähentämällä lumettoman alueen roudan syvyyden arvosta kuvasta ilmenevä cm-määrä.



### 3.13 Tien pinnan kaltevuudet

Tien pinnan pituus-, sivu- ja viettokaltevuudet määräytyvät liikenne, päällyste- ja kuivatusteknillisten näkökohtien perusteella. Kaltevuuksien suunnittelussa on mahdollisuuksien mukaan pyrittävä ottamaan huomioon sekä kuivatuksen että liikenteen ja päällysteen tien pinnan kaltevuuksille asettamat vaatimukset. Sopivia kaltevuuksia käyttämällä pyritään ajoradalle joutunut sade- tai sulamisvesi johtamaan mahdollisimman nopeasti ja mahdollisimman lyhyttä tietä pois ajoradalta.

Tien pituuskaltevuus muodostuu oleelliseksi tekijäksi tien pinnan kuivatuksessa mikäli tien pinnan sivukaltevuus ei ole riittävän suuri tai mikäli tiellä esiintyy veden vapaata virtausta haittaavia esteitä. Tielinjan vaakatason käännepisteen, tai yleensä kaaren alkamiskohdan kallistuksen muutoksineen sattuessa kupe-  
ran kaaren laelle, koveran kaaren pohjalle tai pituusleikkauksen hyvin loivalle kaltevuusjaksolle saattaa tien pinta rajoitetulla alueella muodostaa käytännöllisesti katsoen vaakasuoran tason. Edellä mainitunlaisissa tapauksissa olisi riittävän kuivatuksen aikaansaamiseksi pyrittävä suunnittelemaan tien pinnalle yleensä vähintään 0,5 % ja poikkeuksellisesti ainakin 0,3 % pituuskaltevuus. Reunakivet, liikenteenjakajat, siltojen korotetut reunapalkit, tukimuurit yms. muodostavat tielle veden vapaata virtausta haittaavia esteitä. Tällaisissa tapauksissa on kiinnitettävä erityistä huomiota tien pinnan pituuskaltevuuden suunnitteluun. Suositeltava pituuskaltevuuden vähimmäisarvo on 1 %. Poikkeustapauksissa voidaan käyttää 0,4 % pituuskaltevuutta. Tien pinnan pituuskaltevuuden ollessa alle 0,4 %, tehdään vesien virtauskohtiin esteiden viereen erityiset vesikourut. Kourun pohjan pituuskaltevuuden tulee olla vähintään 0,4 %. Esimerkki kourujärjestelystä on esitetty kuvassa 7.

Vesien poistamiseksi riittävän nopeasti ajoradalta, tienpinnan on oltava sivukalteva. Sivukaltevuuden arvo on riippuvainen käytettävästä päällysteestä taulukon 5 mukaan.



Taulukko 5. Sivukaltevuuden riippuvuus päällysteen laadusta.

Päällysteen laatu	Sivukaltevuus %
Sekoitusmentelmällä tehdyt päällysteet	2 - 3
Valuasfaltit	1.5 - 2
Öljysora	3 - 4
Sora	5
Imeytysmenetelmällä tehdyt päällysteet	2.5 - 3

Jalkakäytävien ja pyöräteiden sivukaltevuuden arvot voivat olla päällysteestä riippumatta 2.0 - 2.5 %. Käyttämällä em. sivukaltevuuden arvoja saadaan ajoradalle joutuneet vedet poistumaan nopeasti myös sellaisilta tiekohdilta, joissa tien tasaus on vaakasuora.

Sivukaltevuuden sallitut vähimmäisarvot joudutaan alittamaan vaakatason käännepisteen läheisyydessä. Kaltevuuden muuttuminen so. kiertyminen on pyrittävä järjestämään niin lyhyelle matkalle kuin tien geometrinen mitoitus sallii. Kiertymisen tulee olla käännepisteen läheisyydessä 1 %/20 m ... 1 %/10 m tieluokasta riippuen, kunnes sivukaltevuuden arvo 1.5 % on saavutettu.

Tien pituus- ja sivukaltevuuden vektorisumma on viettokaltevuus. Viettokaltevuuden numeroarvo lasketaan kaavasta (5)

$$p = \sqrt{s^2 + q^2} \quad (5)$$

p = viettokaltevuus

s = pituuskaltevuus

q = sivukaltevuus

Viettokaltevuuden suunta osoittaa veden virtaussuunnan tien pinnalla ja numeroarvo tien pinnan kaltevuuden virtauksen suunnassa.

Kuivatuksen kannalta on viettokaltevuuden suositeltava vähimmäisarvo 1 % ja poikkeuksellinen vähimmäisarvo 0.5 %. Viettokaltevuuden suunnan tulee olla sellainen, että vesi poistuu mahdollisimman nopeasti tien pinnalta. Taulukon 6

mukaiiset viettokaltevyyden enimmäisarvot riippuvat eri luokkaisuille teille sallittavista pituus- ja sivukaltevyyksien enimmäisarvoista.

Taulukko 6. Viettokaltevyyden enimmäisarvojen riippuvuus tien luokasta

Tien luokka	Viettokaltevyyden enimmäisarvo %
Moottoritie	6.0
I	7.2
II	8.4
III	9.2
IV	12.0
Pysäköinti- ja levähdysalueet	5.0

Viettokaltevyys voidaan määrätä myös graafisesti kuvan 8 perusteella.



# Suunnittelun perusteet

## Tien pituuskaltevuuden lisääminen reunakiven vieressä

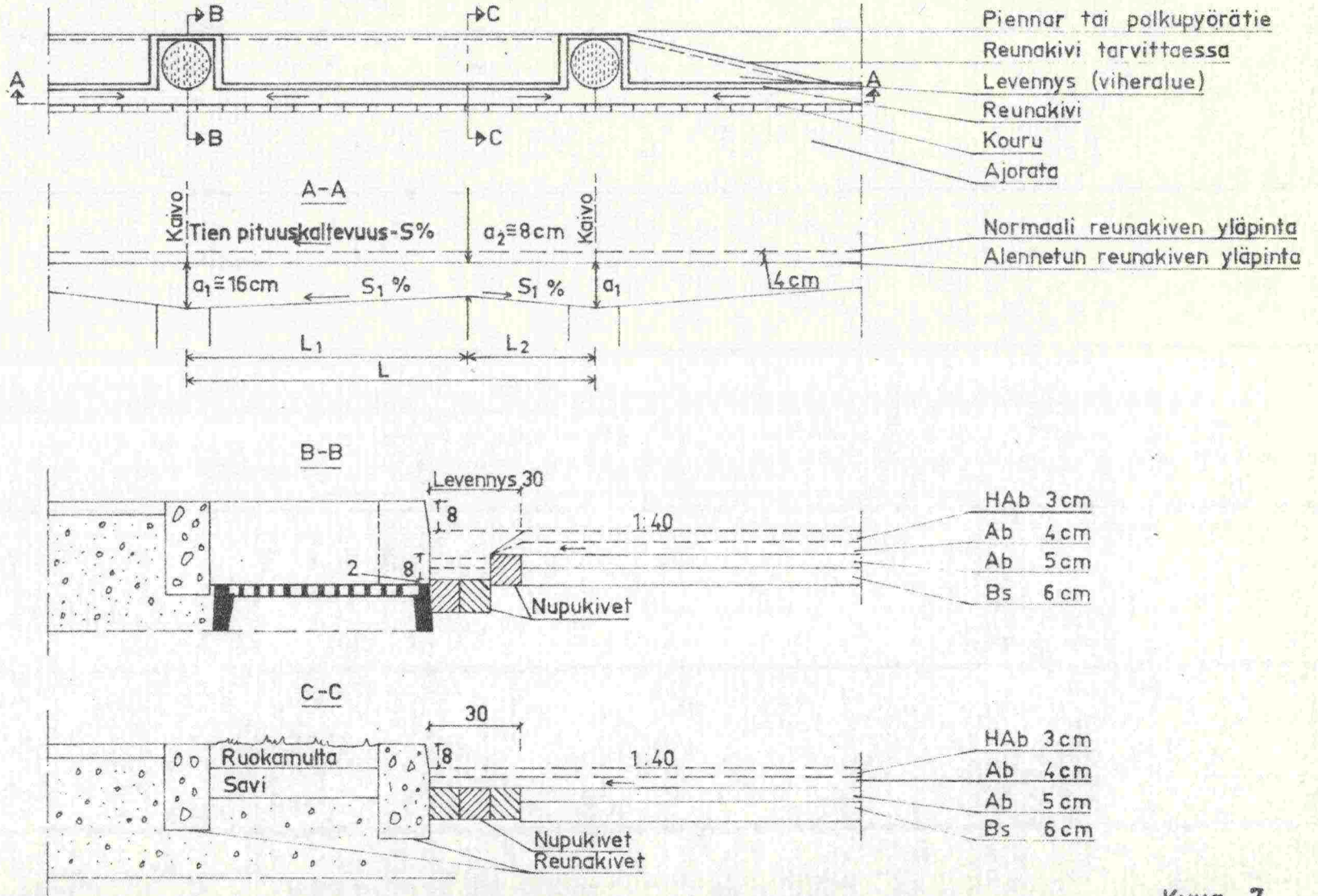
Kaivovälitaulukko

$$L = L_1 + L_2$$

$$L_2 = \frac{L}{\left(1 + \frac{S_1 + S_2}{S_1 - S_2}\right)}$$

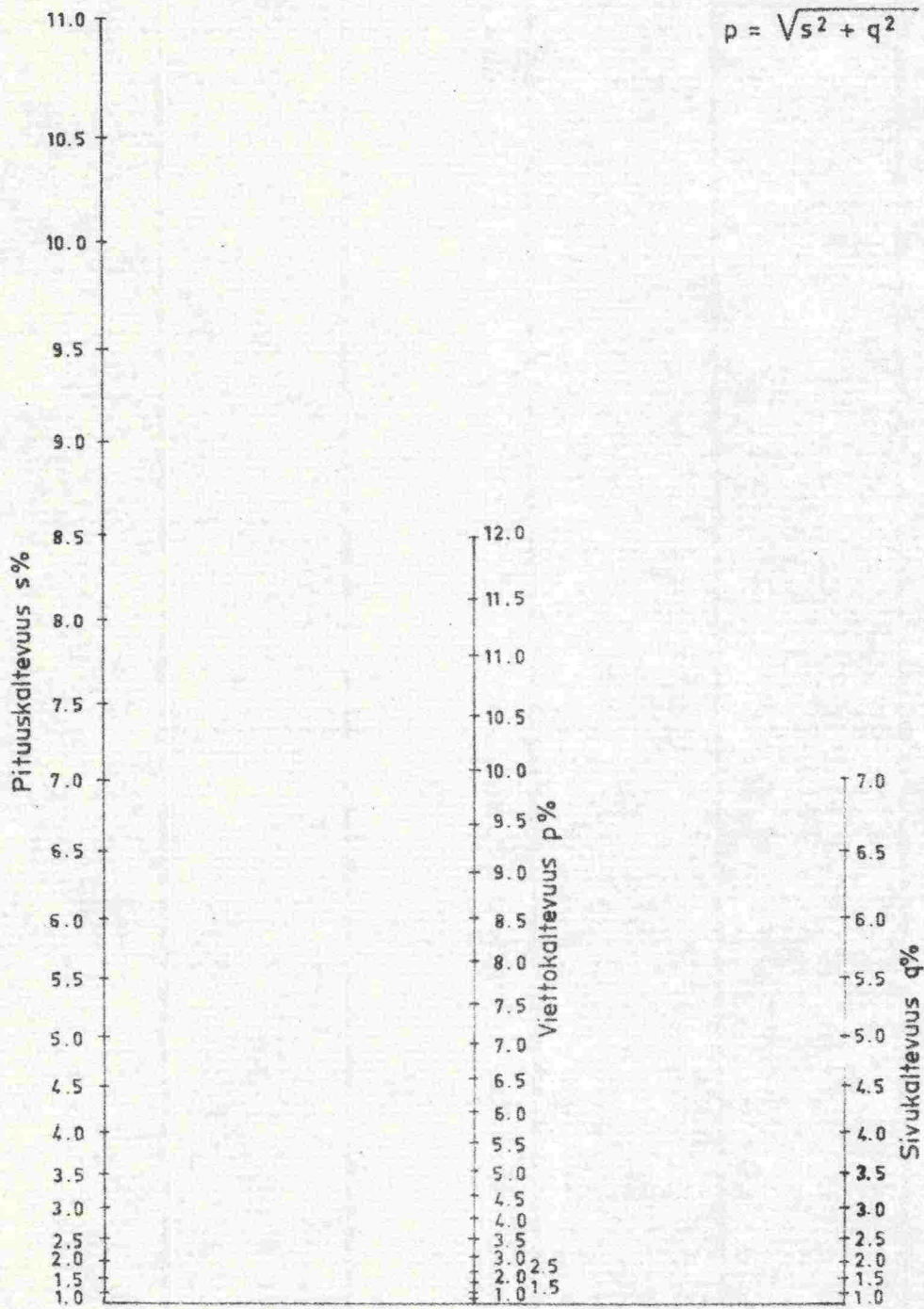
$$L = \frac{2 \Delta a \cdot S_1}{S_1^2 - S_2^2} \quad \Delta a = a_1 - a_2 = 8 \text{ cm}$$

S1	S2	L(m)	L1(m)	L2(m)
1.0	0.0	16	8	8
1.0	0.1	16	9	7
1.0	0.2	17	10	7
1.0	0.3	18	12	6
S1	S2	L(m)	L1(m)	L2(m)
0.9	0.0	18	9	9
0.9	0.1	18	10	8
0.9	0.2	19	11	8
0.9	0.3	20	13	7
S1	S2	L(m)	L1(m)	L2(m)
0.8	0.0	20	10	10
0.8	0.1	20	13	9
0.8	0.2	21	13	8
0.8	0.3	23	16	8
S1	S2	L(m)	L1(m)	L2(m)
0.7	0.0	23	11.5	11.5
0.7	0.1	23	13	10
0.7	0.2	25	13	9
0.7	0.3	28	16	8
S1	S2	L(m)	L1(m)	L2(m)
0.6	0.0	27	13.5	13.5
0.6	0.1	27	16	11
0.6	0.2	30	20	10
0.6	0.3	36	27	9
S1	S2	L(m)	L1(m)	L2(m)
0.5	0.0	32	16	16
0.5	0.1	33	20	13
0.5	0.2	38	27	11
0.5	0.3	50	40	10
S1	S2	L(m)	L1(m)	L2(m)
0.4	0.0	40	20	20
0.4	0.1	43	27	16
0.4	0.2	53	40	13
0.4	0.3	91	80	11



# Suunnittelun perusteet

## Viettokaltevuus





### 3.14 Maaperä

Tielinjan suunnitteluun kuuluvien maaperätutkimusten lisäksi on yleensä tehtävä täydennystutkimuksia kuivatuksen suunnittelua varten. Tällaisia lisätutkimuksia ovat mm.

- maaperän kantavuuden määrittely rakenteiden ja niiden edellyttämien perustamistapojen valintaa varten
- maaperän laadun määrittely routivuuden, vedenläpäisevyyden, kaivettavuuden ja luiskien syöpymisen arvosteluniseksi
- pohjavesipinnan korkeuden ja valuma-alueen määrittely
- valuma-alueen maasto-olosuhteiden kuten kasvillisuuden, kaltevuussuhteiden, järvisyyden, vedenpinnan korkeuksien yms. selvittäminen

### 3.15 Muut kuivatusjärjestelyt

Tien rakentaminen ja siihen liittyvät kuivatustoimenpiteet vaikuttavat yleensä ympäristön olemassaoleviin sekä tuleviin kuivatusjärjestelyihin.

Suunnitteluvaiheessa on otettava selville kaikki ympäristön toteutetut ja suunnitellut kuivatushankkeet. Näiden selvittäminen edellyttää tietojen hankkimista

- Yksityisiltä maanomistajilta
- Maataloushallituksen maanviljelysinsinööripiiriltä
- Metsähallituksen ojitustoimistosta
- Kuntien viemäröintiä hoitavilta viranomaisilta

Tien rakentaminen ei saa sanottavasti huonontaa ympäristön kuivatusolosuhteita taikka estää myöhemmin toteutettavia kuivatushankkeita.

### 3.16 Luonnonsuojelunäkökohdat

Kuivatuksen suunnittelussa joudutaan tekemisiin luonnonsuojelun kanssa lähinnä ratkaistaessa pohjavesien suojeluun ja tien maisemakuvaan liittyviä kysymyksiä.

Pohjavesien suojelemistoimenpiteisiin tulee ryhtyä aina tien kulkiessa rakennetun pohjavedenottamon suoja-alueella. Suojelutoimenpiteillä pyritään vaikuttamaan sekä pohjaveden määrään että laatuun.

Tien linjaus ja tasaus olisi sijoitettava siten, ettei tien rakentamisen yhteydessä jouduttaisi katkaisemaan niitä maakerroksia, joissa pohjavesi virtaa. Tällöin pohjaveden määrä pysyy ennallaan. Vieraiden aineiden pääsy pohjaveeteen ja samalla pohjaveden pilaantuminen on pyrittävä estämään. Pohjaveden saastuminen saattaa johtua joko tien kunnossapidon yhteydessä käytetyistä kemikalioista tai esim. onnettomuustapausten seurauksena pohjaveeteen joutu-neista vieraista aineista. Pintavesien imeytymistä pohjavedeksi vettäläpäisevässä maaperässä voidaan estää käyttämällä kuivatuksessa putkiviemäreitä ja salaojia, verhoamalla mahdolliset avo-ojat vettäläpäisemmiksi ja luopumalla imeytyskaivojen käytöstä. Kohdan 3.21 kuvassa 3 on esitetty eräs ojan verhousratkaisu.

Tien kuivatus on pyrittävä järjestämään riittävän tehokkaaksi. Toisaalta kuivatus ei saisi häiritsevästi rikkoa ympäröivää maisemakuvaa. Suuret avo-ojat, vettymisvahingoittuneet metsät sekä tien patoamat laskuaukottomat vesistöjen osat eivät saisi olla tien rakentamisen seurauksena.



## 3.2 Kuivatusmenetelmät

### 3.20 Yleistä

Tien kuivatuksessa käytetään useita eri menetelmiä, jotka palvelevat yksinomaan tien pinnan kuivatusta, tien rungon kuivatusta tai molempia edellämainittuja tarkoituksia samanaikaisesti.

Tavallisimpia kuivatusmenetelmiä ovat tien kuivattaminen avo-ojilla, salaojilla, rummuilla ja sadevesiviemäreillä. Kuivatuksessa käytetyistä erikoismenetelmistä on tärkein tien kuivattaminen pumppuamisen avulla.

### 3.21 Avo-ojat

Tienrakennuksessa yleisesti käytettäviä avo-omia ovat sivu-, lasku- ja niskaojat. Näiden lisäksi joudutaan kaksiajorataisten teiden yhteydessä käyttämään keskikaista-omia sekä korkeissa eroosioherkissä leikkausluiskissa ns. luiskaojia.

Avo-ojien käyttöä kuivatuksessa puoltaa ojien halpuus ja toimintavarmuus.

Avo-ojien paikkoja valittaessa tulisi pyrkiä ottamaan huomioon maanomistusolosuhteet. Maiden pirstomista vaikeasti hoidettaviin lohkoihin tulee mahdollisuuksien mukaan välttää. Taloudellinen rakentaminen asettaa myös ojien paikoille tiettyjä vaatimuksia. Ilman pakottavaa syytä ei oja pitäisi sijoittaa kallioiseen maastoon eikä ahtaisiin, heikostikantaviin tai muuten vaikeakulkuisiin maastokohtiin.

Avo-ojien mitoittamiseen vaikuttavat vesimäärä, ojan poikkileikkauksen muoto ja ojan pohjan pituuskaltevuus.

Mitoitusvesimäärä lasketaan yleensä kohdassa 3.11 esitettyjen sulamisvesien valuma-arvojen perusteella. Ojien mitoitus on tarkistettava myös rankkasateiden aiheuttamia vesimääriä silmälläpitäen mikäli oja tulee alueelle missä tulvimisesta aiheutuu poikkeuksellisen suuria vahinkoja.

Avo-ojan poikkileikkauksen muoto vaihtelee määräytyksen mukaan mitä tarkoitusta oja palvelee. Ojien poikkileikkausten muotoa käsitellään lähemmin jäljempänä.

Ojan pohjan pituuskaltevuuden pitäisi pääpiirteissään noudattaa maanpinnan kaltevuuksia. Leikkauksien kohdalla



sivuojan pohjan pituuskaltevuus muodostuu kuitenkin normaalisti tien pituuskaltevuuden mukaiseksi. Lammikoitumisen ja liettymisen estämiseksi pohjan pituuskaltevuuden tulisi yleensä olla vähintään 0.5 %. Pituuskaltevuus ei saa kuitenkaan olla niin suuri, että veden virtausnopeus ojassa ylittää taulukossa 1 esitetyt kriittilliset virtausnopeudet. Kriittillisen virtausnopeuden ylittäminen aiheuttaa ojan pohjan ja luiskien syöpymistä.

Taulukko 1. Kriittillisen virtausnopeuden riippuvuus maaperän tai ojan verhouksen laadusta.

Maaperän, verhouksen laatu	Kriittillinen virtausnopeus (m/s)
Hieta, liejusavi	0.30
Konsolidoitumaton savi, maatonut turve	0.40
Hiekka	0.60
Raakaturve	0.70
Karkea sora, turveverhous	0.80
Lihava savi	1.15
Tiivis moreeni	1.20
Kivikko	1.50
Juurtunut nurmi	1.80
Kiviverhous, risunki	2.50
Betonipinta	4.00
Puukourut, lankkuverhous	6.00

Suunnitteleamalla avo-ojien yhteydessä myös paikallisten maastopainanteiden täytöt, saadaan ojan pituuskaltevuudet ja kaivumassat yleensä pysymään kohtuullisina. Jos kriittilliset nopeudet joudutaan ylittämään on syytä rajoittaa tällaiset osuudet lyhyiksi esim. keskittämällä liika putous kuvan 1 mukaisten putousportaitten kohdille. Vahvistamalla oja kiviverhouksella, -heitokkeella, nurmetuksella yms. voidaan vedelle sallittavaa virtausnopeutta lisätä. Joissakin tapauksissa saattaa putkiviemäri olla taloudellisesti edullisempi kuin verhottu tai syvä avo-oja.

Ojien mitoittaminen tehdään joko graafisesti kuvassa 2 esitetyn nomogrammin tai laskennallisesti samassa kuvassa esitettyjen kaavojen avulla. Mitoituksessa pyritään määrittämään sellainen ojan poikkileikkaus, joka läpäisee



ojassa esiintyvän virtaaman ja jonka muoto on ainakin suurten ojien yhteydessä hydraulisesti mahdollisimman edullinen.

Mitoituksen mukainen oja estää tulvan nousemisen ympäröivään maastoon. Ojan lopullista poikkileikkausta on kuitenkin yleensä suurennettava johtuen mm. seuraavista syistä:

- liettymisvaraa tarvitaan maan laadusta riippuen 5 ... 20 cm
- ympäröiville maille pyritään yleensä suurenkin tulvan aikana saamaan vähintään 20 cm kuivatus
- turvemaata tulee painumaan ja samalla ojasyvyys pienenee n. 20 ... 50 % turvesyvydestä.
- koneellinen työn suoritus vaatii onnistuakseen ojilta tietyt vähimmäismitat. Traktorikaivuria käytettäessä ojan pohjan leveyden tulisi olla  $\geq 0.25$  m ja pienintä kaivinkonetta käytettäessä  $\geq 0.50$  m.

Sivuoja käytetään:

- kokoamaan tieltä ja sen ulkopuolelta tulevia pintavesiä ja johtamaan ne sellaisille maastokohdille, joista vedet voidaan helposti ohjata pois tiealueelta
- alentamaan pohjaveden pintaa pohjamaan kantavuuden parantamiseksi
- suojelemaan ympäristöä tieltä tulevan veden ja tien kunnossapitoon käytettävien kemikaalien haittavaikutuksilta

Maaperän ollessa vettäläpäisevää ja tien pinnan sijaitessa ympäröivää maanpintaa korkeammalla voidaan yleensä sivuojat jättää rakentamatta.

Sivuojan poikkileikkauksen muoto määräytyy kohdan IV 4.3 mukaan. Sivuojan pohjan ja päällysrakenteen alapinnan korkeusero on yleensä pyrittävä tekemään niin suureksi ettei vesi nouse rakennekerrokseen. Pienimmän korkeuseron tulee kuitenkin olla kantavuusluokissa B, C ja D vähintään 25 cm ja kantavuusluokissa E ja F vähintään 30 cm.

Sivuojen purkautumiskohdat esim. laskuojat on sijoitettava niin, ettei veden virtausmatka sivuojassa muodostu pitkäksi. Yli 0.5 km virtausmatkoja on pyrittävä välttämään.

Parempaan maastoon sopeutuvuuden aikaansaamiseksi sivuojan ulkoluisia pyöristetään yleensä kuvan 1 mukaisesti.



Alueilla, joilla on käytössä olevia tai mahdollisesti käyttöön tulevia pojaviesiintymiä pyritään tieltä imeytyvien haitallisten aineiden kuten suolan, öljyn yms. pääsy pohjaveteen estämään mm. käyttämällä sivuojissa kuvassa 3 esitettyä eristysverhousta.

Laskuojia käytetään johtamaan kuivatusvedet olemassaoleviin vesiuomiin, vesistöihin tai maastoon, edellyttäen ettei purkautuminen aiheuta vettymis-, syöpymis- ym. haittoja.

Laskuojan poikkileikkauksen muoto saattaa käytännössä vaihdella. Huomattavien vesimäärien ollessa kysymyksessä pyritään hydraulisesti edulliseen poikkileikkauksen muotoon, ottaen huomioon seuraavat yleisohjeet:

- ojan syvyyden tulisi olla  $\geq 0.6$  m
- ojan pohjan leveyden tulisi olla 0.5 ... 0.7 kertaa yliveden aikainen vesisyvyys
- ojan luiskan kaltevuudet eri kaivussyvyyksillä tulisi valita taulukon 2 perusteella

Taulukko 2. Lasku- ja niskaojan luiskan kaltevuuden riippuvuus maalajista ja ojan kaivussyvyydestä

Maalaji	Kaivussyvyys (m)				
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
Kallio	1:0.15	1:0.15	1:0.15	1:0.15	1:0.15
Louhikko, kivikko, turve	1:0.5	1:0.8	1:1	1:1.25	1:1.5
Moreeni, savi	1:0.6	1:1	1:1.5	1:1.5	1:2
Hiesu, hiekka, hieta, lieju	1:0.8	1:1.25	1:1.5	1:2	1:2

Niskaojia käytetään yleensä estämään leikkauksen ulkopuolelta tulevien vesien virtaaminen leikkausluiskassa. Niskaojien tarpeellisuutta arvosteltaessa on otettava huomioon luiskan valuvat vesimäärät, luiskan verhouksen laatu sekä perusmaan eroosioherkkyys.

Niskaojien vedet pyritään johtamaan sivu- ja laskuojiin tai sellaisiin maastokohtiin, joissa vesistä ei koidu haittaa ympäristölle.



Niskaojan poikkileikkauksen muoto voidaan valita samojen näkökohtien perusteella kuin laskuojan poikkileikkauksen muoto. Pienten vesimäärien yhteydessä ojan poikkileikkauksen muoto valitaan kuitenkin ainoastaan ojan kaivamisen asettamien vaatimusten mukaiseksi.

Niskaoja on tehtävä vähintään 1.0 m etäisyydelle leikkauksen ulkoluisikan yläreunasta. Ojan paikkaa valittaessa on pyrittävä kaikin tavoin varjelemaan maisemakuvaan vaikuttavaa kasvillisuutta.

Keskikaistaojia käytetään kaksiajorataisilla teillä johtamaan vesiä ajoradoilta ja keskikaistalta sadevesikaivoihin.

Pienin suositeltava keskikaistaojan pohjan pituuskaltevuuden arvo on 0.3 %. Ojan syvyyden tulisi olla aina vähintään 0.3 m. Esimerkki keskikaistaojan rakenteesta on esitetty kohdan 3.24 kuvassa 31.

Luiskaojien tarkoituksena on kerätä luiskaa pitkin valuvia pintavesiä ja luiskasta mahdollisesti purkautuvia pohjavesiä. Ojat suunnitellaan tien pituussuuntaan ja leikkauksen päitä kohden viettäviksi. Poikkileikkaukseltaan ojat ovat maan koossapysyvyyden huomioon ottaen mahdollisimman jyrkkäseinämäisiä. Pohjan leveytenä käytetään n. 30 cm ja syvyytenä luiskan pinnasta vähintään 30 cm. Pitkät luiskaojat yhdistetään 20 m välein sivuojiin poikittaisilla luiskaojilla. Ojat täytetään karkealla soralla tai somerolla. Kevyt vettäläpäisevä luiskaverhous voidaan ulottaa myös ojien kohdalle.

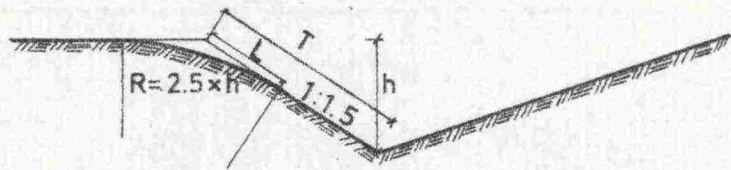
Avo-ojien yhteydessä mahdollisesti käytettäviä erikoisrakennusaineita koskevat laatuvaatimukset esitetään joko piirustuksissa tai työselityksissä. Samoin mikäli esim. maapohjan laatu, pohjaveden pinnan korkeus jne. ovat sellaisia, että luiskasortumien vaara on olemassa, esitetään työtappaa, työjärjestystä ja työn suoritusaikaa koskevat ohjeet em. asiakirjoissa.



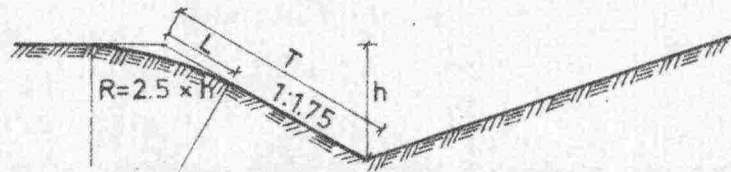
# Kuivatusmenetelmät

## Avo-ojat

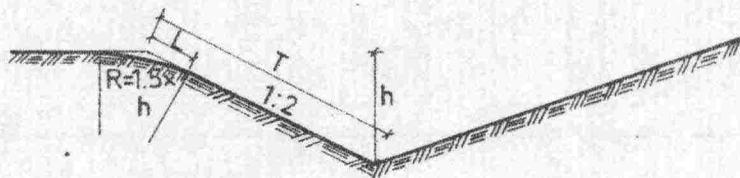
### Luisikan pyöristys



$$L = 0.4 \times T$$

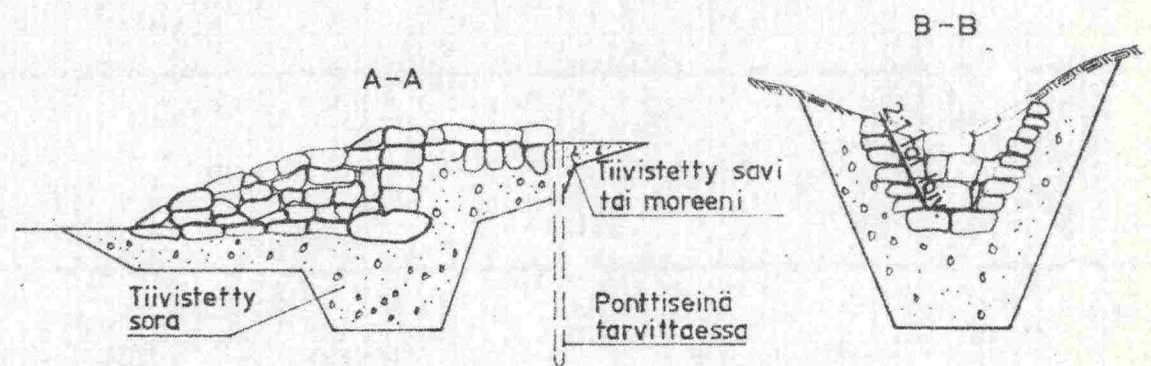
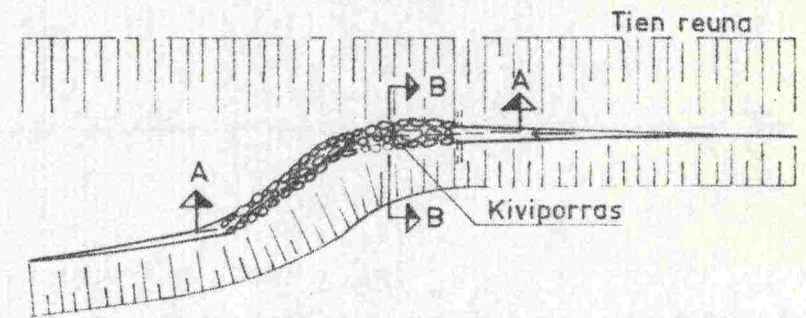


$$L = 0.3 \times T$$



$$L = 0.2 \times T$$

### Putousporras





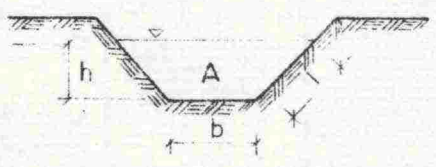
# Kuivatusmenetelmät

## Avo-ojien mitoitusnomogrammi

$$v = M \cdot R^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

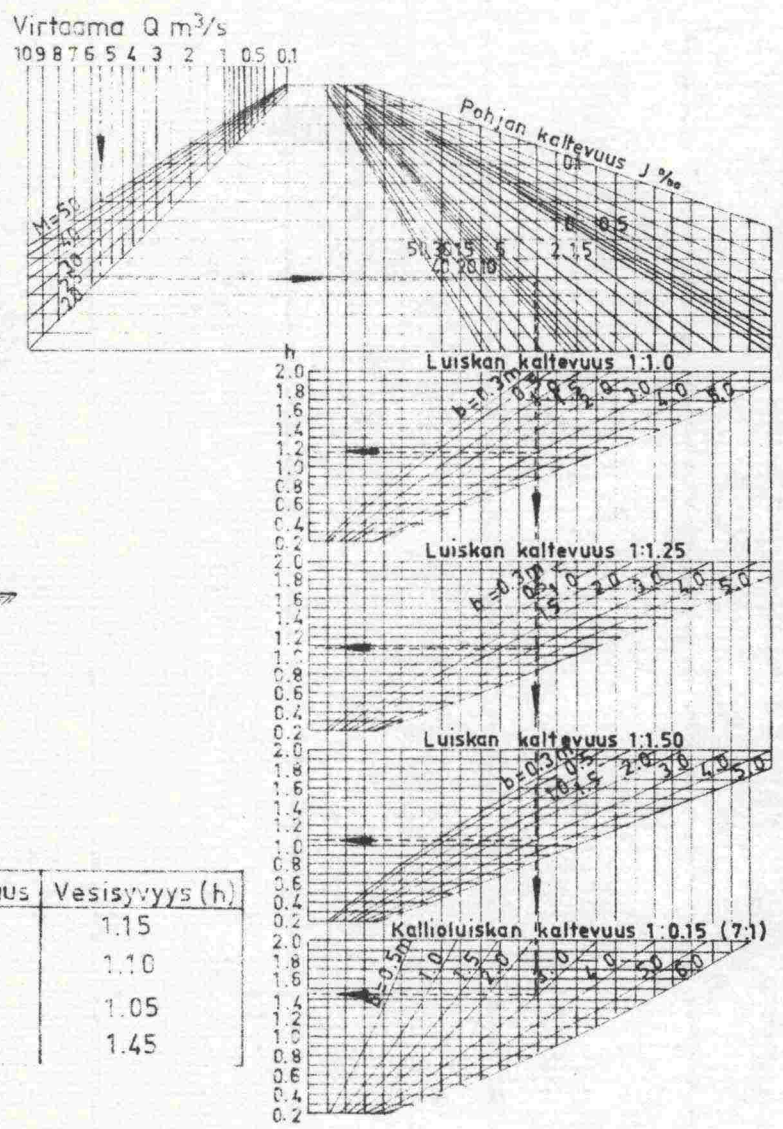
$$Q = v \cdot A$$

$v$  = Veden nopeus (m/s)  
 $M$  = Karkeuskertoimen  $n$  käänteisarvo  $\frac{1}{n}$   
 $R$  = Hydraulinen säde (m) =  $\frac{\text{veden poikkipinta-ala}}{\text{märkä piiri}} = \frac{A}{b+2l}$   
 $J$  = Ojan pohjan kaltevuus (‰)  
 $A$  = Vesipoikkileikkauksen pinta-ala (m<sup>2</sup>)



Esimerkki katkoviivalla

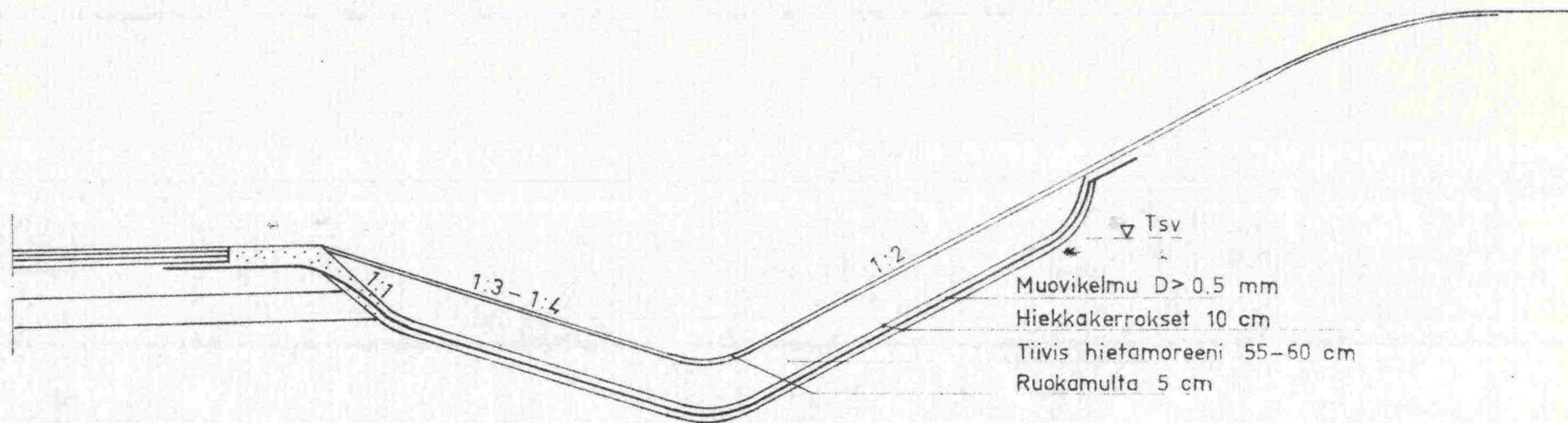
	Luiskan kaltevuus	Vesisyvyys (h)
$Q = 5.5 \text{ m}^3/\text{s}$	1:1.0	1.15
$M = 20$	1:1.25	1.10
$J = 5\text{‰}$	1:1.5	1.05
$b = 3.0 \text{ m}$	1:0.15	1.45



Maanpinnan laatu	Karkeuskertoimen käänteisarvo M
Tasainen (savi, kiinteä hiekka)	40 - 50
Tasainen, jonkin verran kasvillisuutta, kivinen (moreeni yms.)	25 - 40
Melko tasainen, voimakas kasvillisuus, rikkonainen kallio	20 - 25

# Kuivatusmenetelmät

## Pohjaveden suojaus





### 3.22 Salaojat

Salaojien pääasiallisena tarkoituksena on maahan imeytyneen veden ja pohjaveden kerääminen ja poisjohtaminen. Erikoistapauksessa salaojat voivat toimia myös pintavesien kerääjinä. Normaalisti pintavesien pääsy salaojiin pyritään kuitenkin ylikuormittumisen ja tukkeutumisen välttämiseksi estämään.

Salaojaa käytetään tierakennuksessa useimmiten kaksiajorataisten teiden yhteydessä. Lisäksi salaojia käytetään mikäli tilanpuutteen takia tie on rakennettava ns. kapeaa poikkileikkausta käyttäen eikä avo-ojilla saada tien päällysrakenteelle tai muille rakenteille riittävää kuivatusta. Salaojakuivatusta voidaan käyttää syvien ojien välttämiseksi liikenneturvallisuus-, taloudellisuus- tai esteettisyysyistä.

Salaojat pyritään yleensä sijoittamaan liikennöitävien alueiden ulkopuolelle. Ajoradan alitukset on salaojista johtuvien epätasaisten painumien välttämiseksi saatava mahdollisimman vähiin. Samasta syystä on ajoradan alle jäävät toimivat peltosalaojat joko purettava tai tukittava. Rakennustyön helpottamiseksi tulee salaojat sijoittaa siten, että niiden kaivannot voidaan mahdollisimman taloudellisesti tehdä suurempien leikkaus- ja kaivutöiden yhteydessä. Poikkileikkauksessa tien salaojat sijoitetaan yleensä sisäluiskien, keskikaistan tai istutuskaistojen kohdalle. Salaojien tarpeellisuus on harkittava kussakin tapauksessa erikseen ottaen huomioon pohjavesiolosuhteet sekä vajovesien keräytyminen. Vaatimuksena on pidettävä, että tien runkoon ei muodostu vesipesiä, pohjavedet eivät haitallisessa määrin virtaa tien rakennekerrosten kautta eikä pohja- tai kapillaarinen vesi nouse rakennekerroksiin. Salaojien tarpeellisuus ja tarkoituksenmukainen paikka ovat myös riippuvaisia maaperän vedenläpäisevyydestä. Hiesu- tai sitä hienommissa maissa salaojat sijoitetaan yleensä enintään 15 m etäisyydelle toisistaan ja vähintään 0.50 m kuivatettavan kerroksen alapuolelle. Hiesua karkeammassa maissa vastaavat arvot ovat 20 m ja 0.30 m. Salaojia ei välttämättä tarvitse sijoittaa roudattomaan syvyyteen.



Asennussyvyyden suhteen noudatetaan seuraavia kohdan 3.12 kuvan 4 perusteella määräytyviä vähimmäisvaatimuksia:

Alue I	1,30 m
Alue II	1,40 m
Alue III	1,50 m
Alue IV	1,70 m
Alue V	2,00 m

Vähimmäispeitesyvyyttä määriteltäessä voidaan ottaa huomioon lumen suojaava vaikutus kohdan 3.12 kuvan 6 mukaan.

Mitoitettaessa salaojaverkostoa on lähinnä kunnossapitosyistä johtuen pyrittävä täyttämään seuraavat ehdot:

- yhtenäisen salaojan pituus  $\leq$  200 m
- pienin käytettävä putkikoko 100 mm
- pienin sallittu pituuskaltevuus 0.4 %
- pienin sallittu virtausnopeus 0.3 m/s
- suurin sallittu virtausnopeus 2.0 m/s

Laskennallinen mitoitus tehdään kuvassa 4 esitetyn nomogrammin avulla. Mitoitusvesimäärää laskettaessa käytetään kohdassa 3.11 esitettyjä pohjaveden valuma-arvoja.

Salaojaverkko rakentuu normaalisti putkistosta ja erilaisista kaivoista.

Putkisto voidaan tehdä tiili-, betoni- ja muoviputkista. Tiiliputkina käytetään salaojaputkinormien mukaisia putkia. Betoniputkina käytetään betoniputkinormien mukaisia tavallisia muhviputkia tai vastaavia putkia ilman muhvia. Muoviputkina tulevat kysymykseen putket, jotka on valmistettu PVC muovista jonka kovuusarvo (k-arvo sidokseen kuuluvien molekyylien vähimmäismäärä) on vähintään 65.

Em. putkilajeja voidaan teknillisesti pitää keskenään tasaveroisinä. Käytettävä putkilaji pyritään valitsemaan hankintahinnan, toimitusajan ja asennuskustannusten perusteella. Asennuskustannuksiltaan edullisin on muoviputki ja epäedullisin lyhyt tiiliputki.

Putket asennetaan kaivoväleittäin sekä sivu- että pystysuunnassa täysin suoraan putkilinjaan. Poikkeustapauksissa voidaan putkilinja tehdä sivusuunnassa kaarevaksi. Kaarevuus on tällöin aikaansaattava mahdollisimman tasaisin sau-



maraoiin. Suurien saumarakojen välttämiseksi tulee kaarevissa salaojissa käyttää viistopäisiä putkia eikä kaarevuussäteen arvoa 20 m saa alittaa.

Tiiliputket ja muhvitottomat betoniputket saumataan huopakaistaleella. Muhvillisia putkia ei saumata. Muoviputkien saumauksessa käytetään liitosmuhveja.

Salaojaputket perustetaan yleensä häiriintymättömän pohjaan varaan. Soilla ja pehmeillä savimailla voidaan epätasaisesta painumisesta aiheutuvien vaurioiden estämiseksi putkien alle asentaa kaksi rinnakkaista n. 7/8" ... 1" vahvuista lautaa. Kallioon louhittujen kaivantojen pohjat tasataan vähintään 15 cm paksuisella salaojasorakeroksella.

Putkilinja vahvistetaan ennen kaivoon liittämistä. Kuvissa n:o 5 ja 6 on esitetty tukirautaa ja muoviputkea käyttäen tehty kaivon ja putken liitos. Myös muiden taivutuskestävien putkien käyttö tähän tarkoitukseen on mahdollista.

Putkiston tukkeutumisen estämiseksi salaojan avoin yläpää suljetaan sopivalla mineraalilevyllä, putken kappaleella tai kivellä. Lähinnä jäätymisestä aiheutuvia salaojan toimintahäiriöitä pyritään välttämään käyttämällä kuvan 7 mukaisia laskuputkia.

Liettyvien aineiden pääsyä salaojaverkostoon pyritään estämään ympäröimällä putket taulukon 3 mukaisella salaojasoralla, joka ei sisällä humusta. Täyttö salaojasoralla ulotetaan yleensä tien rakennekerrokseen asti. Mikäli salaojan tarkoituksena on kerätä myös pintavesiä tehdään täyttö salaojasoralla kuvassa 8 esitetyn sorasilmäkkeen tai sorasaarron osoittamalla tavalla. Istutusalueilla täyttö salaojasoralla ulotetaan kuvan 8 mukaisesti 20 cm putken laen yläpuolelle. Lopputäyttö tehdään kaivumaalla.



Taulukko 3. Salaojasoran rakeisuus

Läpäisyprosentti	Rakeisuus mm
100	4.0 -20.0
90	2.5 -15.0
80	1.6 -12.0
70	1.0 - 7.0
60	0.6 - 5.0
50	0.4 - 3.5
40	0.25 - 2.5
30	0.18 - 1.7
20	0.125- 1.2
10	0.080- 0.8
0	- - 0.6

Salaojaputkistot varustetaan kuvan 5 mukaisilla liete-kaivoilla ja tarvittaessa kuvan 6 mukaisilla porraskaivoilla.

Lietekaivoja käytetään erottamaan putkistoon kerääntynyttä lietettä. Kaivot sijoitetaan putkilinjaan 30 ... 50 metrin välein. Lietekaivoja ei ole tarpeellista rakentaa mikäli salaojat voidaan yhdistää sadevesiviemärin kaivoihin.

Lietekaivojen asemesta käytetään porraskaivoja sellaisissa salaojissa missä virtausnopeus muuten ylittäisi sallitun raja-arvon.

Kaivot tehdään yleensä betoniputkinormien mukaisista sisähalkaisijaltaan 600 mm kaivonrenkaista. Myös sisähalkaisijaltaan 800 mm kaivot voivat joskus tulla kysymykseen salaojakaivoina. Ajoneuvoilla liikennöitäville alueille tulevat kaivot varustetaan pyöreillä valurautakansilla. Muilla alueilla voidaan käyttää pyöreitä teräsbetonikansia. Kansia asennettaessa on sisähalkaisijaltaan 800 mm kaivojen yhteydessä käytettävä kartioren-gasta. Kaivon kansien kuormituskestävyysvaatimukset on esitetty taulukossa 4.

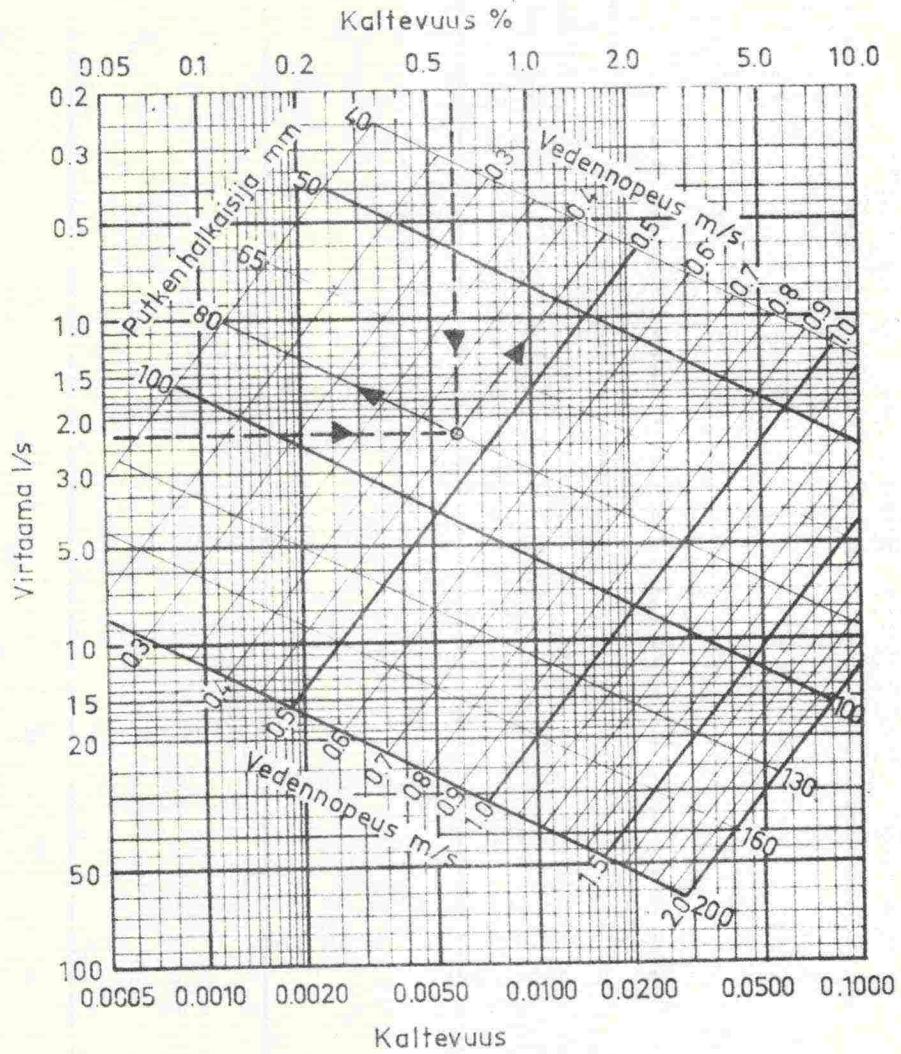


Taulukko 4. Kaivon kannelta vaadittavan kuormituskestävyyden riippuvuus kaivon sijainnista.

Kaivon sijainti	Kuormituskestävyys ton
Jalkakäytävät ja alueet, joiden liikenne rajoittuu kunnossapitokalustoon	15
Alueet missä on kevyttä ajoneuvoliikennettä sekä teiden luisikat ja keskikaistat	25
Raskaan liikenteen alaiset alueet	40
Kuormituskoe tehdään DIN 1229 mukaan	

# Kuivatusmenetelmät

## Salaojan mitoitusnomogrammi

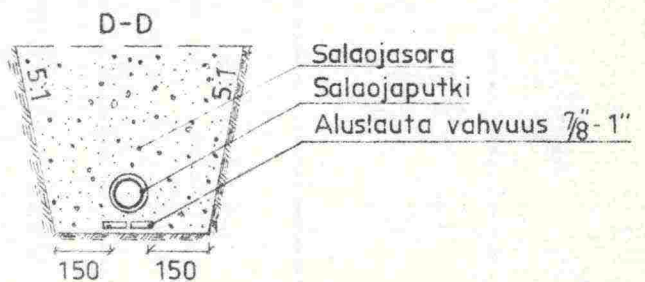
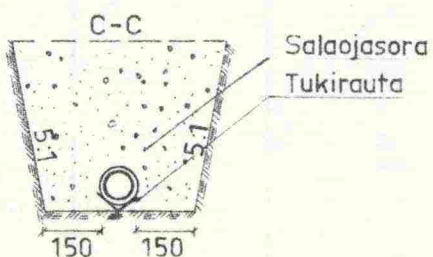
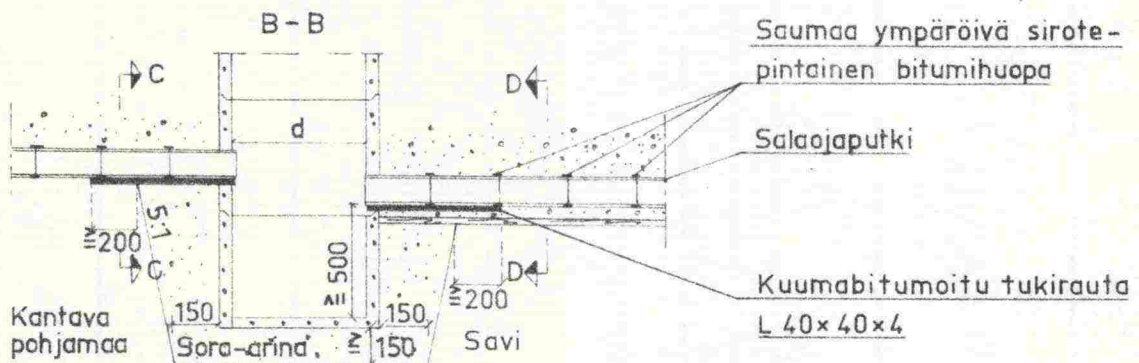
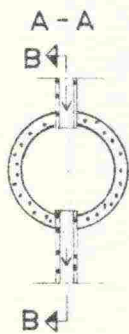
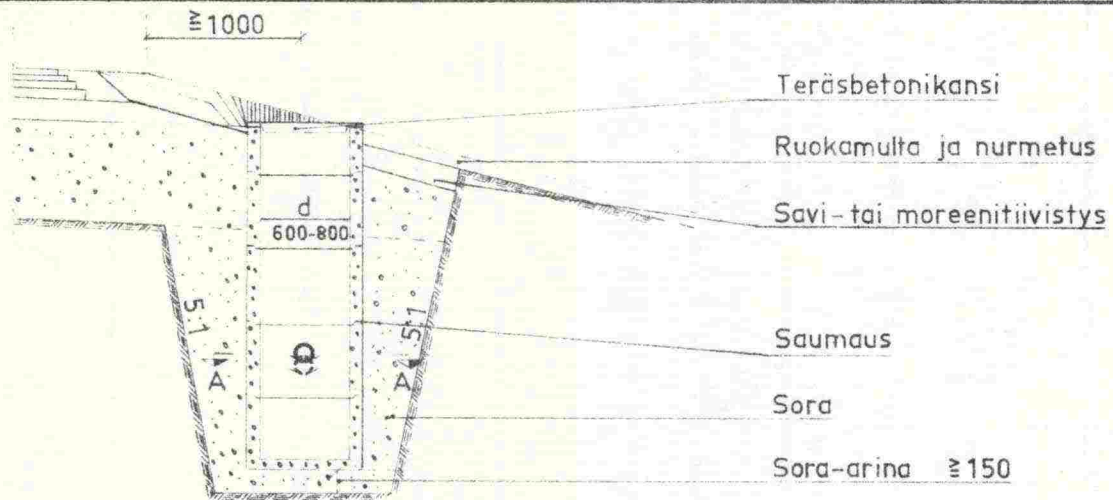


Esim. Salaojan kaltevuus on 0.6% ja virtaama 2.3 l/s.  
 Nomogrammistä saadaan tarvittavan salaojaputken sisä-  
 halkaisija 80 mm ja veden virtausnopeus 0.45 m/s.



# Kuivatusmenetelmät

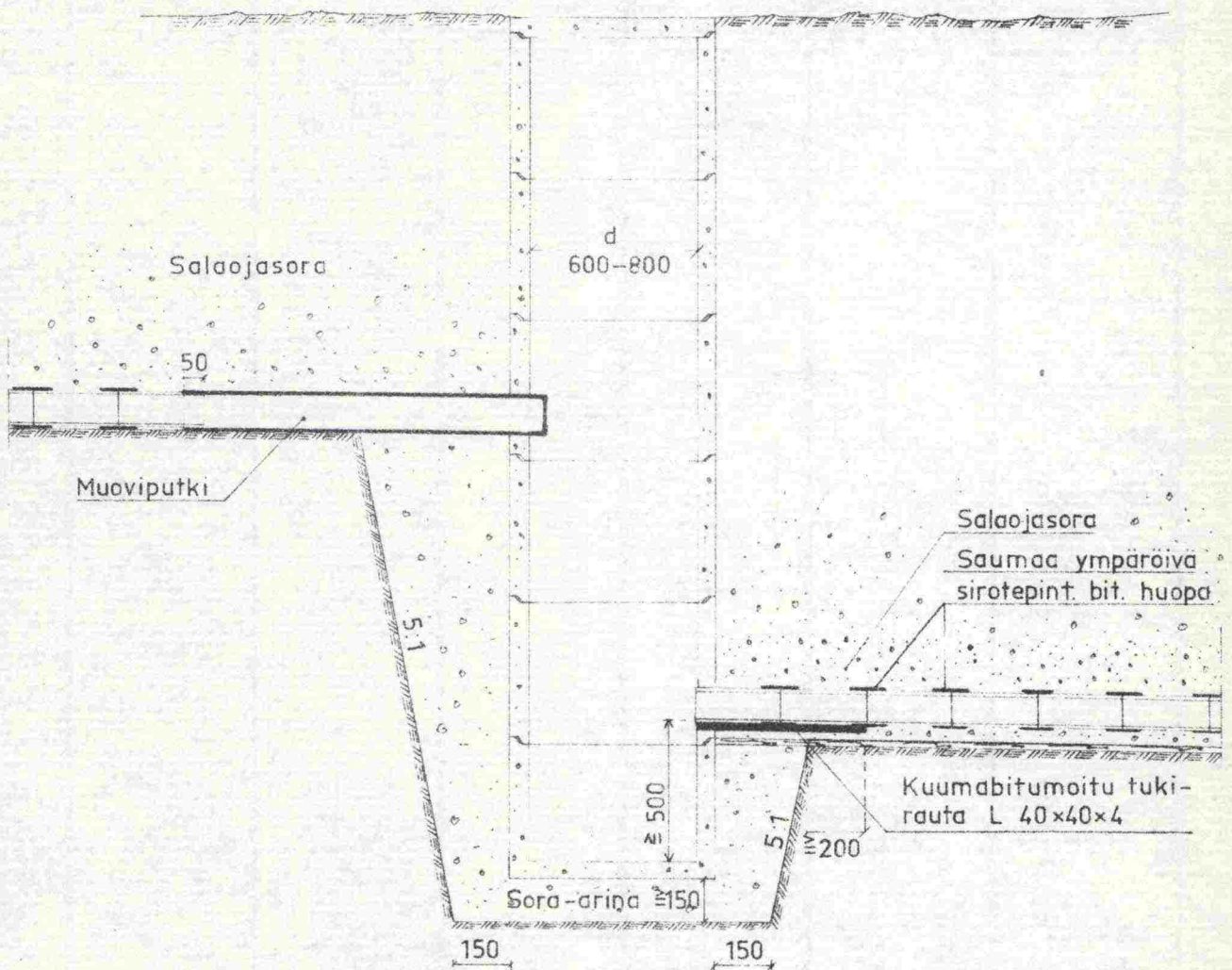
## Salaoja ja lietekaivo



Mitat ilmoitettu millimetreinä

# Kuivatusmenetelmät

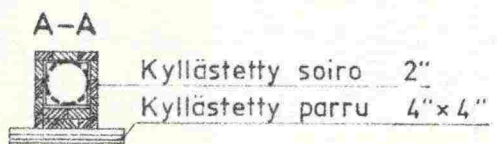
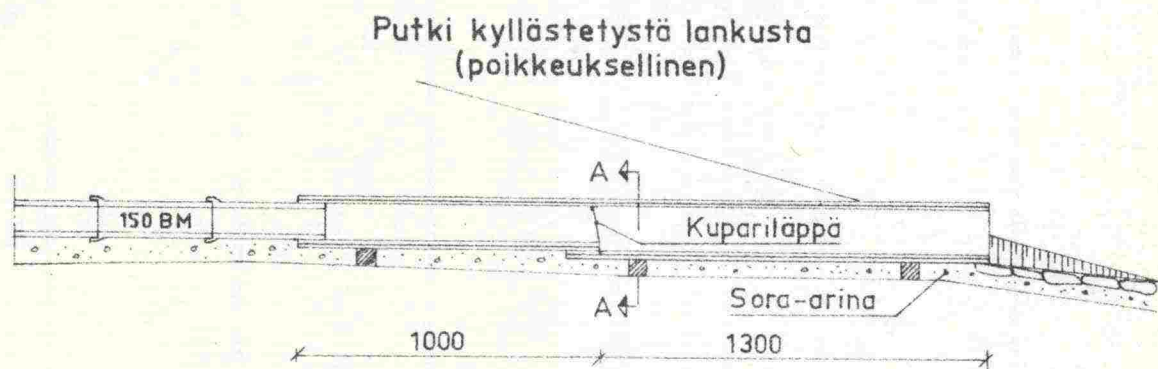
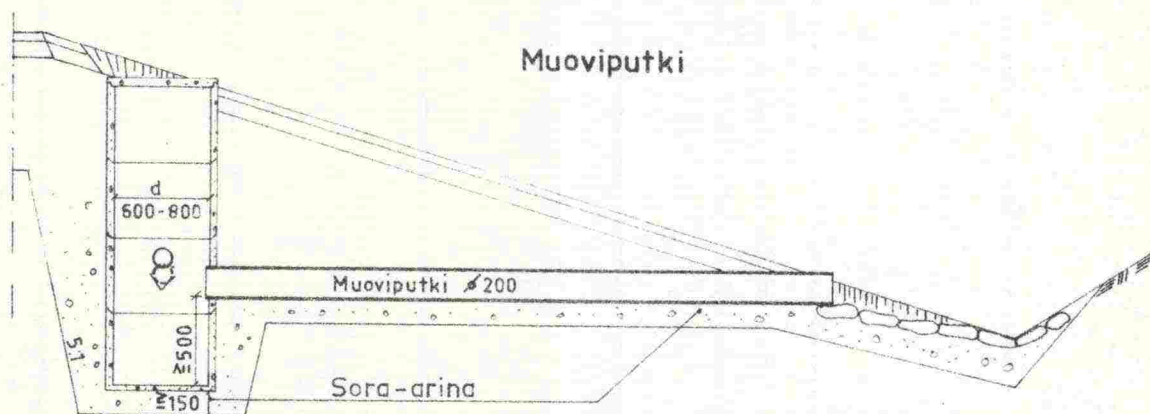
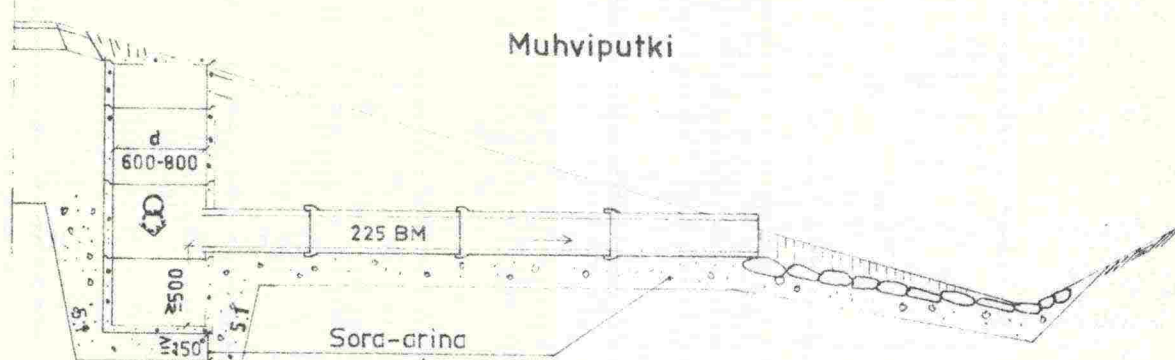
## Salaojan porraskaivo





# Kuivatusmenetelmät

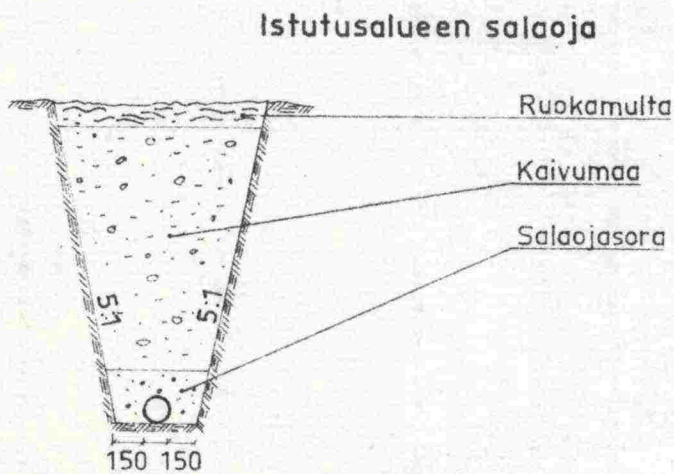
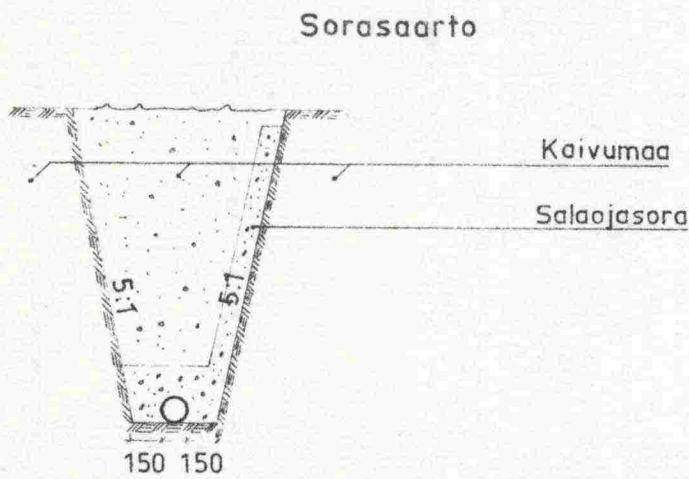
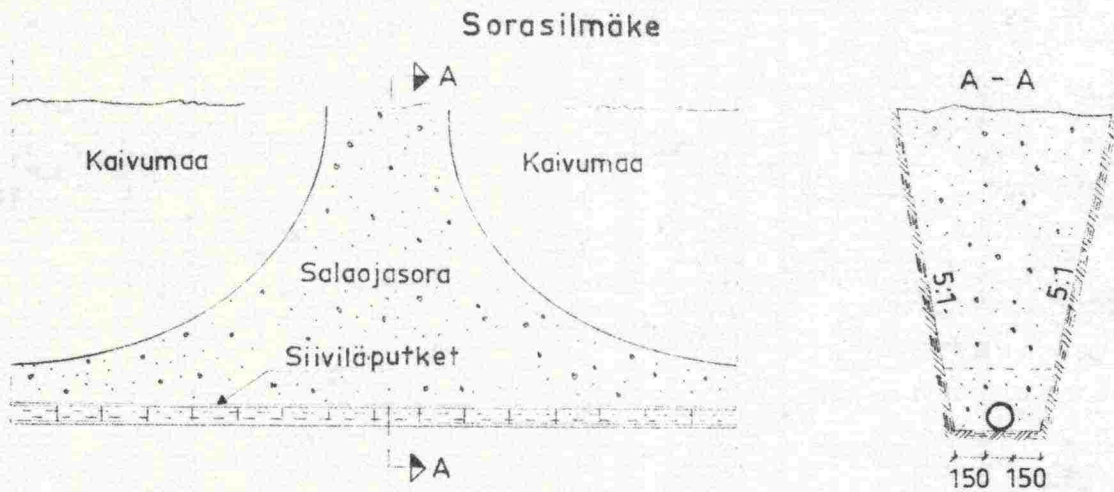
## Salaojaverkon laskuputket



Mitat ilmoitettu millimetreinä

# Kuivatusmenetelmät

## Salaojien erikoisratkaisuja





### 3.23 Rummut

Rumpuja tarvitaan johtamaan tien kuivatusvesiä sivuojasta toiseen ja ympäröivän alueen kuivatukseen kuuluvien laskuojien vesiä tien alitse.

Tien kuivatusjärjestelmän rumpujen paikkoja valittaessa on otettava huomioon mm.

- ennestään rakennetut ojat ja viemärit
- vesien luonnollinen virtaus
- rumpun perustamisolosuhteet ja tulevat painumat
- tiepenkereen korkeus ja vakavuus
- vesien johtamismahdollisuus rakennustyön aikana
- todennäköinen rakennusaika

Vesien virtauksen kannalta on yleensä edullisinta rakentaa rumpu entisen vesiuoman paikalle tai maaston alimpaan kohtaan. Tästä ohjeesta kuitenkin poiketaan mikäli kyseinen paikka on perustamisolosuhteiden puolesta epäedullinen tai rakennustyötä haittaavan veden virtauksen takia työ tulee vaikeaksi.

Kustannusten pienentämiseksi rumpu pyritään rakentamaan tien suuntaa vastaan kohtisuoraksi. Rumpun kohdalle mahdollisesti muodostuvasta epätasaisuudesta liikenteelle aiheutuva haitta on tällöin myös pienin.

Rumpuja ei pidä sijoittaa järjestelmällisesti kaikkiin vettäkerääviin maastopainanteisiin tai vesiuomien kohdille. Painanteiden täytöillä, sivuojajärjestelyillä sekä vesiuomien siirroilla voidaan rumpujen lukumäärää vähentää. Nämä toimenpiteet on suunniteltava siten, ettei penkereen vakavuutta vaaranneta.

Rumpujen mitoitus ts. rumpun vesijuoksun korkeus ja rumpun koko määräytyvät yleensä rumpupaikan yläpuolisen maan käyttömuodon perusteella. Maanviljelysinsinööripiiri tekee ympäristöalueen kuivatukseen ja kuivatusmahdollisuuksiin vaikuttavien rumpujen mitoituksen tiesuunnittelijan laatiman alustavan rumpusuunnitelman perusteella.

Rumpun yläpään vesijuoksun korkeuden alustavassa suunnittelussa voidaan käyttää taulukossa 5 esitettyjä kuivatussyvyksiä.



Taulukko 5. Kuivatussyvyyden riippuvuus rummun yläpuolisen alueen käytöstä.

Yläpuolinen alue	Kuivatussyvyys (m)
Salaojitettu tai salaojitettava pelto	1.20
Pelto, jota ei salaojiteta	1.00
Niitty, luonnonlaidun	0.80-1.00
Metsä	0.80

Taulukon arvoihin on lisättävä kuivatettavan alueen alavimmalta kohdalta rumpuun johtavan ojan pituuskaltevuuden vaatima korkeusero sekä ojan liettymis- ja painumisvarat kohdan 3.21 mukaan.

Yksinomaan tien kuivatukseen tarvittavien rumpujen korkeudet määräytyvät lasku- tai sivuojien syvyyksistä ja putkien vaatimasta vähimmäispeitesyvyydestä.

Rummun mitoitusvesimäärää laskettaessa käytetään yleensä kohdassa 3.11 esitettyjä sulamisvesien valuma-arvoja.

Mikäli kysymyksessä on sellainen alue jolla tulvia ei voida lainkaan sallia on mitoitus tarkistettava myös rankkateiden aikaisten valuma-arvojen perusteella. Vanhojen vesiuomien yhteydessä selvitetään virtaamat mittalaitteilla tai hankkimalla rakennettuja uomia koskevista suunnitelmista tarvittavat tiedot.

Rummun koon määrittäminen tehdään yleensä taulukon 6 avulla. Suurien rumpujen ( $d \geq 1.0$  m) mitoituksessa voidaan käyttää myös kuvan 9 nomogrammia. Mitoituksessa tarvittava padotusluokittelu ja sallittujen padotusten arvot ovat esitettyinä kuvan 9 taulukossa. Nomogrammilla mitoitettaessa on lisäksi tunnettava rummun pituuskaltevuus. Liettymis- ja jäätymisvaaran, sekä pienistä painumista aiheutuvien haittavaikutusten vähentämiseksi pyritään rummuissa käyttämään yleensä n. 1 ... 2 % pituuskaltevuuksia. Pienten vesimäärien yhteydessä käytettävät rumpuputket voidaan mitoittaa samoin kuin sadevesiviemärit.



Taulukko 6. Rummun mitoitus

Suurin sallittu valuma-alue F (km <sup>2</sup> ) Padotusluokissa			Vesisyvyys n (m)	Vesipoikki-leikkaus A (m <sup>2</sup> )	Pyöreän putken sisähalkaisija d (m)	
I	II	III				
0,50	0,70	1,0	0,6	0,28		0,6
0,90	1,5	2,0	0,8	0,50		0,8
1,5	2,1	3,1	1,0	0,78		1,0
2,0	2,8	4,0	1,0	1,01		1,2
2,3	3,3	4,6	1,2	1,13		"
2,5	3,5	5,0	1,0	1,18		1,4
3,0	4,1	6,0	1,2	1,41		"
3,5	5,0	7,0	1,4	1,54		"
4,0	5,5	8,5	1,2	1,60		1,6
5,0	7,0	9,0	1,4	1,85		"
5,5	7,5	10	1,6	2,01		"
5,0	7,0	9	1,2	1,80		1,8
6,0	7,5	11	1,4	2,15		"
7,0	9,0	12	1,6	2,40		"
7,0	9,5	13	1,8	2,55		"
7,0	9,0	13	1,4	2,49		2,13
8,0	11	15	1,6	2,85		"
9,5	12	18	1,8	3,21		"
10	14	19	2,13	3,56		"
12	16	22	1,8	3,91		2,59
14	19	26	2,0	4,38		"
16	21	28	2,2	4,76		"
17	24	30	2,59	5,27		"
16	20	27	1,8	4,65		3,20
18	23	32	2,0	5,25		"
21	28	38	2,2	5,89		"
25	31	43	2,4	6,48		"
					Aaltolevy putken	
					leveys (m)	korkeus (m)
10	14	19	1,20	3,53	3,33	2,16
13	18	24	1,40	4,14	"	"
16	21	28	1,60	4,69	"	"
20	26	35	2,16	5,67	"	"
16	21	28	1,40	4,72	3,82	2,42
19	24	34	1,60	5,40	"	"
22	28	39	1,80	6,01	"	"
25	31	43	2,0	6,53	"	"
28	34	45	2,42	7,25	"	"

- Esim. - Rummun valuma-alueen pinta-ala  $F = 2.8 \text{ km}^2$   
 - Järvisyys-%  $P = 0$   
 - Rummun pituus  $L = 20 \text{ m}$   
 - Rummun pituuskaltevuus  $J = 0.001$   
 - Padotusluokka II, sallittu padotus  $H = 0.06 \text{ m}$   
 - Rummun laskuojassa sallittava vesisyvyys  $h = 1.0 \text{ m}$

a) Taulukosta 6 saadaan padotusluokan, valuma-alueen pintapalan ja vesisyvyyden perusteella pyöreän putken halkaisijaksi  $1.2 \text{ m}$

b) Kohdan 3.11 taulukon 2 mukainen

$$HQ = 900 \text{ l/s}$$

$$Z = 0.001 \times 20 \text{ m} = 0.02 \text{ m}$$

$$H+Z = 0.06 + 0.02 = 0.08 \text{ m}$$

Kuvan nomogrammista saadaan pyöreän betonisen rumpuputken sisähalkaisijaksi  $\sim 1.2 \text{ m}$

Rummut tehdään yleensä betoniputkinormien mukaisista uurreputkista tai erikseen annettavien määräysten mukaisista teräsaaltolevyputkista. Taulukossa 7 on esitetty erilais-  
 ten betonisten uurreputkien valinta tien päällysrakenteen ja rummun peitesyvyyden perusteella.

Taulukko 7. Betonisten uurreputkien valinta.  
 (Akselipainon 14 t mukaan)

Peitesyvyys (m)	Päällysrakenne No		
	1	2...6	7...8
0.2-0.6	-	-	BU
0.6-3.0	BR	BV	BU
3.0-4.5	BR	BVL	BU
4.5-5.0	BR	BVA	BU
5.0-5.5	BR	BVA	BVA
5.5-6.0	BR	BR	BR
6.0-8.0	BRL	BRL	BRL
8.0-12.0	BL	BL	BL

Lyhennysmerkinnät:

BU = jalaton uurreputki

BR = rautatieputki

BRL = rautatieputki lisäteräksin

BV = viemäri- ja rumpuputki

BVL = viemäri- ja rumpuputki lisäteräksin

BVA = viemäri- ja rumpuputki anturavahvistuksella

BL = lentokenttäputki



Teräsaaltolevyputken seinämäpaksuuden riippuvuus putken peitesyvyydestä on yleensä esitettyinä valmistajien laatimissa taulukoissa.

Betoniputkien käyttöä puoltaa mm putkien

- halpuus
- hyvät saantimahdollisuudet
- pinnan tasaisuus
- hyvä kestävyys työvirheistä aiheutuvia lisärasituksia vastaan

Aaltolevyputkirumpujen hyviä ominaisuuksia ovat mm. keveys käsittelyn ja pohjamaan kantavuuden kannalta katsottuna sekä käyttömahdollisuus myös heikohkoissa perustamisolosuhteissa, joissa epätasaisesta painumisesta johtuen jäykkiä rakenteita ei ilman paalutusta voida käyttää. Saatavana olevien aaltolevyputkien suuret mitat laajentavat aaltolevyputkirumpujen käyttömahdollisuuksia.

Em. putkimateriaalien sijasta voidaan käyttää myös erikoisvalmisteisia, lujuusominaisuuksiltaan vastaavia betoniputkia.

Betoniputket saumataan bitumitilkesaumauksella tai kumi-rengassaumauksella.

Rummun perustamisratkaisuissa olisi pyrittävä siihen, ettei rummun kohdalle muodostu erilaista painumaa kuin tiehen rummun läheisyydessä. Normaalit perustamistavat on esitetty kuvissa 10 ... 16. Vaikeat perustamiskohteet on suunniteltava erikseen ottaen huomioon geo- ja maarakennusteknilliset näkökohdat.

Pehmeikkökohdilla rumpu joudutaan usein tekemään painuneen penkereen varaan. Työn aikana on huolehdittava vesien johtamisesta tilapäisuuksilla, pumppuamalla tai patoamalla.

Penger- ja ajoneuvokuorman epätasainen jakautuminen rummun pituussuunnassa aiheuttaa rummun epätasaisen painumisen. Epätasaisesta painumisesta aiheutuvien rakennevaurioiden ja haittojen pienentämiseksi rumpu rakennetaan korotettuna. Korotuksen suuruus voidaan määrätä esim. kuvan 17 perusteella.

Syvien pehmeikköjen kohdilla tarvittavat rummun korotukset ovat yleensä niin suuria, etteivät betoniputkien saumat salli korotusten tekemistä täysimääräisenä. Tällaisissa



tapauksissa tehdään rummussa korotus mahdollisimman suureksi ja käytetään suurempia putkia kuin mitä mitoitus edellyttää. Tarvittaessa on rummun kohdalla tehtävä osittainen epätasaista painumaa tasaava massanvaihto.

Kuivatusnäkökohtien lisäksi rakenteiden kunnossapito asettaa rummuille tiettyjä vaatimuksia.

Rummun ylä- ja alapäiden syöpyimiä ja niistä johtuvia sortumia pyritään välttämään käyttämällä kuvan 18 mukaisia rummun päätteitä.

Kunnossapitotoimenpiteiden vähentämiseksi pyritään pienten helposti tukkeutuvien rumpujen käyttöä välttämään. Sisähalkaisijaltaan 600 mm pienempiä putkia ei tulisi käyttää kuin sivuojarumpuina ja niissäkin ainoastaan korkeuksien niin vaatiessa. Moottori- ja I luokan teiden rumpujen sisähalkaisijan tulisi aina olla vähintään 800 mm, koska kunnossapitotyö on monesti vaikeaa ja häiritsee liikennettä.

Puhdistusmahdollisuuksien parantamiseksi on pienet rummut yleensä varustettava tarkastuskaivoilla mikäli rumpupituus ylittää taulukossa 8 esitetyt arvot.

Taulukko 8. Tarkastuskaivon käytön riippuvuus rumpuputken koosta ja rummun pituudesta.

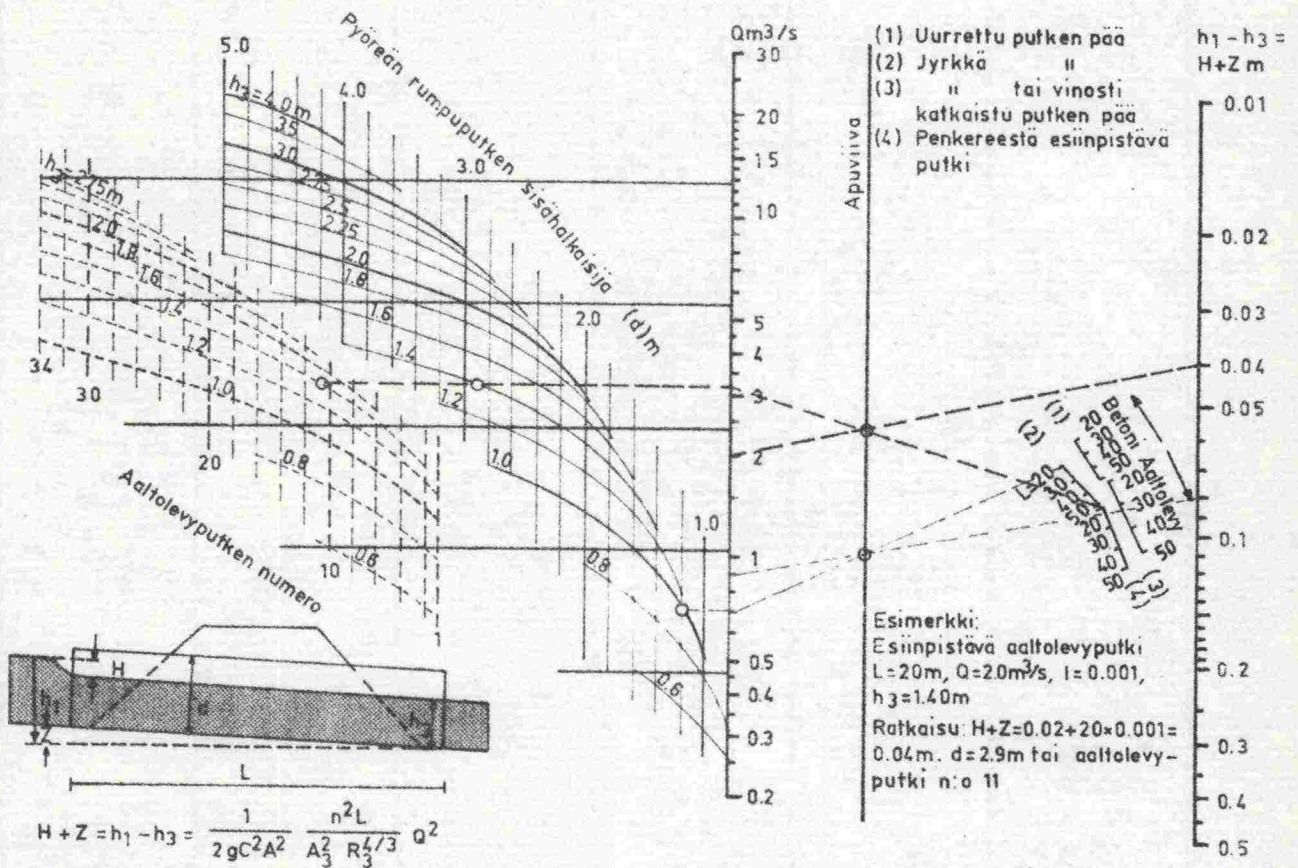
Putken sisähalkaisija (mm)	Suurin sallittu rummun pituus ilman tarkastuskaivoa (m)
300	7
400	10
500	20
600	30
800	50
1000	70

Tien kuivatuksen yhteydessä joudutaan rakentamaan rumpuja myös tulevia ympäristöalueen kuivatus- ja putkitustöitä silmälläpitäen. Ympäristöalueen ojien myöhemmän perkauksen edellyttämä varaus voidaan tehdä esim. kuvassa 19 esitetyn periaatepiirroksen mukaisesti rakentamalla ns. varusrumpu, jonka päät suljetaan.



# Kuivatusmenetelmät

## Rummun mitoitus



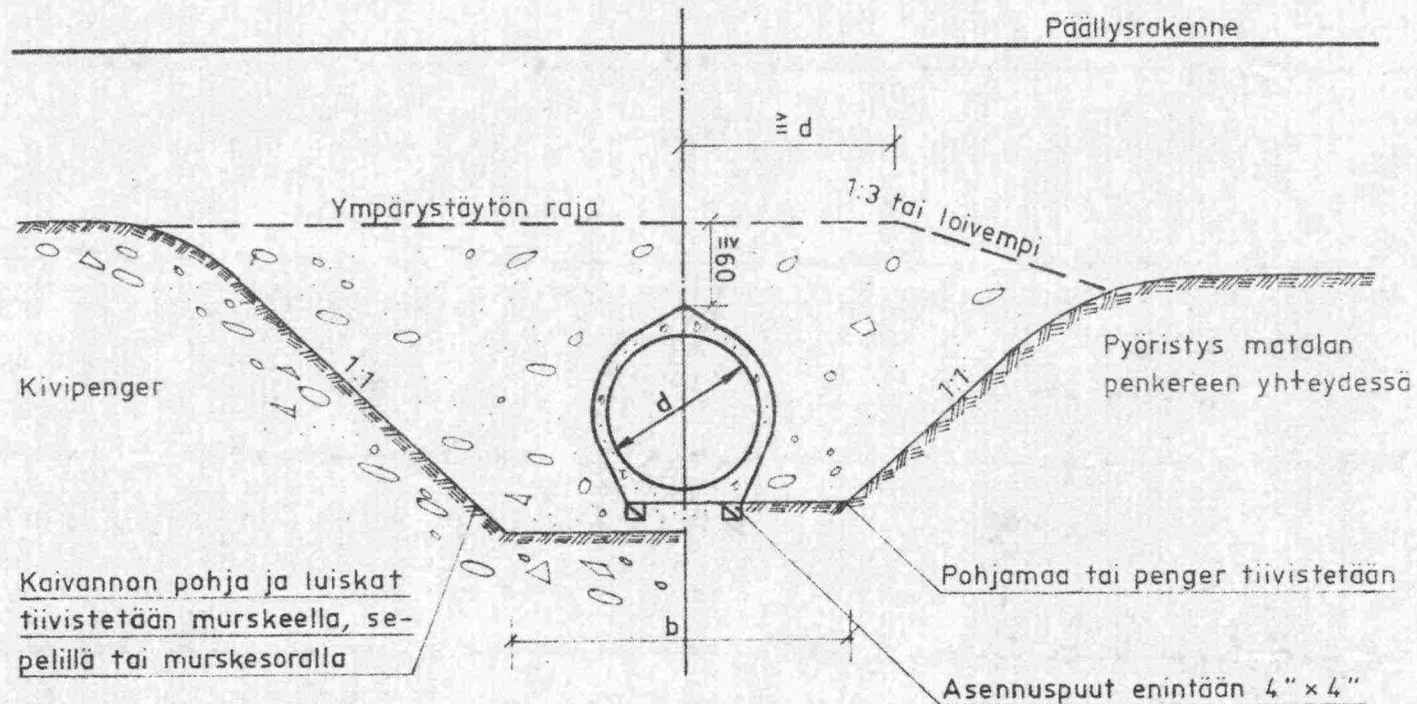
Padotus luokka	Selostus rummun vaikutus-alueesta	Sallittu padotus H (cm)
I	Rummun yläpuolella on alavahkoja viljelysmaita ja ojan kaltevuus rummusta ylöspäin on alle 0.001	3-5
II	Rummun yläpuolinen alue on sellainen, että padotusvahingot ovat vähäiset	6-10
III	Rummun yläpuoliselle alueelle ei aiheudu padotuksesta sanottavaa vahinkoa ojan ollessa hyvin kalteva ja yläpuolisten alueiden ollessa metsää tai joutomaata	15-20



# Kuivatusmenetelmät

## Perustamistapa A 1

Perustaminen kantavalle routimattomalle pohjamaalle tai penkereelle



Kaivannon pohja ja luiskat tiivistetään murskeella, sepelillä tai murskesoralla

Jos  $d < 200$  on  $b = d + 100$

Jos  $d \geq 200$  on  $b = d + 150$

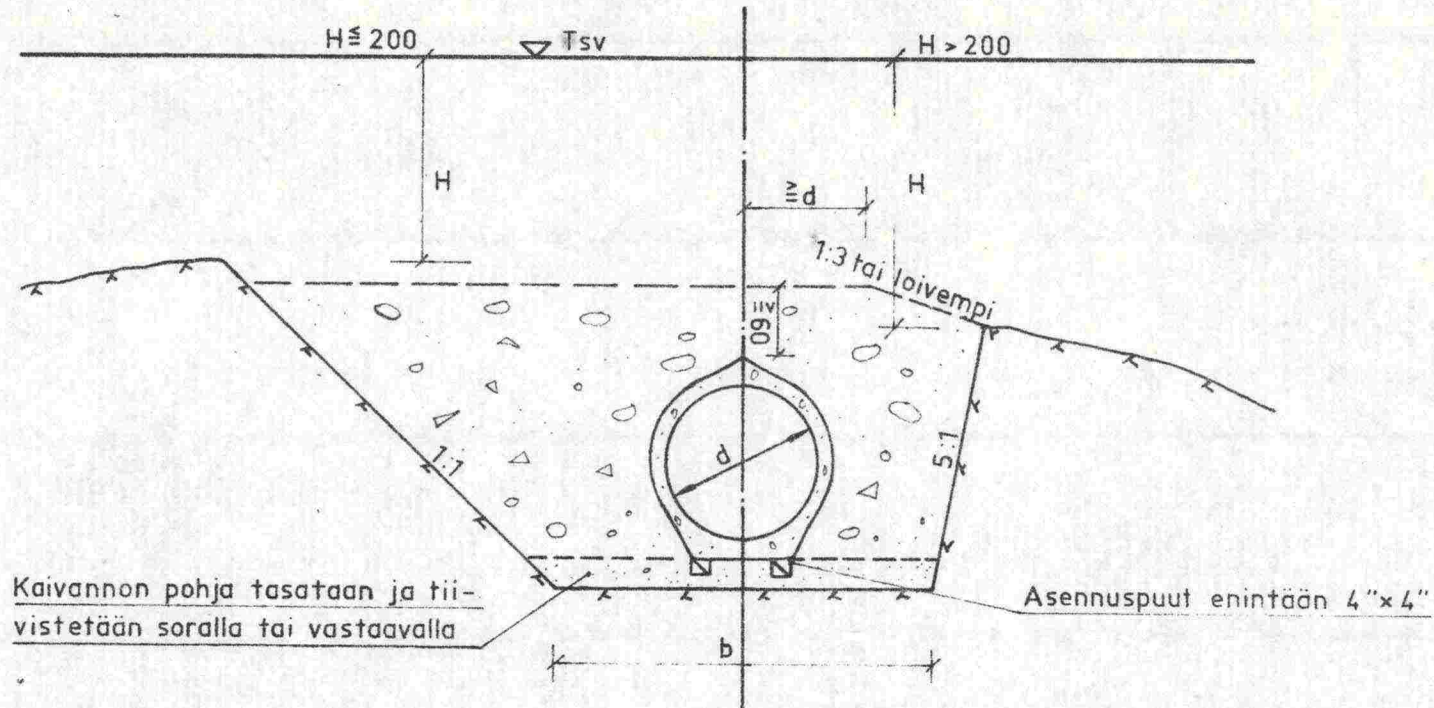
Mitat ilmoitettu senttimetreinä



# Kuivatusmenetelmät

## Perustamistapa A 2

### Perustaminen kalliolle



Jos  $d \leq 200$  on  $b = d + 100$

Jos  $d \geq 200$  on  $b = d + 150$

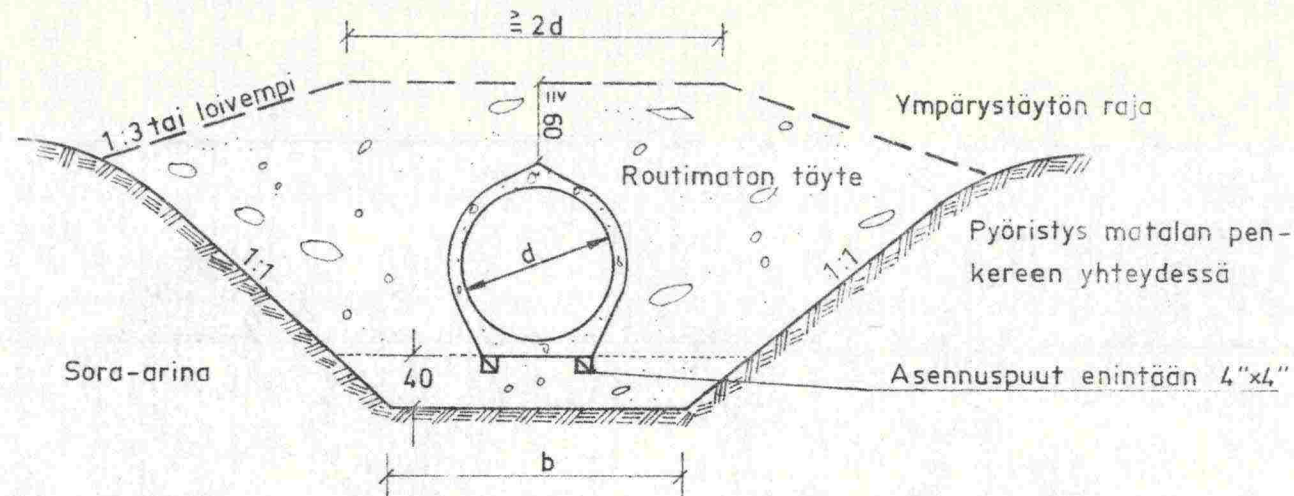
Mitat ilmoitettu senttimetreinä

# Kuivatusmenetelmät

## Perustamistapa B

### Perustaminen kantavalle routimattomalle maalle

Päällysrakenne



Jos  $d < 200$  on  $b = d + 100$

Jos  $d \geq 200$  on  $b = d + 150$

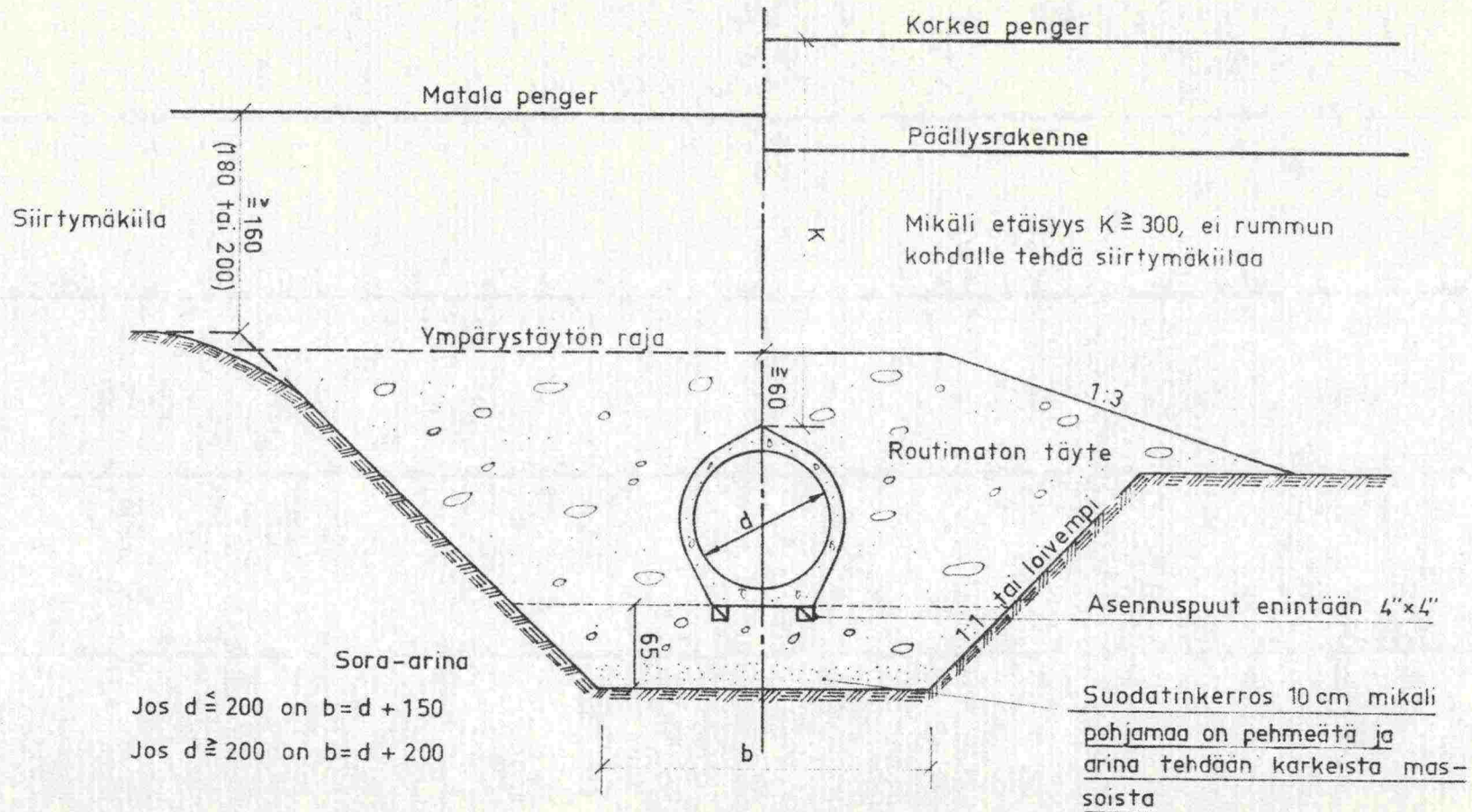
Mitat ilmoitettu senttimetreinä



# Kuivatusmenetelmät

## Perustamistapa B

Perustaminen routivalle maalle

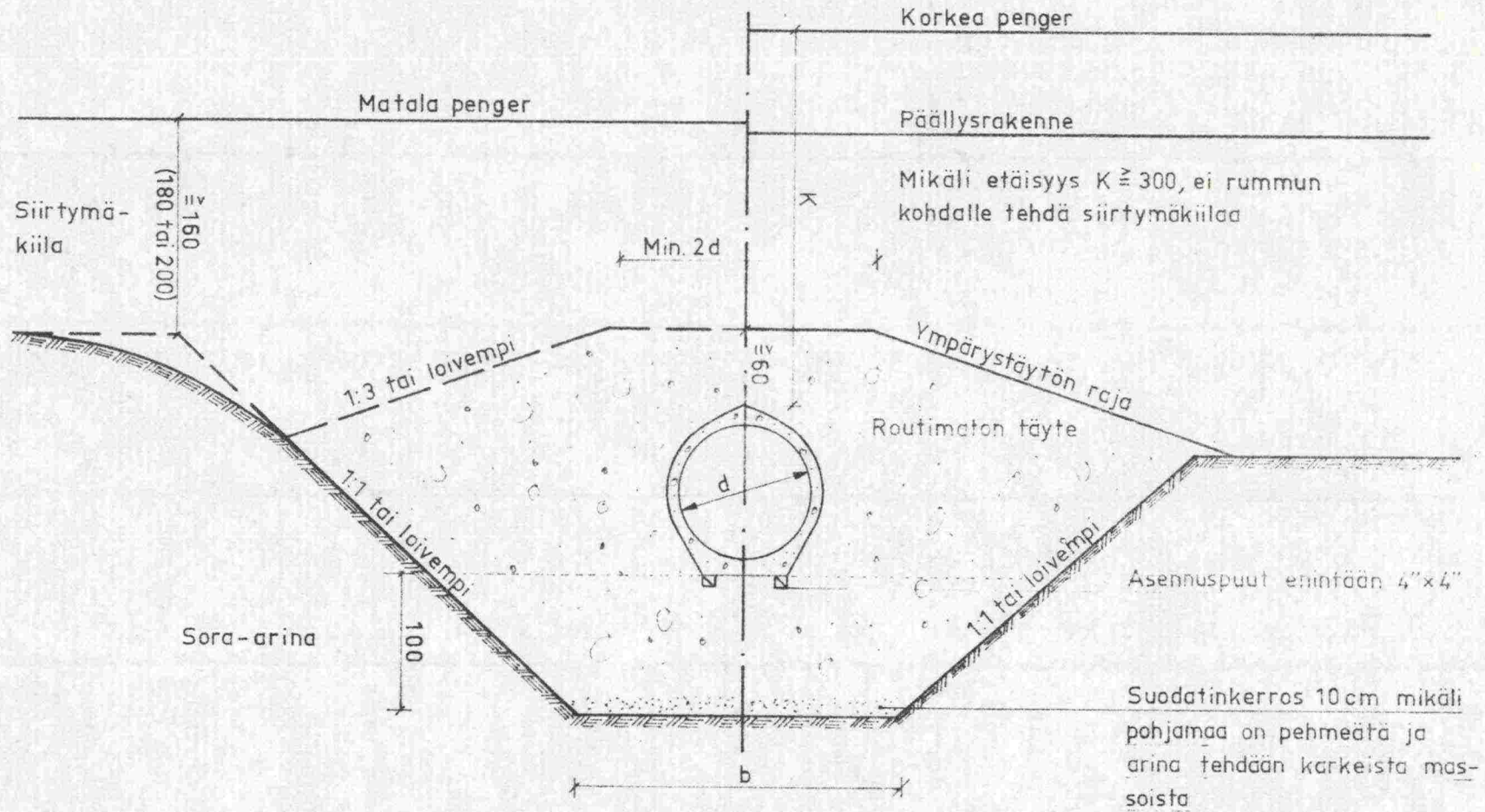


Mitat ilmoitettu senttimetreinä

# Kuivatusmenetelmät

## Perustamistapa B

### Perustaminen pehmeikölle

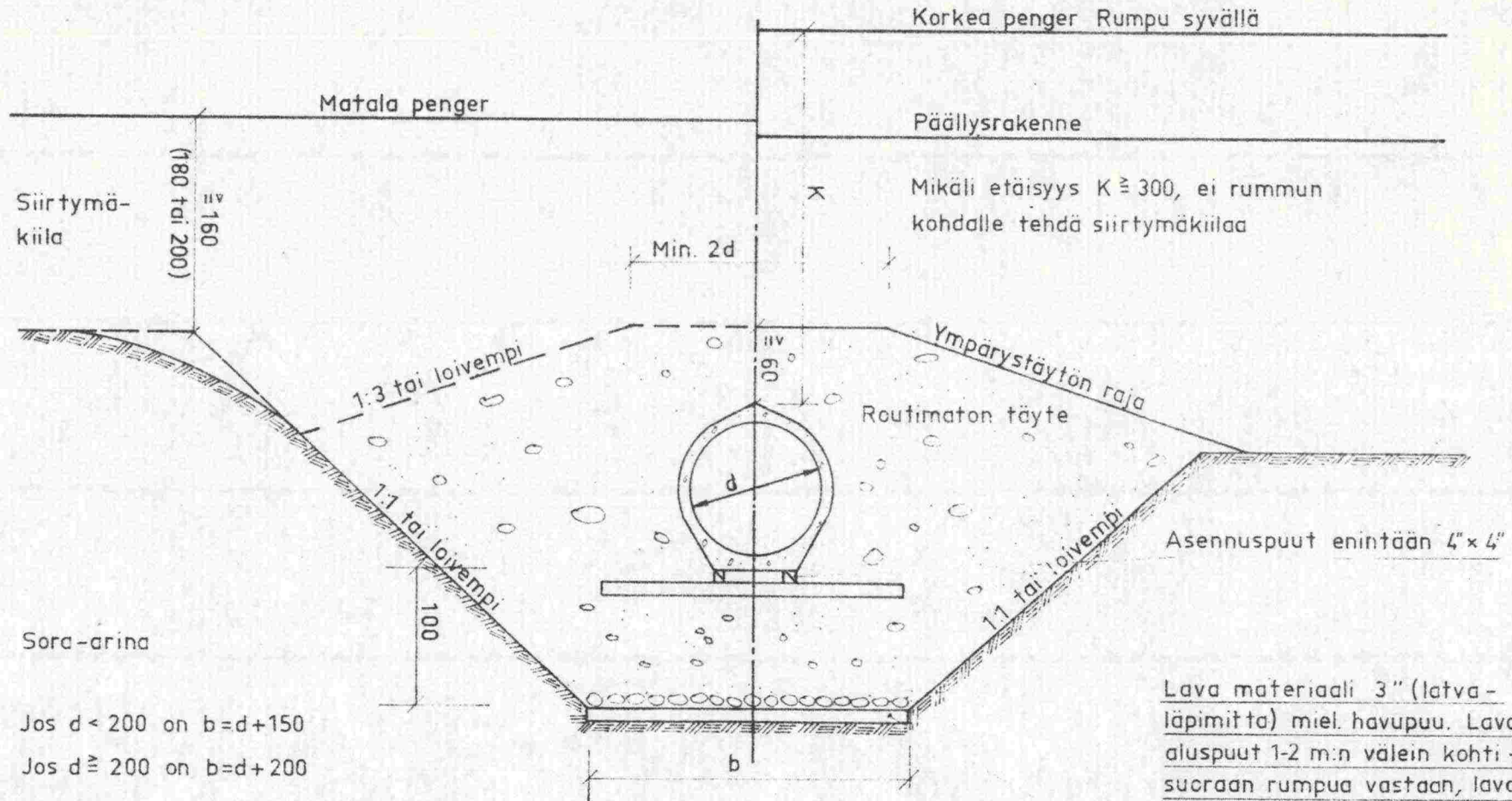


Mitat ilmoitettu senttimetreinä



# Kuivatusmenetelmät Perustamistapa C

## Perustaminen pehmeikölle



Jos  $d < 200$  on  $b = d + 150$

Jos  $d \geq 200$  on  $b = d + 200$

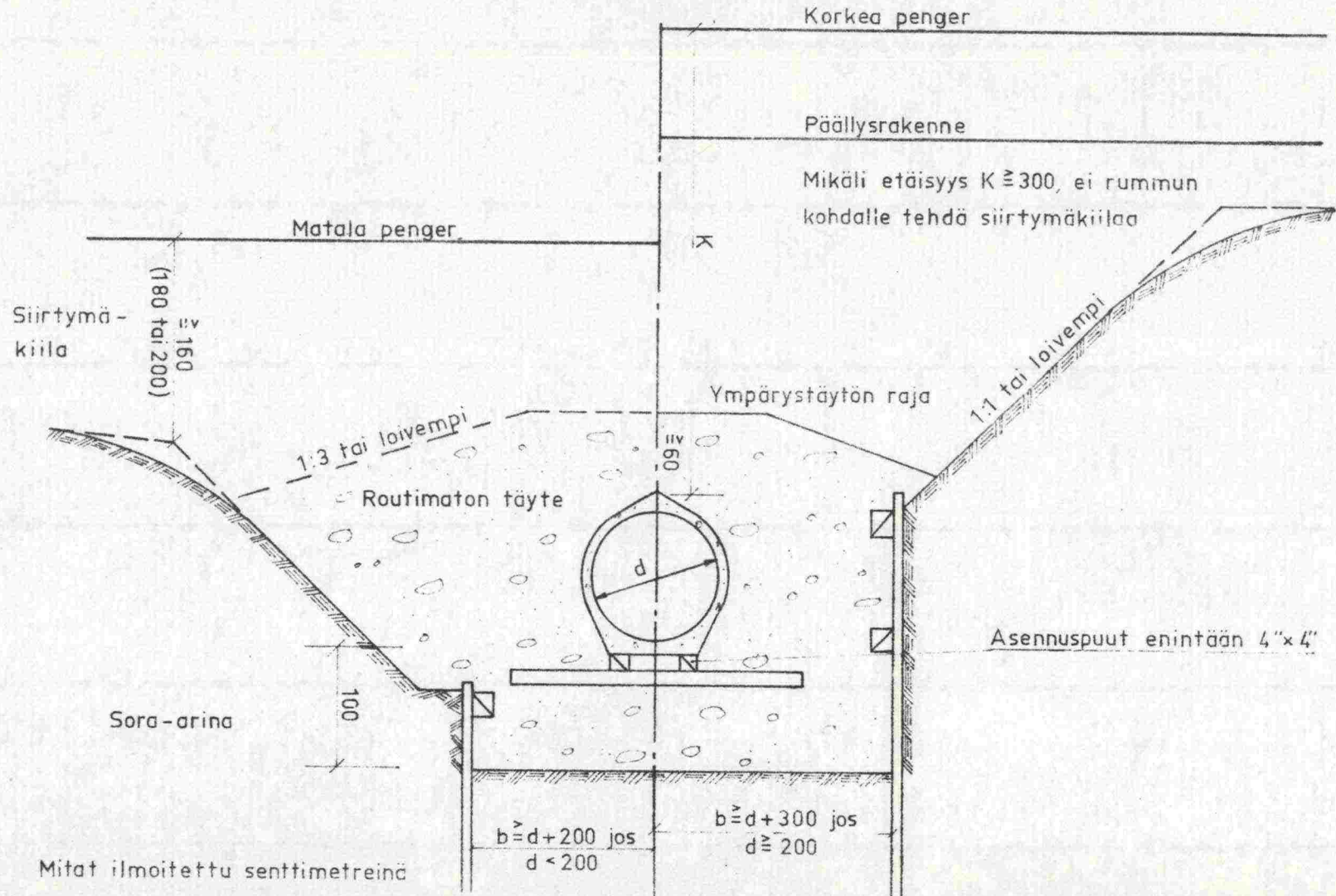
Mitat ilmoitettu senttimetreinä

Lava materiaali 3" (latva-  
läpimitta) miel. havupuu. Lavan  
aluspuut 1-2 m:n välein kohti -  
suoraan rumpua vastaan, lava-  
puut rummun suuntaan vierek-  
kain, jatkokset eri kohtiin.

# Kuivatusmenetelmät

## Perustamistapa D

### Perustaminen pehmeikölle



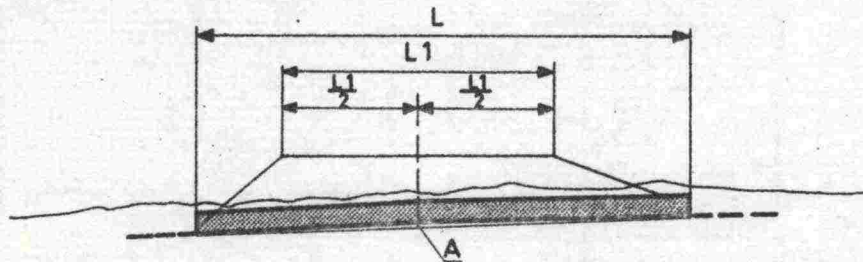
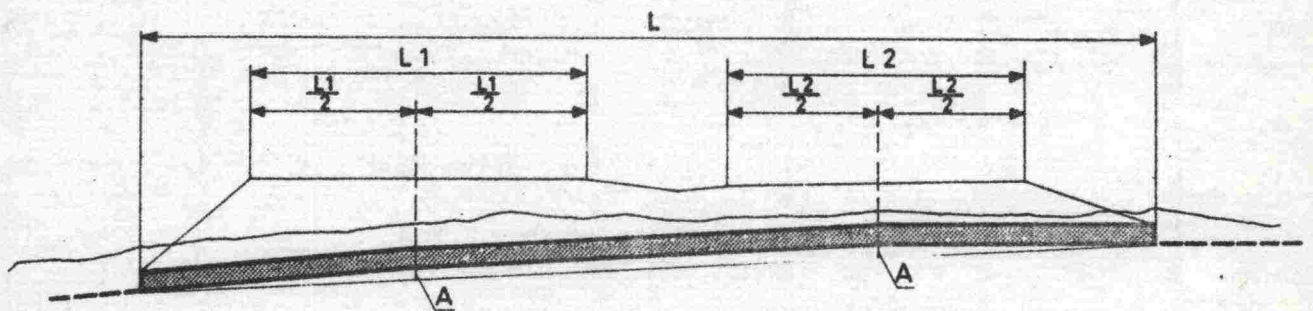
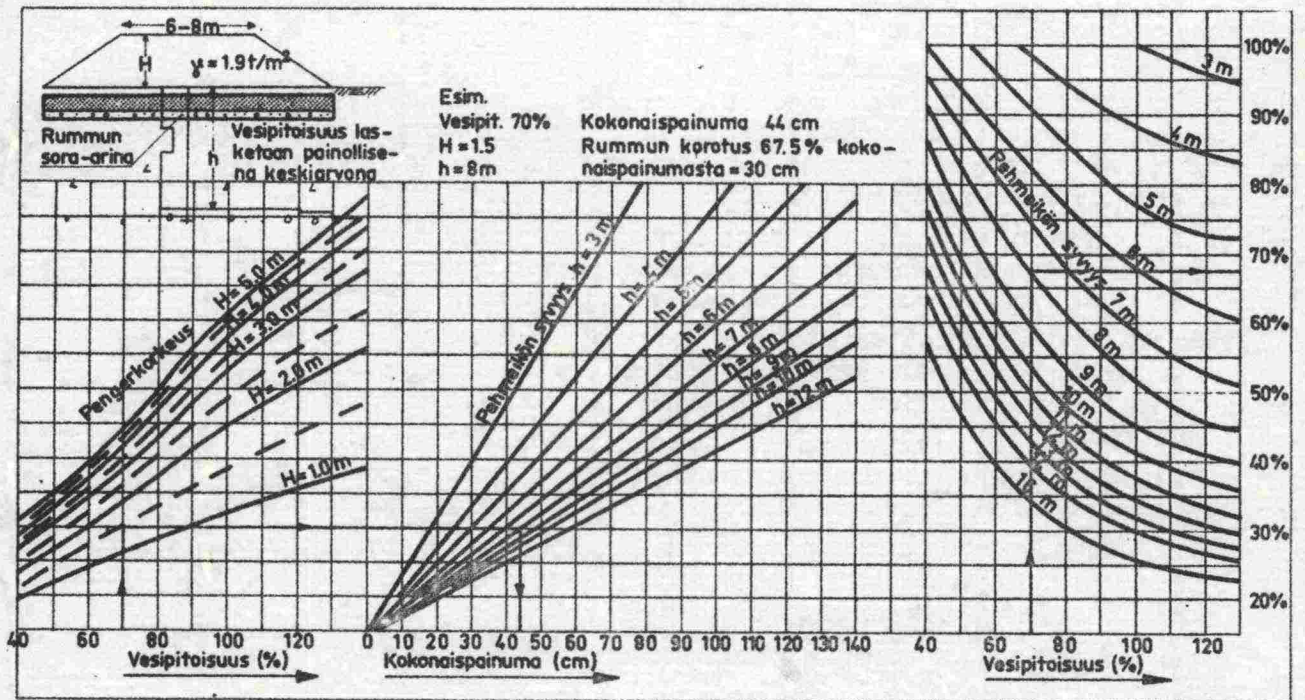
Mitat ilmoitettu senttimetreinä

Kuva 16



# Kuivatusmenetelmät

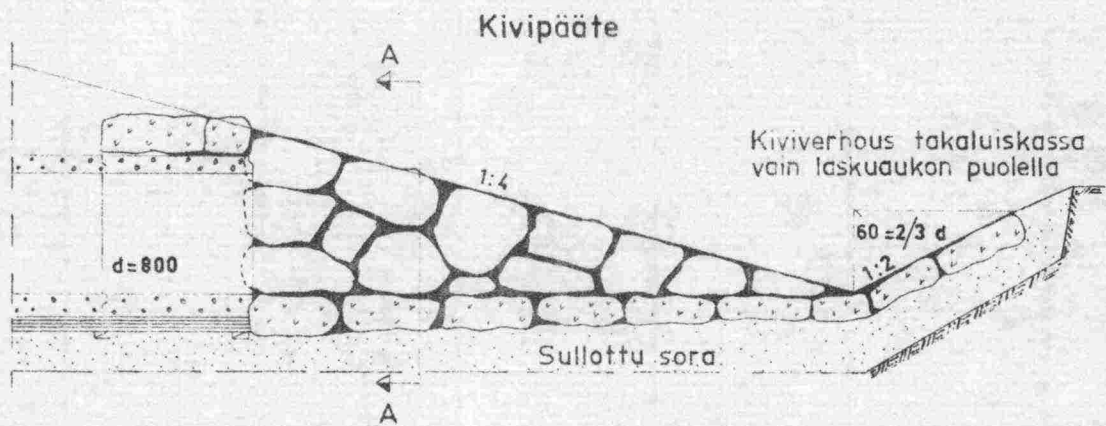
## Rummun korotuksen suunnittelu





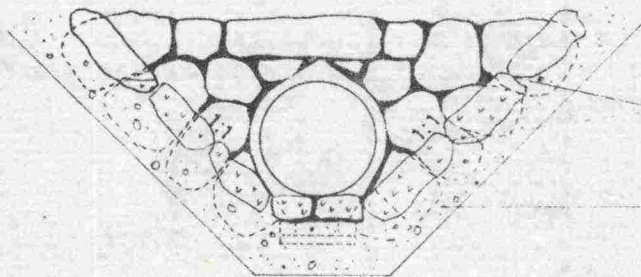
# Kuivatusmenetelmät

## Rummun päätteet



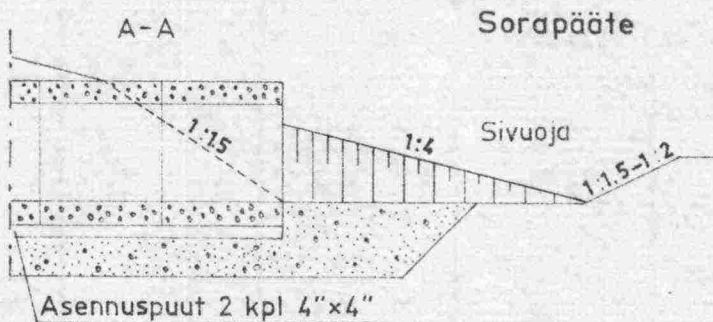
Kiviverhous takaluiskassa vain laskuaukon puolella

A-A

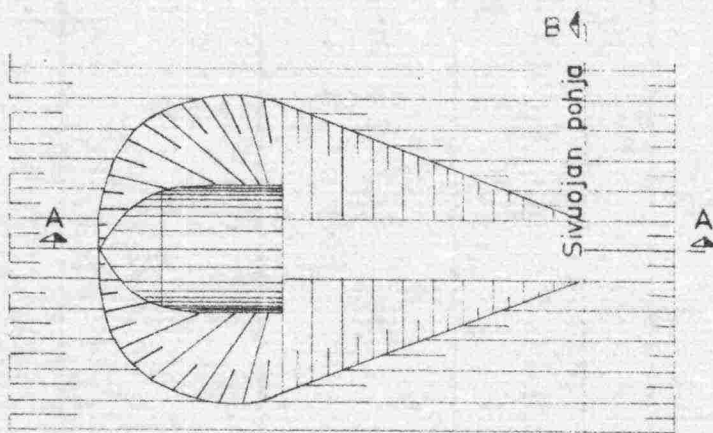
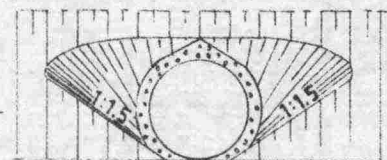


Saumät tiivistetään esim. sammaleella

Sullottu sora, paksuus maan routivuuden mukaan



B-B

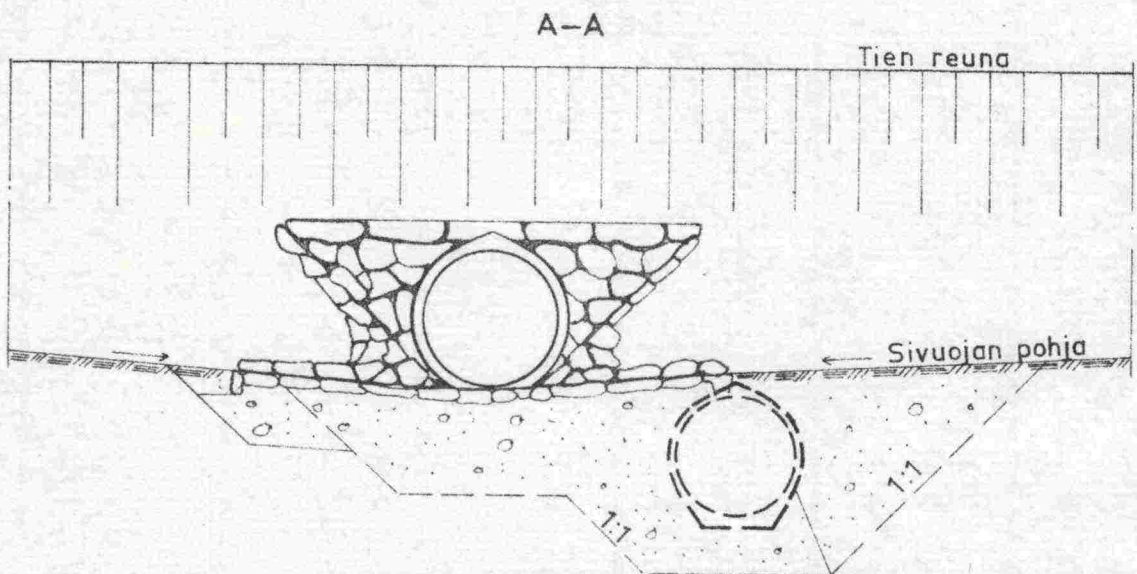
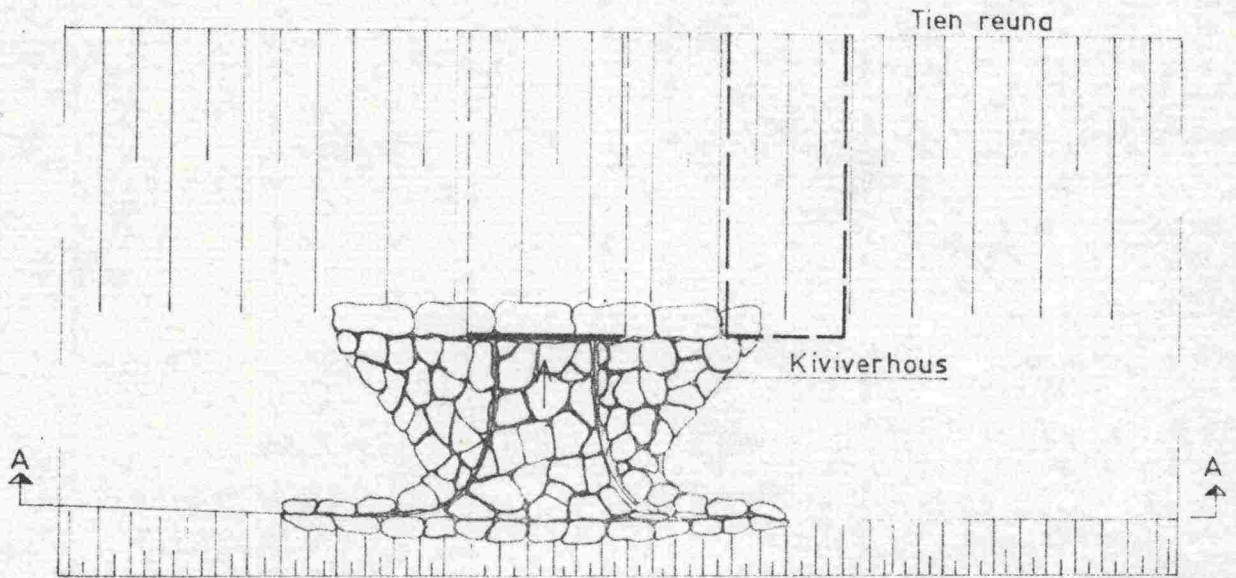


B



# Kuivatusmenetelmät

## Varausrumpu



Mahdollisen perkauksen edellyttämä  
rumpu, joka jää kokonaisuudessaan  
penkereen sisään. Päät suljetaan.

### 3.24 Sadevesiviemärit

Sadevesiviemäröinnin tarkoituksena on pintavesien kerääminen ja poisjohtaminen.

Sadevesiviemäröintiä käytetään pääasiassa kaksiajorataisten teiden ja reunakivillä varustettujen teiden yhteydessä. Sadevesiviemäreiden käyttö tulee edelleen kysymykseen kaapeiden poikkileikkausten yhteydessä tai kun ojakuivatusta ei käytetä liikenneturvallisuus, taloudellisuus tai esteettisistä syistä. Sadevesiviemäriä voidaan usein edullisesti käyttää myös salaojavesien kokoamiseen.

Sadevesiviemäriin paikkaa valittaessa on otettava huomioon, ettei viemäriin kunnossapito aiheuta kohtuutonta haittaa tien liikenteelle. Sadevesiviemäröinti on mahdollisimman suureksi osaksi pyrittävä tekemään ajoratojen ulkopuolelle luiskien, jalkakäytävien, istutuskaistojen, pientareiden yms. kohdille. Kaivojen ja putkiston paikkoja valittaessa on myös otettava huomioon liikennemerkkien, kaiteiden, valaisinpylväiden yms. laitteiden viemäröinnin sijainnille asettamat vaatimukset.

Sadevesikaivot on pyrittävä sijoittamaan vesien kokoamisen kannalta mahdollisimman edullisille paikoille. Yleensä olisi vältettävä kaivojen sijoittamista jyrkille tien kohdille.

Sadevesiviemäröintiä suunniteltaessa on otettava huomioon pehmeikön kohdalla tiehen aikaa myöten muodostuvat painumat. Viemäriin johtamista painuvan pehmeikön yli on vältettävä. Laskujohto on mikäli mahdollista sijoitettava odotettavissaolevan suurimman painuman kohdalle. Epätasaisesti painuville tien kohdille on yleensä tarkoituksenmukaista tehdä laskujohtoja runsaasti. Painumakohdissa on suositeltavaa rakentaa laskujohto jokaisesta sadevesikaivosta, mikäli maastolliset olosuhteet sen sallivat.

Sadevesiviemäreiden asennussyvyyksien suhteen noudatetaan taulukossa 9 esitettyjä vähimmäissyvyysarvoja. Lumen suojaamilla paikoilla voidaan taulukkoarvoja pienentää kohdan 3.12 kuvassa 6 esitettyjen arvojen mukaisesti. Putkien perustaminen, jolla näissä ohjeissa tarkoitetaan putkien alle tehtävää arinaa, on kuitenkin ulotettava routivissa maissa roudattomaan syvyyteen.



Taulukko 9. Sadevesiviemäreiden asennussyvyyden vähimmäisarvot

Kohdan 3.12 kuvan 4 mukainen alue	Sadevesiviemäri (cm)	Erillisen sadevesikaivon laskujohto (cm)
Alue I	145	130
Alue II	155	140
Alue III	165	150
Alue IV	185	170
Alue V	215	200

Mitoitettaessa sadevesiviemäriä on lähinnä kunnossapito-  
syistä pyrittävä täyttämään seuraavat ehdot:

- pienimmän käytettävän putkikoon tulisi olla 300 mm
- putkikaltevuuksien tulisi olla taulukon 10 mukaisia
- pienimmän sallitun virtausnopeuden tulisi olla 0.5 m/s
- suurimman sallitun virtausnopeuden tulisi olla betoni-  
putkia käytettäessä 3.5 m/s

Viemäriin laskennallinen mitoitus tehdään kuvassa 20 esite-  
tyn nomogrammin avulla. Mitoitusvesimäärinä käytetään koh-  
dan 3.11 mukaisesti laskettuja sadevesimääriä.

Taulukko 10. Putkikaltevuudet sadevesiviemäreissä

Putken sisähalkaisija (mm)	Pienin kaltevuus %	Suosittelava pienin kaltevuus %	Suosittelava suurin kaltevuus %
300	0.3	0.4	4.5
400	0.23	0.3	3.3
500	0.2	0.27	2.5
600	0.18	0.24	2.0
800	0.13	0.18	1.4

Putkisto tehdään yleensä betoniputkinormien mukaisista  
putkista. Putkien peitesyvyyden ollessa 1.0 ... 3.0 m käy-  
tetään tavallisia muhviputkia (BM) ja peitesyvyyden ollessa  
3.0 ... 5.0 m erikoisputkia (BE). Viemäriin pituuskaltevuu-  
den ylittäessä taulukon 10 mukaisen suurimman sallittavan  
arvon keskitetään liika putous kuvan 24 mukaisten porras-  
kaivojen kohdalle tai käytetään betoniputkien asemasta



valurauta- tai muoviputkia. Ajoradan alle tehtävissä sadevesiviemäreissä ja sisäläpimitaltaan yli 400 mm viemäreissä sekä putkien peitesyvyyden ylittäessä 5.0 m käytetään tierakennuksessa yleensä kohdan 3.23 taulukon 7 mukaisia jalallisia uurreputkia.

Putket asennetaan kaivoväleittäin sekä sivu- että pystysuunnassa täysin suoraan putkilinjaan.

Sadevesiviemäreissä käytetään bitumi-, bitumitilke- tai kumirengassaumausta. Kumirengassaumausta voidaan suositella sauman joustavuuden ja vahvuuden sekä saumaustyön helppouden ja nopeuden johdosta.

Sadevesiviemärit perustetaan yleensä kuvissa 21 ja 22 esitettyjä perustamistapoja käyttäen. Erikoisen vaikeissa perustamisolosuhteissa on perustamistapa suunniteltava kussakin tapauksessa erikseen. Erilaisten perustamistapojen välille on pyrittävä saamaan joustava siirtyminen tai perustamistavan muutos on toteutettava kaivon kohdalla. Kaivo sijoitetaan yleensä aina sellaisille paikoille, joissa pohjamaan kantavuudessa tapahtuu oleellinen muutos. Kaivo perustetaan tällöin kantavamman maan puolelle.

Laskujohtojen päätteet on veden kuluttavan vaikutuksen estämiseksi vahvistettava yleensä kuvan 23 mukaisesti.

Putkikaivannot suunnitellaan konetyötä silmälläpitäen riittävän suuriksi ja poikkileikkaukseltaan yksinkertaisiksi.

Putkien kuormituskestävyyden kannalta on tärkeätä, että putkien perustukset ja kaivannon alkutäyttö tiivistetään huolellisesti. Kaivannon lopputäyttö on myös tiivistettävä mikäli sen jälkitiivistymisestä on haittaa esim. ajoradan alittavissa viemäreissä. Vettäläpäisevät kaivannon täyterrokset katkaistaan savisuluilla, mikäli kaivanto toimissaan salaojana voi aiheuttaa tielle, rakennuksille tai muille rakenteille vahingollista maaperän painumista.

Sadevesiviemäröinnissä käytetään tarkastus- ja porraskaivoja sekä sadevesi- ja imeytyskaivoja. Kaivot tehdään yleensä betoniputkinormien mukaisista sisähalkaisijaltaan 600 ... 1000 mm kaivonrenkaista. Renkaiden suurin sallittu asennussyvyys määräytyy betoniputkinormien mukaan. Kaivojen kannet valitaan kohdassa 3.22 esitettyjen näkökohdtien perusteella. Epätasaisesta painumisesta johtuvien vaurioiden estämiseksi kaivo ja siihen liittyvät putkistot on pyrittävä perustamaan samaa perustamistapaa käyttäen.



Tarkastuskaivoja rakennetaan putkiston toiminnan tarkkailua ja putkiston kunnossapitoa varten. Tarkastuskaivo tehdään putkilinjan jokaiseen vaaka- ja pystytason taitteeseen. Suorilla viemäriosoituksilla suositeltava kaivoväli on 40 ... 70 m.

Normaalista tarkastuskaivosta jonkin verran poikkeavan porraskaivon käyttö tulee kysymykseen putkiosuoksilla, joissa putkille sallittu enimmäiskaltevuus jouduttaisiin ylittämään.

Tarkastus- ja porraskaivot tehdään yleensä 1000 mm kaivonrenkaista. Alaosastaan valetut tarkastuskaivot tulevat kysymykseen liittyvän putken ollessa suuremman kuin 500 mm tai mikäli samaan kaivoon liittyy useita pienempiä putkia aiheuttaen renkaisiin niin monen liittymäreiän teon, että renkaiden vahvuus oleellisesti pienenee. Valettava kaivo tehdään kokonaan valettuna kaivon korkeuden ollessa alle 2 metriä.

Tarkastuskaivojen rakenneratkaisuja on esitetty kuvissa 24, 25 ja 26.

Sadevesikaivoja käytetään pintavesien keräämiseen ja johtamiseen sadevesiviemäriin.

Kaivot sijoitetaan tien pinnan kaltevuussuhteiden mukaan määräytyviin vesien kerääntymispaikkoihin. Sadevesikaivojen paikat on valittava lisäksi siten, että kohdan 3.11 mukainen mitoitussade aiheuttaa yhtä kaivoa kohden korkeintaan virtaaman 9.0 l/s, joka vastaa n. 800 m<sup>2</sup> suuruiselta kestopäällystetyltä pinnalta tulevaa virtaamaa. Edelleen tulee ottaa huomioon, ettei veden virtausmatka reunakiven vieressä tai vesikourussa ylitä 100 m.

Sadevesikaivot tehdään yleensä 800 mm kaivonrenkaista.

Poikkeustapauksissa voidaan sadevesiviemärin latvaosassa käyttää yhdistettyjä sadevesi- ja tarkastuskaivoja. Tällöin valitaan kaivon koko tarkastuskaivojen yhteydessä esitettyjen näkökohtien perusteella. Sadevesikaivojen rakenneratkaisuja on esitetty kuvissa 27 ja 28.

Sadevesiviemäröinnin yhteydessä joudutaan joskus johtamaan ojavesiä viemäriin. Tällöin käytettäviä rakenneratkaisuja on esitetty kuvassa 29.

Sadevedet johdetaan jalkakäytävien alitse yleensä normaaleissa sadevesiviemäreissä. Poikkeustapauksissa, joissa sadevesiviemärin rakentaminen tulisi erittäin epäedulliseksi voidaan käyttää kuvan 30 mukaisia ratkaisuja, jotka ovat erittäin herkkiä jäätymiselle ja tukkeutumiselle. Kuvassa viimeisenä esitetty ratkaisu on kunnossapidon kannalta katsottuna suositeltavin.

Liettyvien aineiden pääsyä sadevesiviemäriin pyritään estämään verhoamalla alueet, joilta liettyviä aineksia saattaa helposti kulkeutua sadevesikaivoihin. Kaksiajorataisen tien keskikaistan verhouksen rakenne on esitetty kuvassa 31. Sadevesikaivoon päässeen hiekan keräämiseksi kaivoon tehdään n. 600 mm lietepesä.

Imeytyskaivon rakenne on esitetty kuvassa 32. Imeytyskaivoja voidaan käyttää sadevesikaivojen yhteydessä sellaisilla penkereillä, joissa pengermateriaalin vedenläpäisevyys on erittäin hyvä. Imeytyskaivo tehdään yleensä 600 mm betonirenkaista.

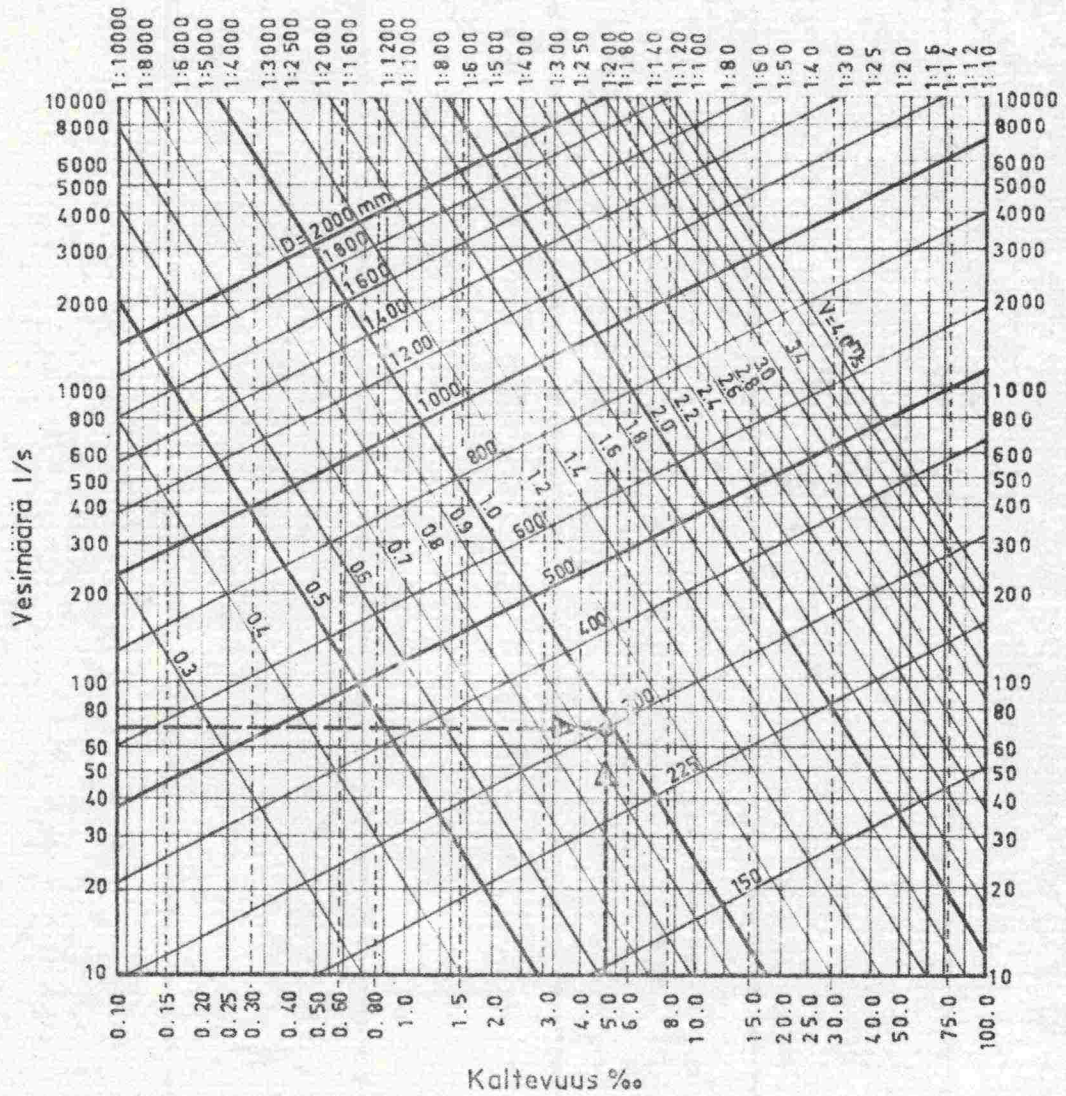


# Kuivatusmenetelmät

## Sadevesiviemärin mitoitusnomogrammi

Täysille pyöreille putkille kaavan  $V=R^{0.635} J^{0.5}$  mukaan

Kaltevuus 1:n



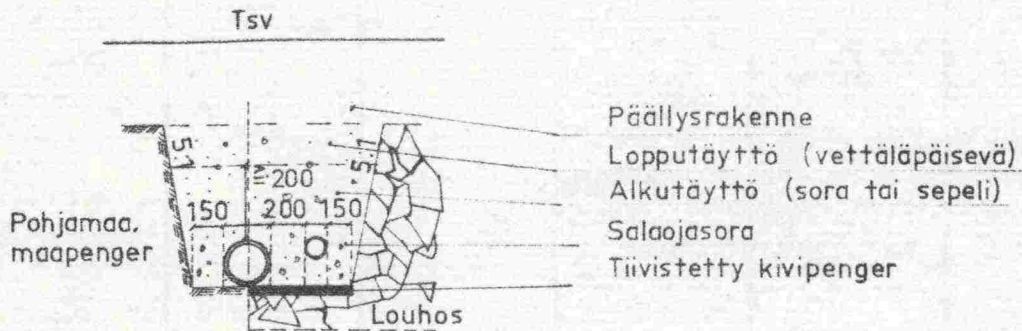
Esimerkki: Viemärin kaltevuus on 0.5 % ja vesimäärä 70 l/s. Nomogram-  
mista saadaan tarvittavan viemäriputken sisähalkaisija 300 mm ja veden  
virtaamisnopeus ~ 1.0 m/s.



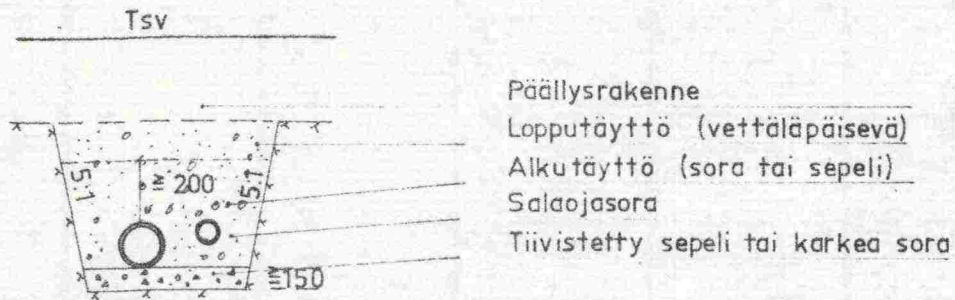
# Kuivatusmenetelmät

## Sadevesiviemäreiden perustamistavat

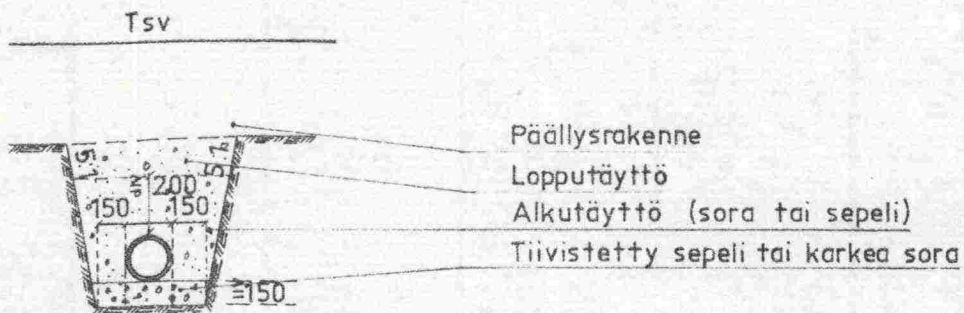
A1 Perustaminen pohjamaan ja penkereen varaan (sora-, hiekka-, louhos- ja kiinteällä savipohjalla)



A2 Perustaminen kalliolle



B Perustaminen sora-arinalle (hieta- ja moreenipohjalla)

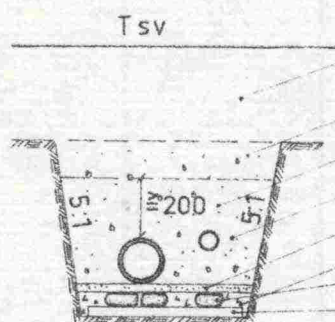




# Kuivatusmenetelmät

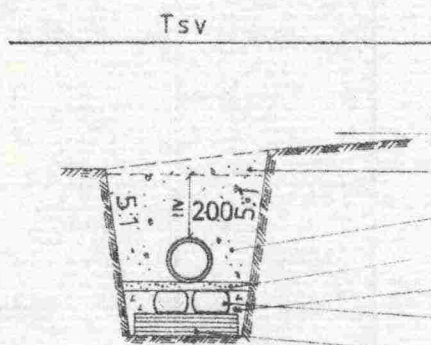
## Sadevesiviemäreiden perustamistavat

### E Perustaminen lankkuarinalle (hiesupohjalla)



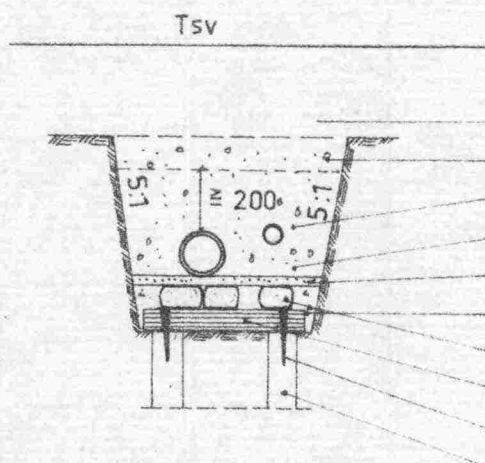
- Päällysrakenne
- Lopputäyttö (vettäläpäisevä)
- Alkutäyttö (sora tai sepeli)
- Salaojasora
- Tiivistetty sora  $\approx 100$
- Sullottu savi
- Telinelankut 2"x6" tai pitkit. puut  $\varnothing$  3"-4"
- Poikittaislankut 2"x6" k/k 1000

### F Perustaminen hirsiarinalle (pehmeällä savipohjalla)



- Päällysrakenne
- Lopputäyttö
- Alkutäyttö (sora tai sepeli)
- Tiivistetty sora  $\approx 100$
- Sullottu savi
- Pitkittäishirret 6"
- Poikittäishirret 6" k/k 1000

### G Perustaminen paalutuksen varaan (liejusavi- ja turvepohjalla)



- Päällysrakenne
- Lopputäyttö (vettäläpäisevä)
- Alkutäyttö (sora tai sepeli)
- Salaojasora
- Tiivistetty sora  $\approx 100$
- Sullottu savi
- Pitkittäishirret 6"
- Poikittäishirret 6"
- Hakkupultti
- Puupaalu

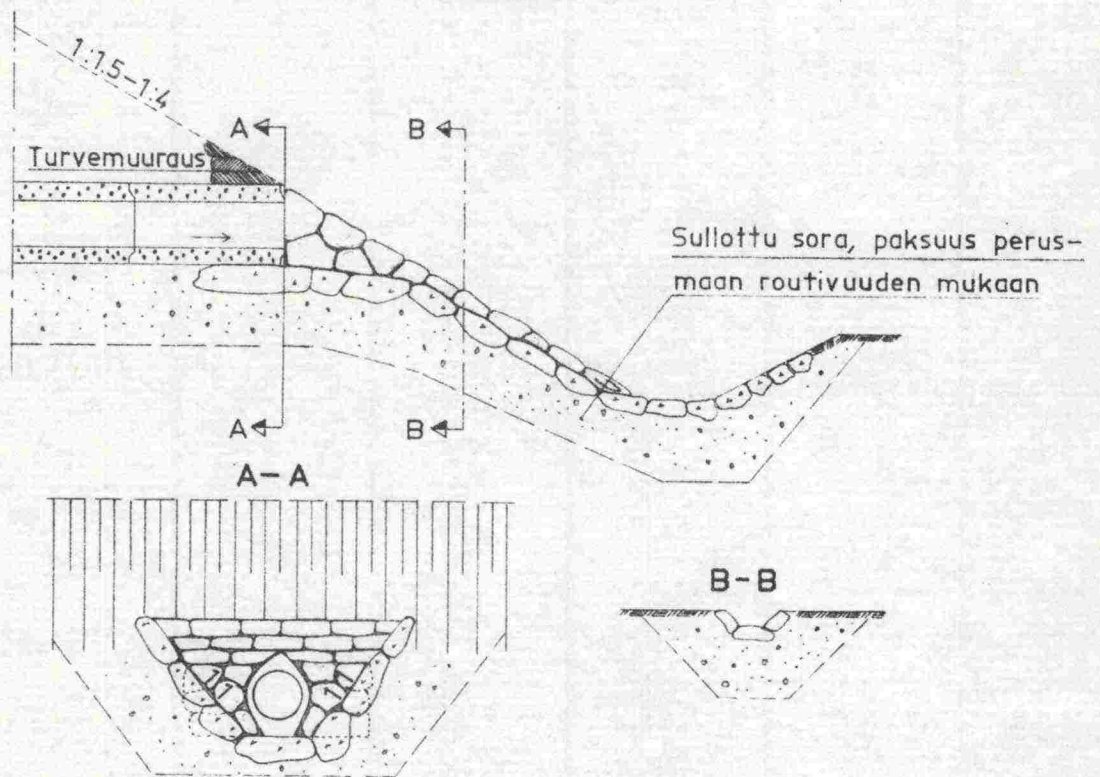
Putkien asennusvälit 200 mm. Etäisyydet kaivannon seinästä 150 mm. Kaivannon pohjan leveys saadaan laskemalla yhteen etäisyydet ja putkien ulkohalkaisijat.



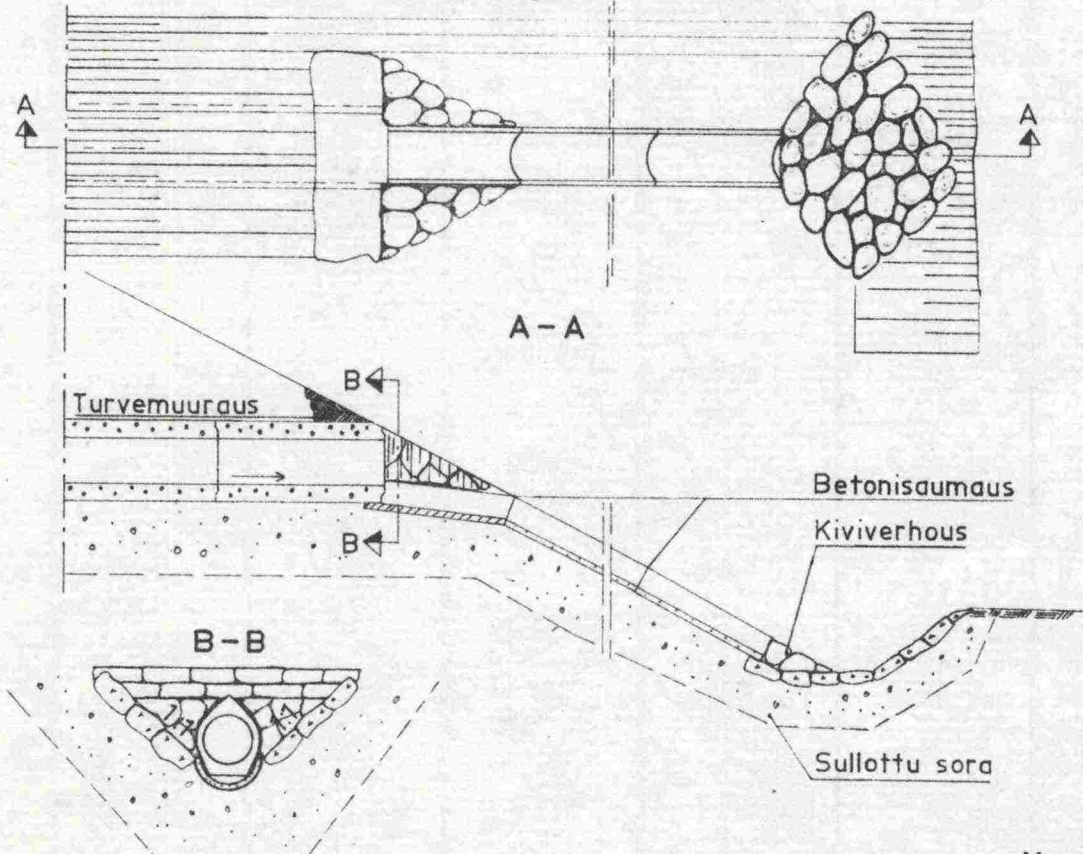
# Kuivatusmenetelmät

## Laskujohdon päätte

### Kiviverhous



### Kiviverhous ja betonikouru

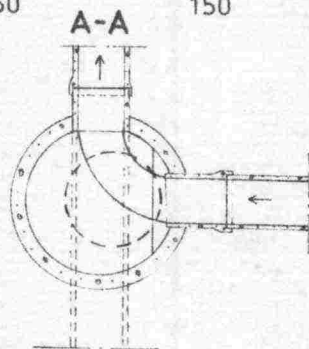
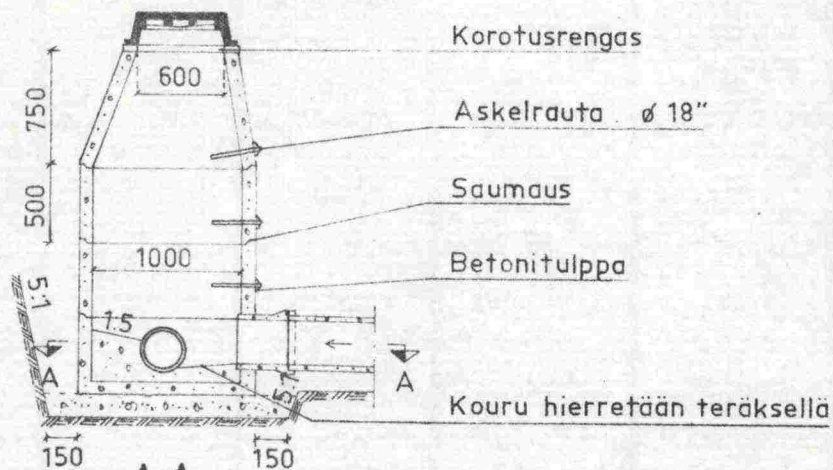




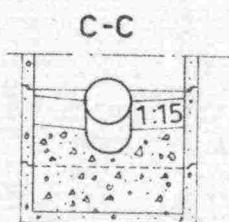
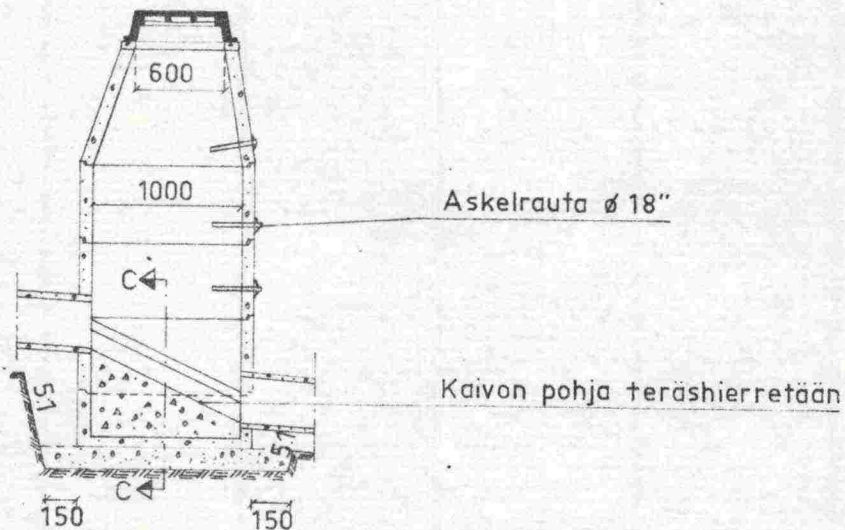
# Kuivatusmenetelmät

## Tarkastuskaivo betonirenkaista

### Tavallinen tarkastuskaivo

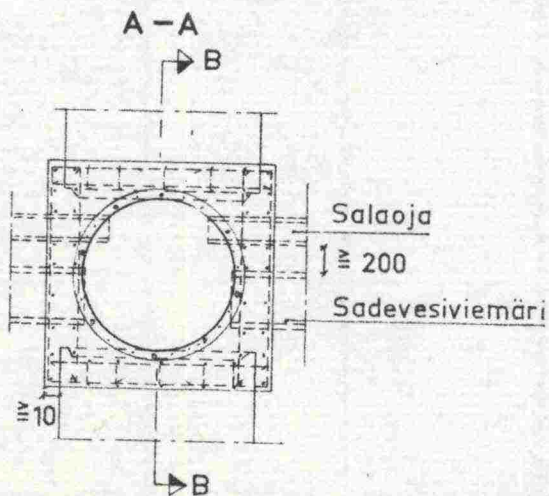
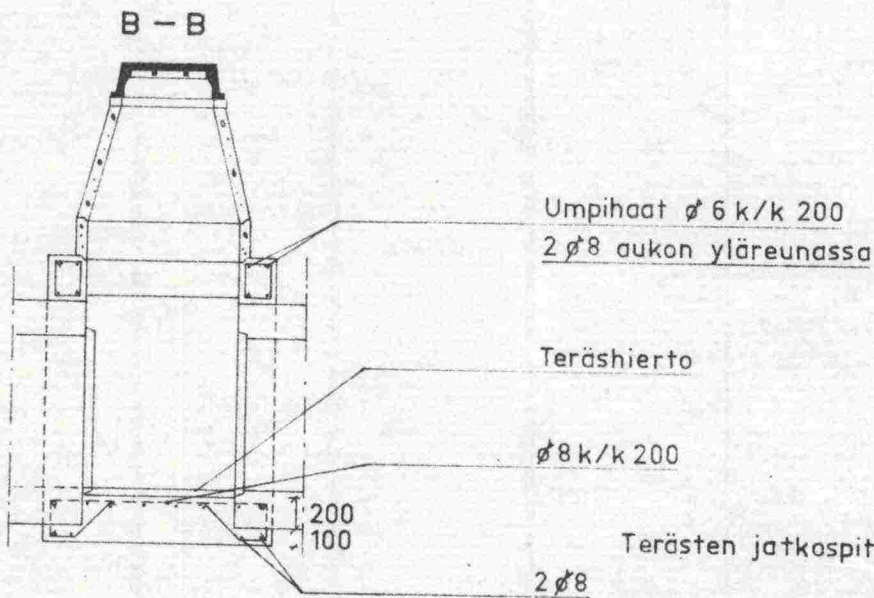
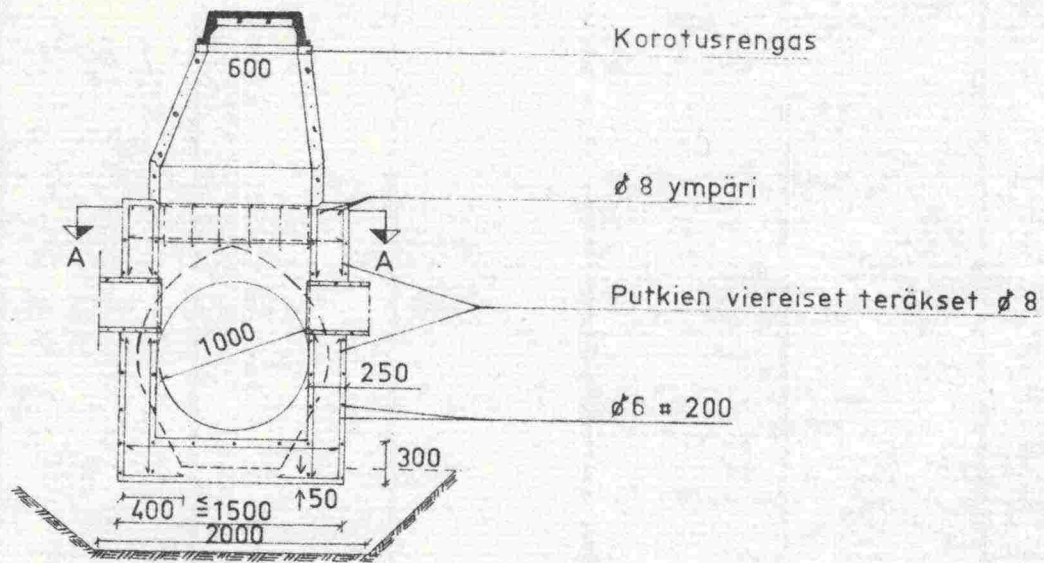


### Porraskaivo



# Kuivatusmenetelmät

## Alaosastaan valettu tarkastuskaivo

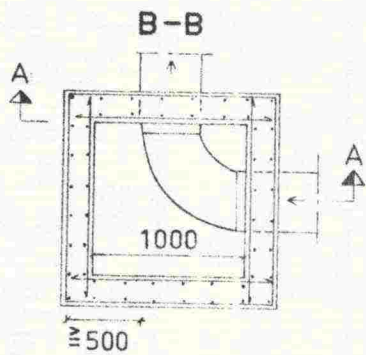
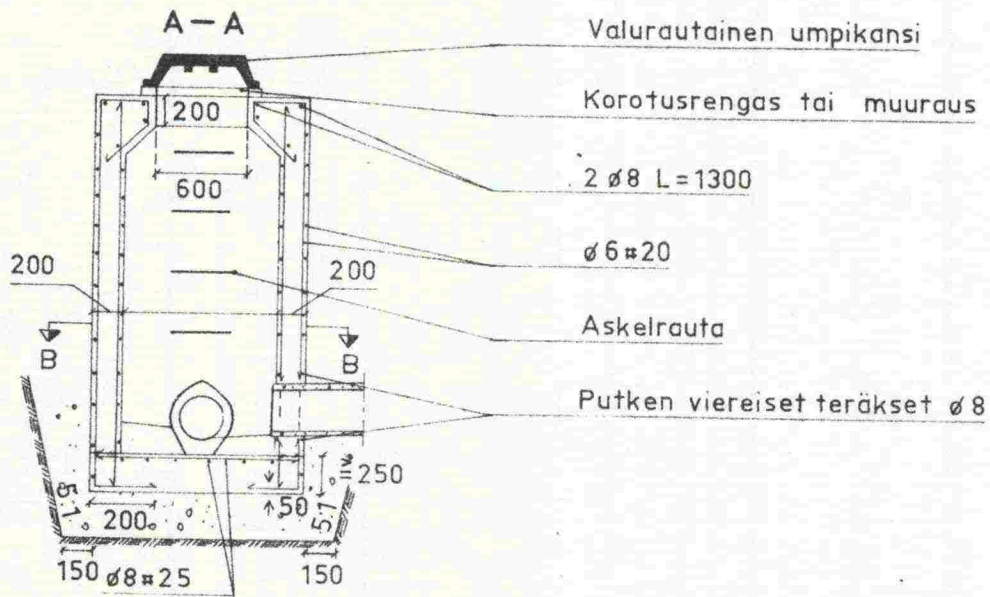


Betoni BK-300, kokonaisilmamäärä 4-6%  
Kiviaineksen max. raekoko n 32 mm  
Teräs: A 40 H



# Kuivatusmenetelmät

## Valettu tarkastuskaivo



/// Valusauma

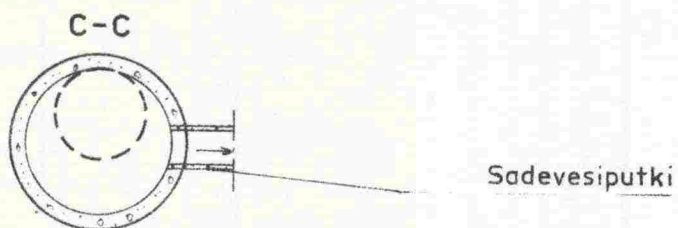
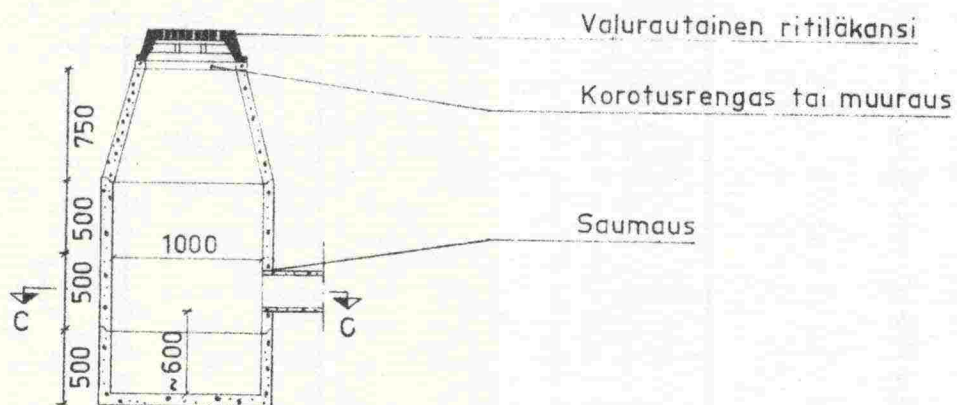
Betoni BK-300, kokonaisilmamäärä 4-6 %

Kiviaineksen max. raekoko # 32 mm

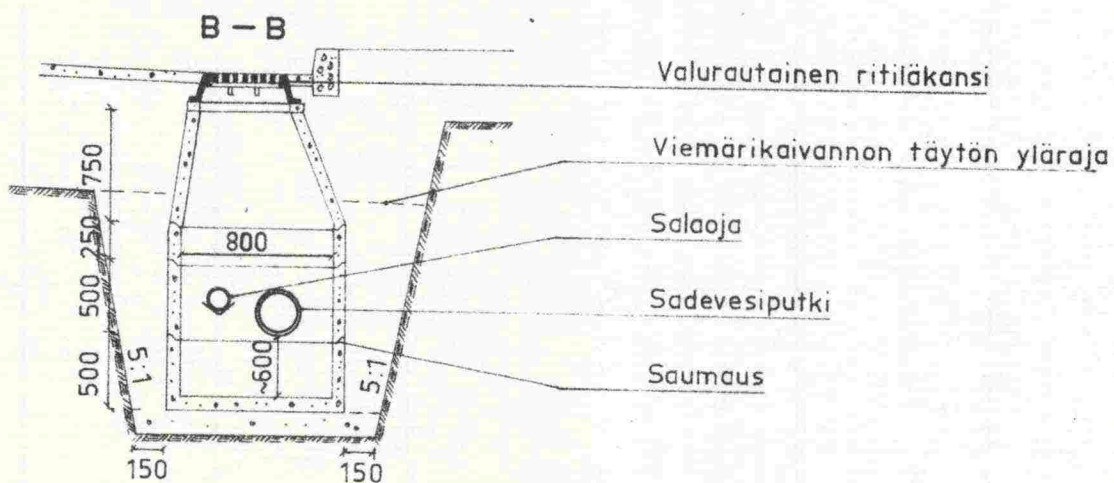
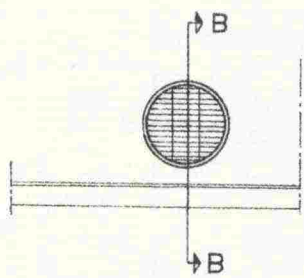
Teräs: A 40 H

# Kuivatusmenetelmät

## Sadevesikaivo betonirenkaista



### Reunakiven vieressä

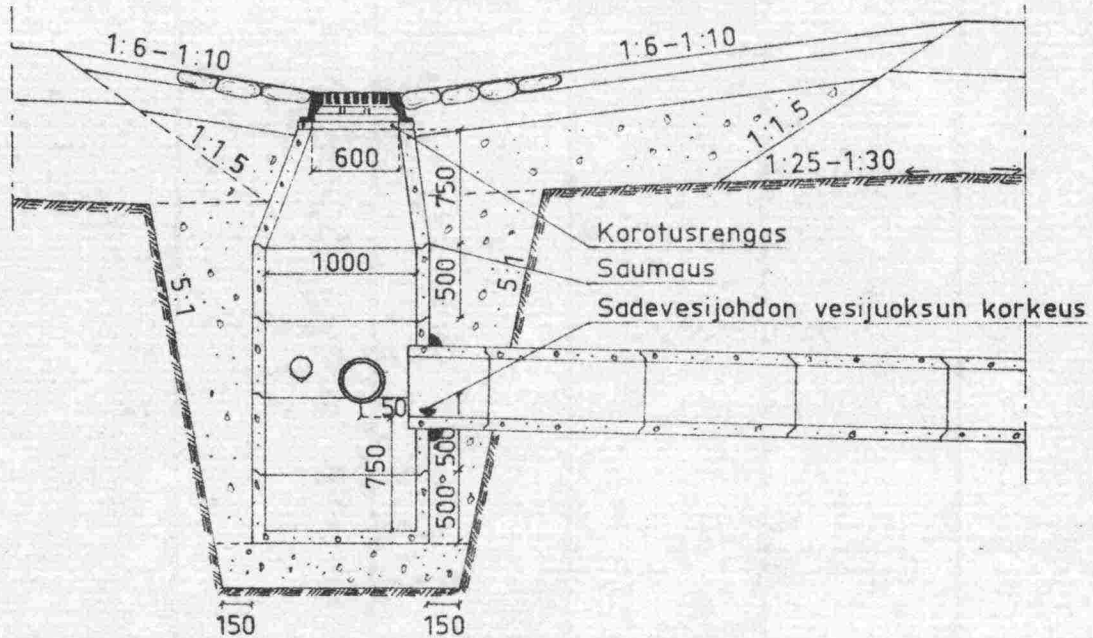




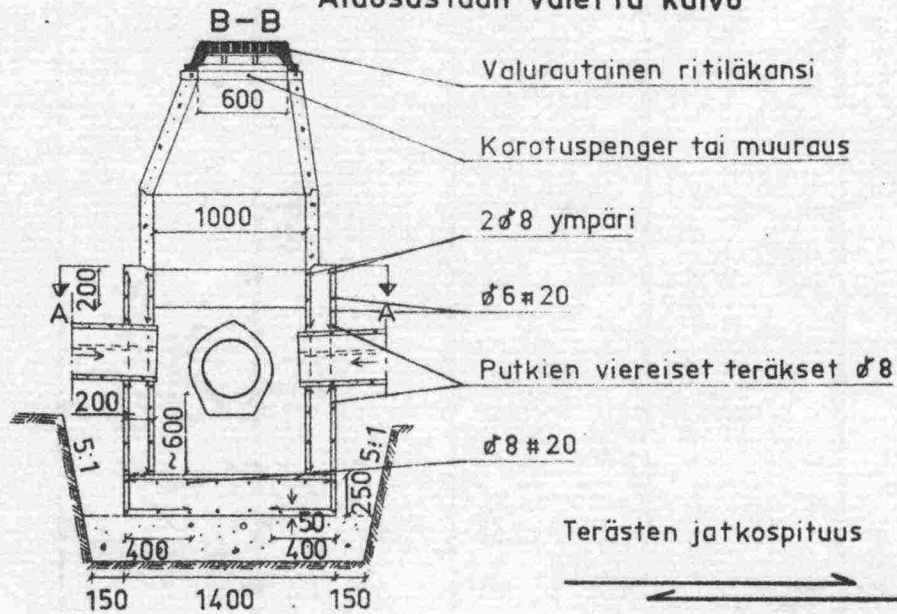
# Kuivatusmenetelmät

## Yhdistetty sadevesi- ja tarkastuskaivo

Kaivo betonirenkaista



Alaosastaan valettu kaivo



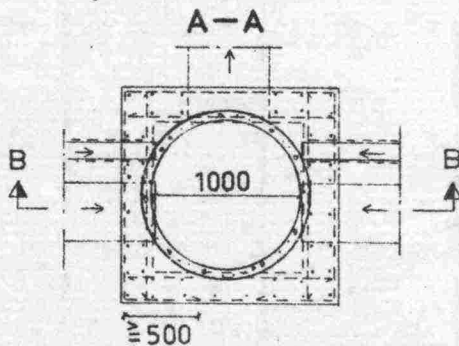
Terästen jatkospituus



$$35 \times d + 10$$

d = teräksen halkaisija

Valusauma



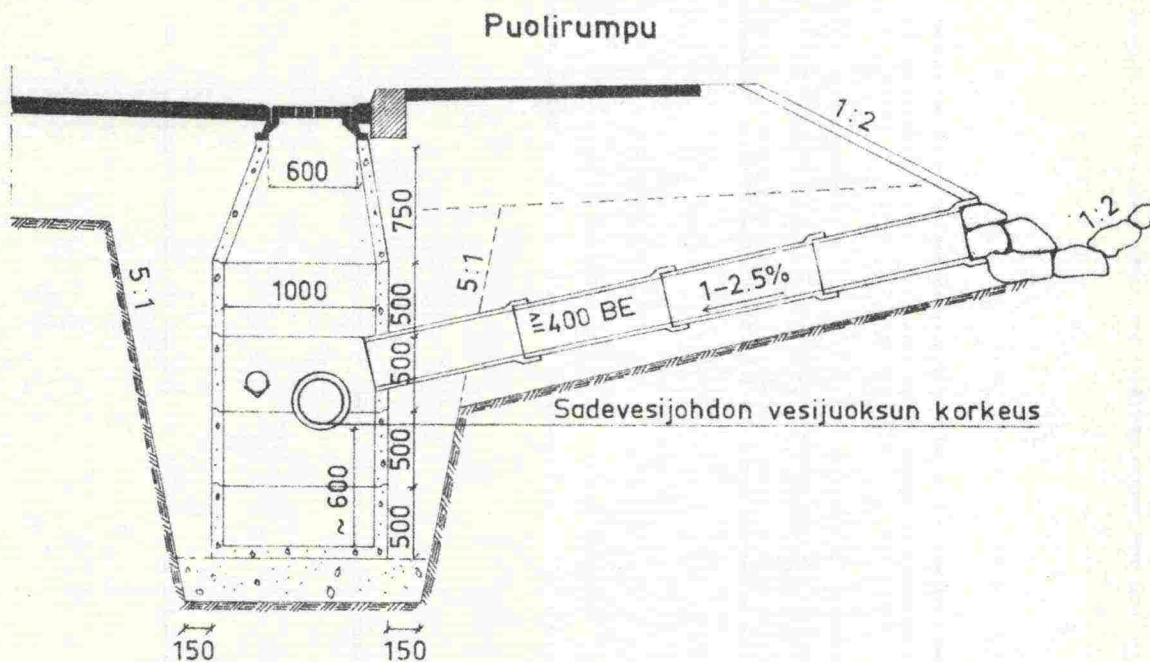
Betoni BK-300, kokonaisilmamäärä 4-6%

Kiviaineksen max. raekoko = 32 mm

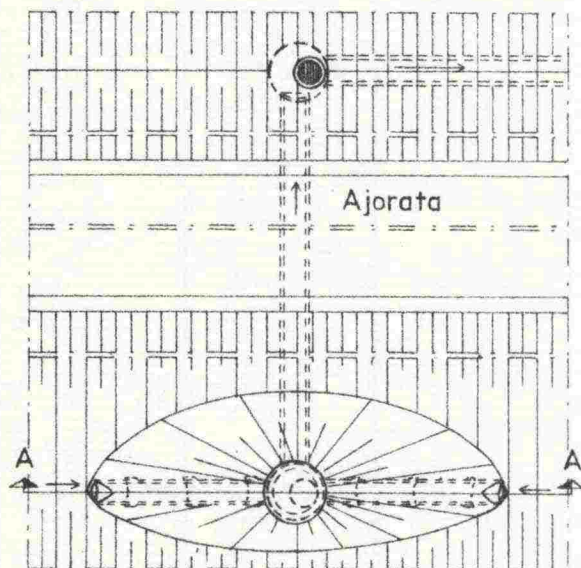
Teräs A 40 H

# Kuivatusmenetelmät

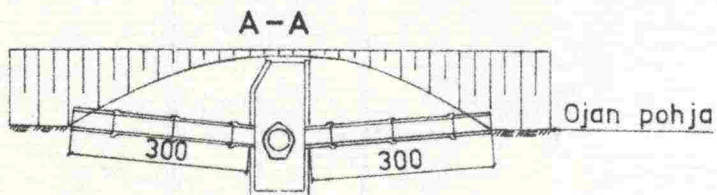
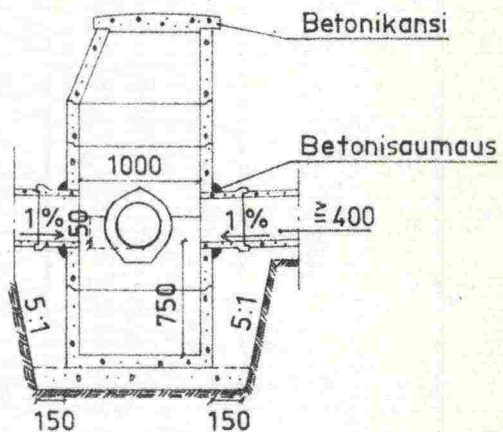
## Puolirumpu ja sivuojan pätekaivo



## Sivuojan pätekaivo



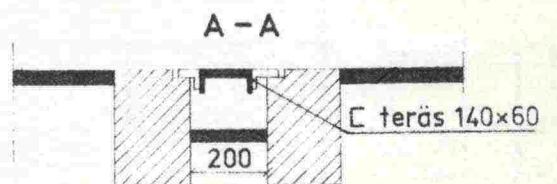
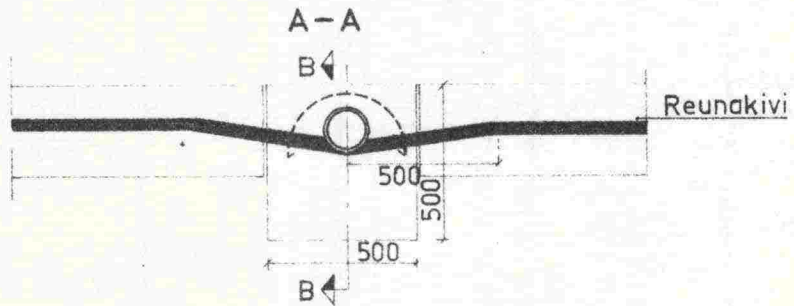
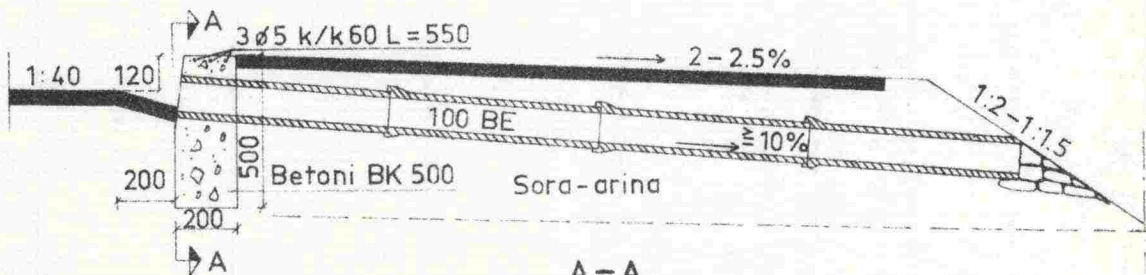
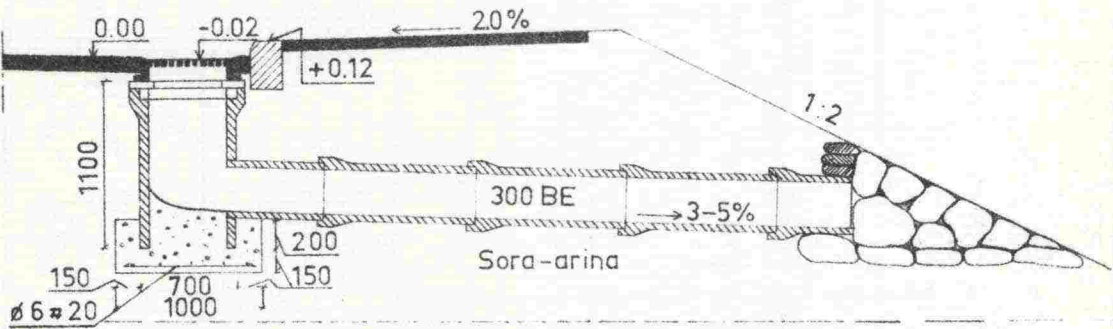
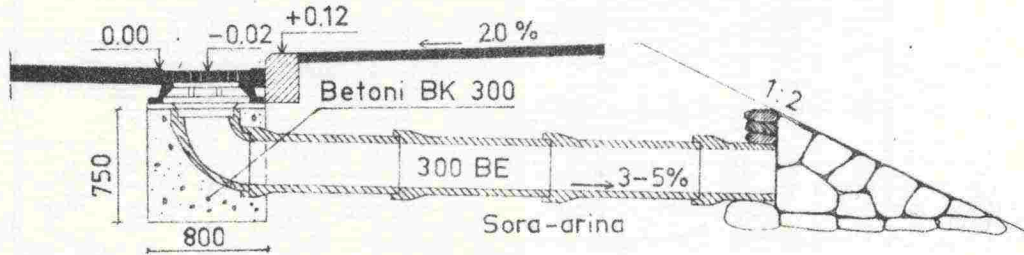
## Kaivon rakenne



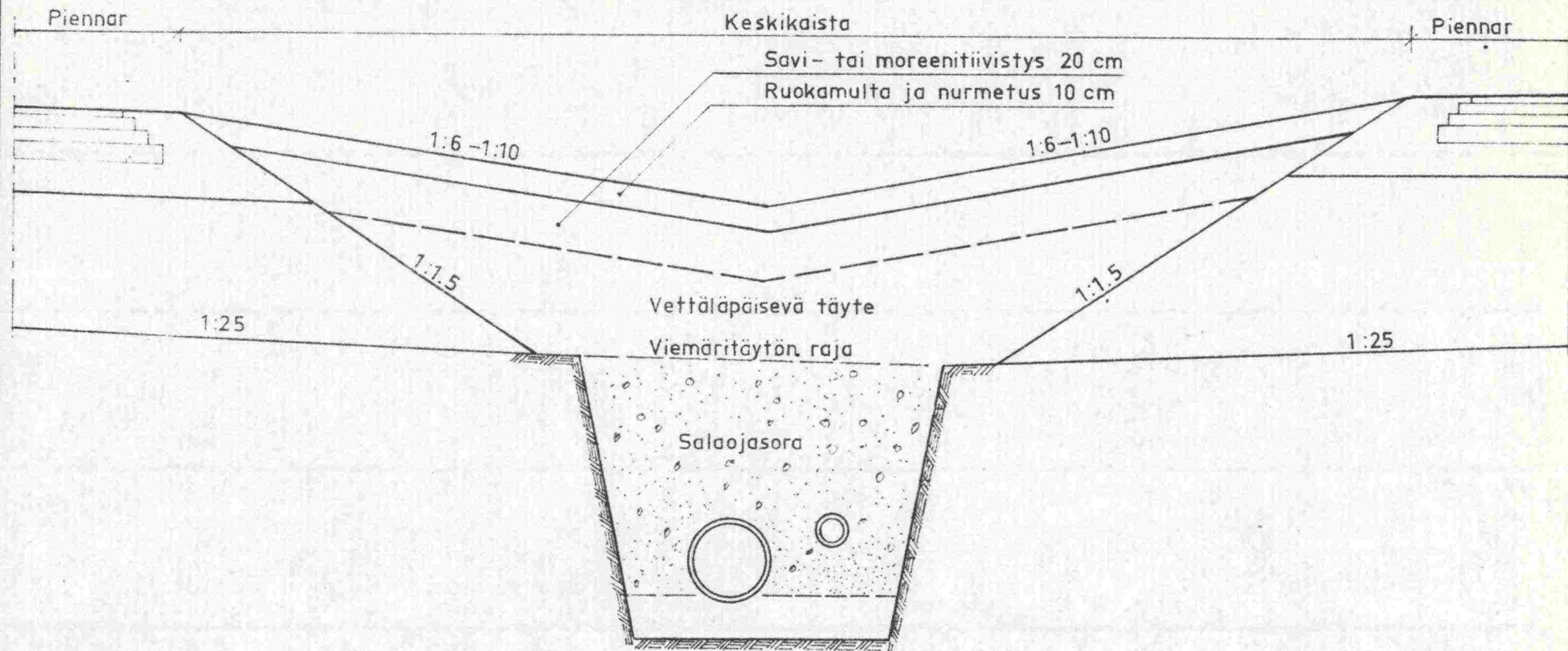


# Kuivatusmenetelmät

## Pintavesien johtaminen jalkakäytävän alitse



# Kuivatusmenetelmät Keskikaistan verhous

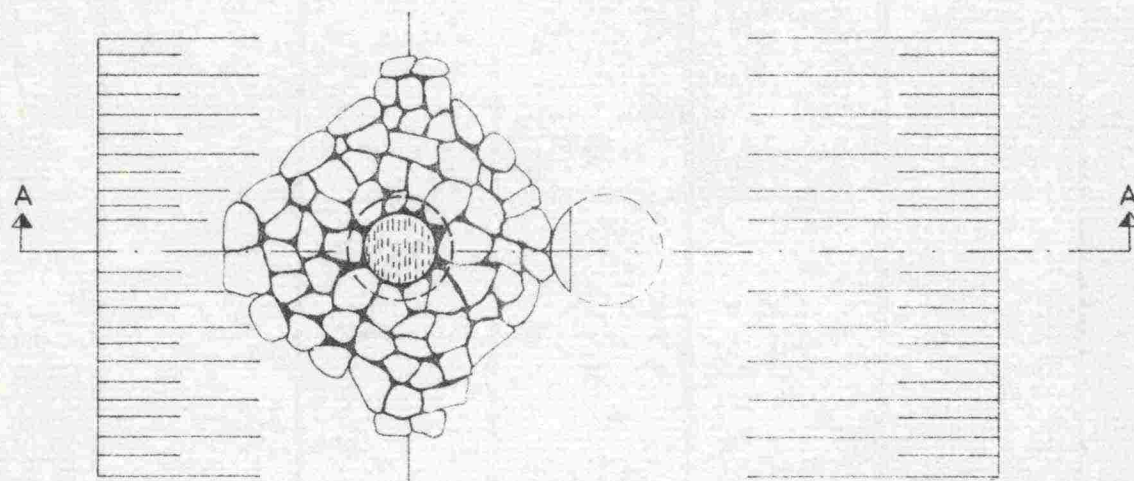


Kuva 31

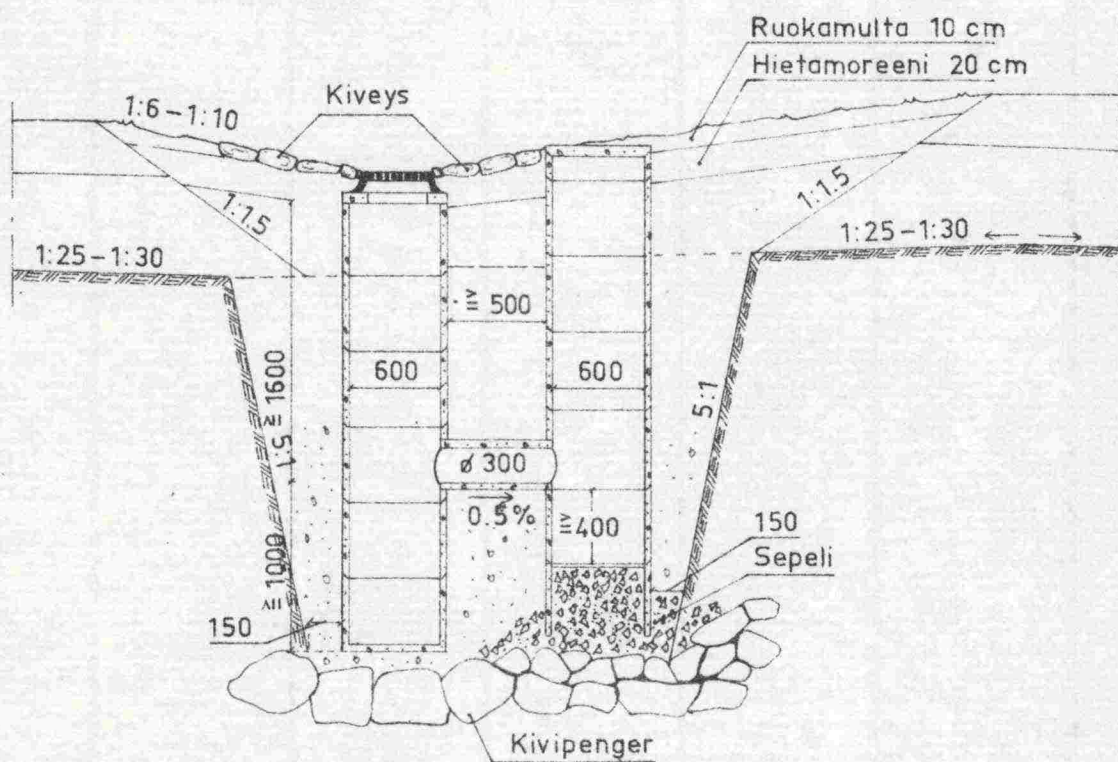


# Kuivatusmenetelmät

## Sadevesi- ja imeytyskaivo



A - A





### 3.25 Pumppuamot

Pumppuamotia käytetään sellaisissa kuivatuskohteissa, tavallisimmin alikäytävissä, missä kuivatusta ei voida muuten järjestää. Rajatapauksissa joissa kuivatus voidaan hoitaa joko pumppuamolla tai muilla kuivatusjärjestelyillä, on valinnan perustuttava vertaileviin kannattavuuslaskelmiin.

On huomattava, että pumppuamo on jatkuvasti ja melko säännöllisen tarkkailun ja hoidon vaativa rakenne, joten pumppuamoratkaisun valintaa on syytä harkita tarkkaan - ei kuitenkaan ratkaisuna periaatteessa välttää.

Pumppuamotia tehdään kuvan 33 mukaisesti rakenteeltaan kolmea eri tyyppiä

- kuiva-asenteisia (a)
- puolimärkäasenteisia (b)
- märkäasenteisia (c)

Kuiva-asenteisessa pumppuamossa ovat sekä pumppu että käyttömoottori kuivassa tilassa. Pumppu imee veden imuputkella imualtaasta.

Puolimärkäasenteisessa pumppuamossa on pumppu upotettuna pumputtavaan veteen ja käyttömoottori kuivassa tilassa pumpun yläpuolella.

Märkäasenteisessa pumppuamossa sekä pumppu että käyttömoottori ovat upotetut pumputtavaan veteen.

Pumppulajit, jotka soveltuvat käytettäväksi tien kuivatusta varten tehtävissä pumppuamoissa, on esitetty taulukossa 11. Normaaleilla juoksupyörillä varustettu keskikapopumppu soveltuu ainoastaan puhtaiden salaojavesien pumppuamiseen.



Taulukko 11. Pumppujen valinta

Pumppulaji	Tehoalue l/min	Nosto- korkeus m	Hyötysuhde	Pumppuamo- tyyppi
Potkuri- pumppu	yli 4500 ei ylä- rajaa	1-6	0,40-0,60	a, b (c)
Puoliaksi- aalipumppu	yli 4500	1-12	0,40-0,60	a, b (c)
Keskipako- pumput				
- normaalit juoksu- pyörät	100- 100000	3-100	0,25-0,70	a, b (c)
- 1-solai- nen juok- supyörä (glogless)	500- 16000	2-25	0,35-0,70	a, b, c
- 2-solai- nen juok- supyörä (glogless)	300- 50000	3-25	0,40-0,60	a, b, c
- virveli- juoksu- pyörä (glogless)	500- 10000	2-25	0,30-0,50	a, b, c
Ruuvi- pumput	1500-	0-8	0,65-0,75	b

Taulukossa tarkoittaa hyötysuhde pumpun ja moottorin yhteistä hyötysuhdetta ja nostokorkeus kokonaisnostokorkeutta, joka on staattisen nostokorkeuden ja pumppaushäviöiden summa. Staattinen nostokorkeus on imualtaan vesipinnan ja sen tason korkeusero, johon vesi pumpataan. Pumppaushäviöt muodostuvat pumppuamon sisäisistä sekä painejohdon painekorkeushäviöistä. Ruuvipumpulla ei voida aikaansaada painetta vaan veden nosto tapahtuu yläpuolella vapaaseen vesipintaan so. altaaseen, ojaan, gravitaatiovieperiin tms.

Mikäli samaan pumppuamoon tulee useita pumppuja, on syytä pyrkiä käyttämään

- samaa pumppulajia
- saman valmistajan pumppuja
- saman tehoisia pumppuja

Pumppujen tehoa ja lukumäärää valittaessa on otettava huomioon seuraavat seikat:



- Pyritään käyttämään suuria pumppuja niiden vähäisemmän tukkeutumisalttiuden vuoksi. Suurten pumppujen käyttöä rajoittaa kuitenkin niiden vaatima suuri muuntajateho. Käynnistyshetkellä pumppu vaatii 5 ... 8 kertaisen sähkövirran määrän verrattuna normaalin käynnin vaatimaan virtamäärään. Suurissa pumppuamoissa käytetään tästä syystä useita pumppuja. Neljää useampaa pumppua varapumppu mukaanluettuna ei kuitenkaan pidä yleensä käyttää. Eräissä tapauksissa saattaa olla tarkoituksenmukaista rakentaa pumppuamoa varten erillinen muuntaja.
- Pumppuamoon on asennettava yksi varapumppu, joka teholtaan vastaa pumppuamon suurinta pumppua. Polttomoottorikäyttöistä varapumppua käytetään, mikäli tulvimisesta aiheutuisi poikkeuksellisen suuria vahinkoja tai katastrofitilanne esim. veden tulviminen erittäin tärkeässä alikulussa.

Pumppuamon imualtaan tehollinen tilavuus  $V_{eff}$  ( $m^3$ ), on riippuvainen pumppujen tehosta ja pumpuille tunnissa sallittavien käynnistyskertojen lukumäärästä.

Imualtaan tehollinen tilavuus ( $V_{eff}$ ) voidaan laskea kaavasta (1)

$$T = \frac{V_{eff}}{\frac{1}{2}q \max h/60} + \frac{V_{eff}}{q \max h/60 - \frac{1}{2}q \max h/60} \quad (1)$$

$T$  = käynnistysten välinen vähimmäisaika (min)

$q \max h$  = arvioitu enimmäisvirtaama pumppuamoon eli pumpun teho ( $m^3/h$ )

Kaavassa ensimmäinen osa tarkoittaa täyttövaihetta ja jälkimmäinen osa pumppausvaihetta.

Kaava vastaa epäedullisinta tilannetta yhdelle pumpulle mitoitettussa pumppuamossa, kun tulovirtaama on puolet maksimivirtaamasta.

Kun kaava ratkaistaan imualtaan tilavuuden suhteen saadaan kaava muotoon (2)

$$V_{eff} = \frac{T \cdot q_{max}h}{240} \quad (2)$$

Pumpulle sallitaan yleensä 5 käynnistystä tunnissa, jolloin  $T$  on 12 min ja imualtaan tehollinen tilavuus tällöin

$$V_{eff} = \frac{q_{max}h}{20} \quad (3)$$

Jos pumppuja on useita mitoitetaan imuallas suurimman pumpun tehon mukaan.



Pumppujen käynnistys on eritehoisia pumppuja käytettäessä järjestettävä siten, että ensiksi käynnistyy pienitehoisin pumppu.

Pumppuamon imuallas tai siihen laskeva viemäri on pyrittävä varustamaan ylivuotoputkella, jonka avulla estetään kuiva-asenteisten moottoreiden ja sähkölaitteiden vahingoittuminen mahdollisen sähköhäiriön aikana. Mikäli pumppuamo on korkeussuhteiltaan sellaisessa paikassa, ettei ylivuotoa voida järjestää kohtuullisin kustannuksin, on pumppuamo tehtävä märkäasenteisena. Tällöinkin sähkölaitteet on suojattava kostumiselta.

Imualtaan ylä- ja alavesipintojen eron tulisi olla 0.8 ... 2.0 m.

Saostumisen estämiseksi imualtaan pohja muotoillaan kaltevaksi pumppujen imusyvennyksiin päin. Tällaisten pintojen ehdoton vähimmäiskaltevuus on 1:2. Imualtaan pohja ja seinät teräshierretään ja terävät kulmat pyöristetään.

Pumppujen imuaukkojen tai imuputkien alle saa jäädä korkeintaan 60x60 cm laajuinen vaakasuora taso.

Imuputken tai imuaukon alapään korkeuseron imualtaan pohjatasosta tulee olla sellainen, ettei veden tulonopeus muodostu suuremmaksi kuin 0.5 m/s.

Pumppuamon putkisto muodostuu sisäisestä ja ulkoisesta putkistosta.

Sisäisen putkiston suunnittelussa on otettava huomioon seuraavaa:

- Painepuolen putkisto mitoitetaan painehäviön perusteella esim. kuvissa 34 ja 35 esitettyjä nomogrammeja käyttäen. Sisäiseksi painekorkeushäviöksi lasketaan yleensä 0.5 ... 1.0 m. Putkisto varustetaan sulku- ja takalaskuventtiileillä siten, että jokainen pumppu voidaan erikseen irroittaa. Takalaskuventtiili asennetaan pumpun ja sulkuventtiilin väliin.
- Putkimateriaalina käytetään valurautaputkia laippaliitoksin tai haponkestäviä teräsputkia hitsi- ja laippaliitoksin.
- Putkiston muotokappaleineen ja erikoisosineen on kestävä muodostuva vesipaine. Painelaskelmissa on otettava huomioon vesi-iskun aiheuttama hetkellinen paineen lisäys.
- Kuiva-asenteisen pumppuamon imuputket mitoitetaan alle 1.0 m/s - nopeudelle. Imuputki on varustettava venttiilillä.



Ulkoisen putkiston suunnittelussa on otettava huomioon seuraavaa:

- Pumppuamon painejohto on mitoitettava vähintään 0,4 m/s - virtausnopeudelle.
- Painejohdon sisähalkaisijan tulee olla vähintään 100 mm.
- Painejohdon materiaalina voidaan käyttää valurauta- tai asbestisementtiputkia muhviliitoksin tai polyetylenei-muoviputkia puskuhitaus- tai laippaliitoksin.
- Painejohdon halkaisija lasketaan painejohdossa muodostuvan painehäviön ja veden virtausnopeuden perusteella.

Kuivatusvesien sisältäessä karkeita epäpuhtauksia kuten heinää, risuja yms. on pumppuamo yleensä varustettava välppällä. Tien kuivattamista varten tehdyssä pumppuamossa joudutaan välppää yleensä käyttämään johdettaessa pumppuamoon vesiä suoraan avo-ojista. Välppää ei tarvita, jos pumppuamoon johdetaan pelkkiä salaojavesiä, ei myöskään useissa tapauksissa kun pintavedet tulevat pumppuamoon sadevesikaivojen kautta.

Kuivatuspumppuamoiden yhteydessä käytetään sauvavälppiä, joissa sauvaväli on 50 ... 100 mm pumpun suuruudesta riippuen. Välppä sijoitetaan erilliseen välppäkouruun, jossa veden virtausnopeuden tulisi olla pienempi kuin 0.7 m/s. Lähinnä välppäpinnan suurentamiseksi välppä asetetaan kou-russa 30° ... 60° kulmaan vaakasuoraan tasoon nähden. Välppäkouruun on oltava hyvä kulkuyhteys välppän tarkkailua ja puhdistamista varten.

Johtuen välppien vaatimista jatkuvista hoito- ja valvonta-tehtävistä pyritään välppien käyttöä rajoittamaan valitse-malla sellaisia pumppuja, jotka pystyvät läpäisemään pum-puttavassa vedessä normaalisti esiintyvät epäpuhtaudet.

Esim. Pumppuamon mitoitus ja käyttökustannusten laskenta.

Lähtötiedot

Pumppuamon sijaintipaikka Oulu

Valuma-alueen pinta-alat ja pintojen laadut:

- kestopäälystetyt alueet	0.6 ha
- luiskat ja sorapäälysteiset alueet	1.3 ha
- metsät	1.5 ha
- pellot ja istutetut alueet	<u>2.0 ha</u>
Yht.	5.4 ha



Pumppuamon staattinen nostokorkeus	12.0 m
Pumppuamon sisäinen painehäviö arv.	0.75 m
Muovisen painejohdon pituus	600 m
Sähkön hinta	8 p/kWh

Mitoitus:

Mitoitusvirtaama lasketaan kohdan 3.11 kaavojen 1 ja 2 sekä taulukon 1 avulla.

Keskimääräinen valumakerroin

$$\Psi_m = \frac{0.9 \times 0.6 + 0.3 \times 1.3 + 0.05 \times 1.5 + 0.10 \times 2.0}{5.4} = 0.22$$

Mitoitusvirtaama

$$Q = 120 \text{ l/s} \cdot \text{ha} \times 0.22 \times 5,4 \text{ ha} = 143 \text{ l/s} = 8580 \text{ l/min}$$

Vuodessa pumputtava kokonaisvesimäärä lasketaan kohdan 3.11 kuvan 3 mukaan sadannan ja haihdunnan sekä valuma-alueen pinta-alan perusteella

$$\text{Vesimäärä} = (525 \text{ mm} - 225 \text{ mm}) \times 5,4 \text{ ha} = 16200 \text{ m}^3$$

Ulkoisen painejohdon ja pumpun valintataulukko

Painejohdon sisähalkaisija (mm)	Painehäviö ulkoisessa painejohdossa (m) kuva 34	Veden virtausnopeus (m/s)	Kokonaisnostokorkeus H (m)
200	36.0	4.47	12+0.75+36.0= 48.75
300	5.4	2.01	12+0.75+5.4 = 18.15
400	1.2	1.12	12+0.75+1.2 = 13.95
500	0.4	0.72	12+0.75+1.2 = 13.15

Taulukon perusteella voidaan todeta, että 200 mm johto antaa suuren painehäviön. 400 mm:n painejohdon rakennuskustannukset ovat toisaalta huomattavasti suuremmat kuin 300 mm:n painejohdon, joten 300 mm painejohto on tässä tapauksessa sopivin. Pumpuksi valitaan 1- tai 2-solainen keskipakopumppu.

Imualtaan mitoitus tehdään kaavan (3) perusteella

$$V_{\text{eff}} = \frac{60 \times 8.58}{20} = 25.74 \text{ m}^3$$

Pumppauksen vaatima vuotuinen sähköenergiämäärä lasketaan kaavasta (4)

$$E = \frac{Q \cdot H}{\eta \cdot 367} \quad (4)$$

E = kilovettituntimäärä (kWh)

Q = vuosittain pumputtava vesimäärä (m<sup>3</sup>)

η = pumpun ja moottorin hyötysuhde

H = kokonaisnostokorkeus

$$E = \frac{16200 \times 18.15}{0.5 \times 367} = 1611 \text{ kWh/v}$$

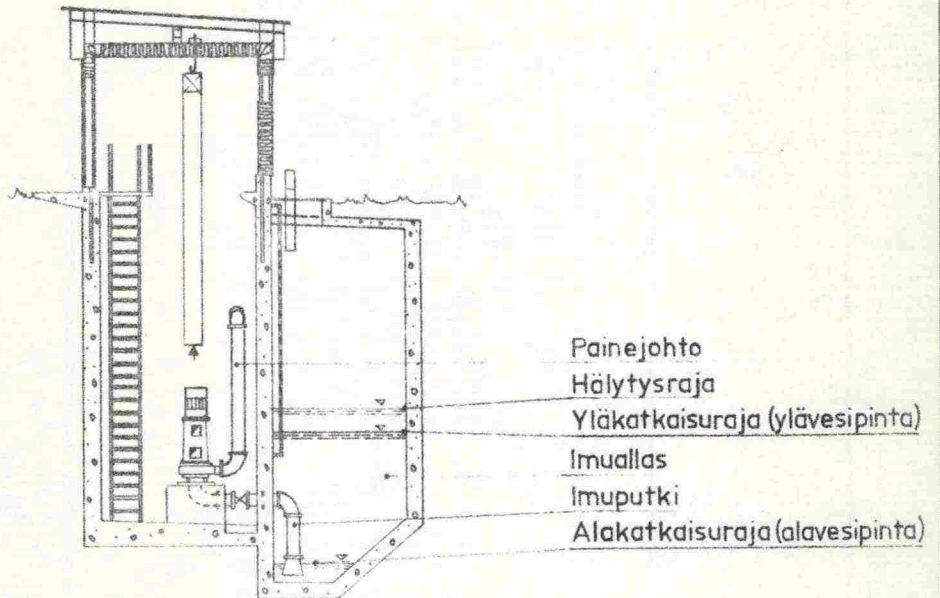
Sähkökustannus vuodessa = 1611 kWh/v · 0.08 mk/kWh = 128,88 mk/v



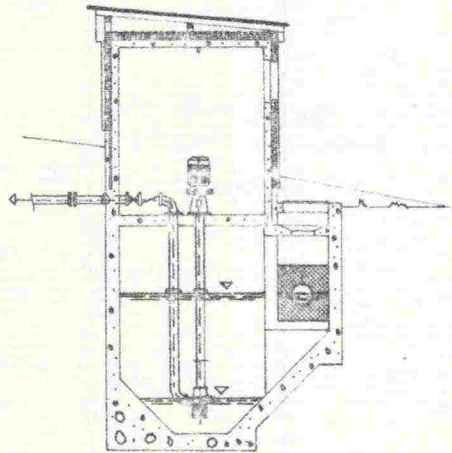
# Kuivatusmenetelmät

## Pumppuamot

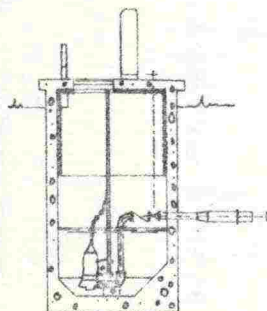
a. Kuiva-asenteinen pumppuamo



b. Puolimärkäasenteinen pumppuamo



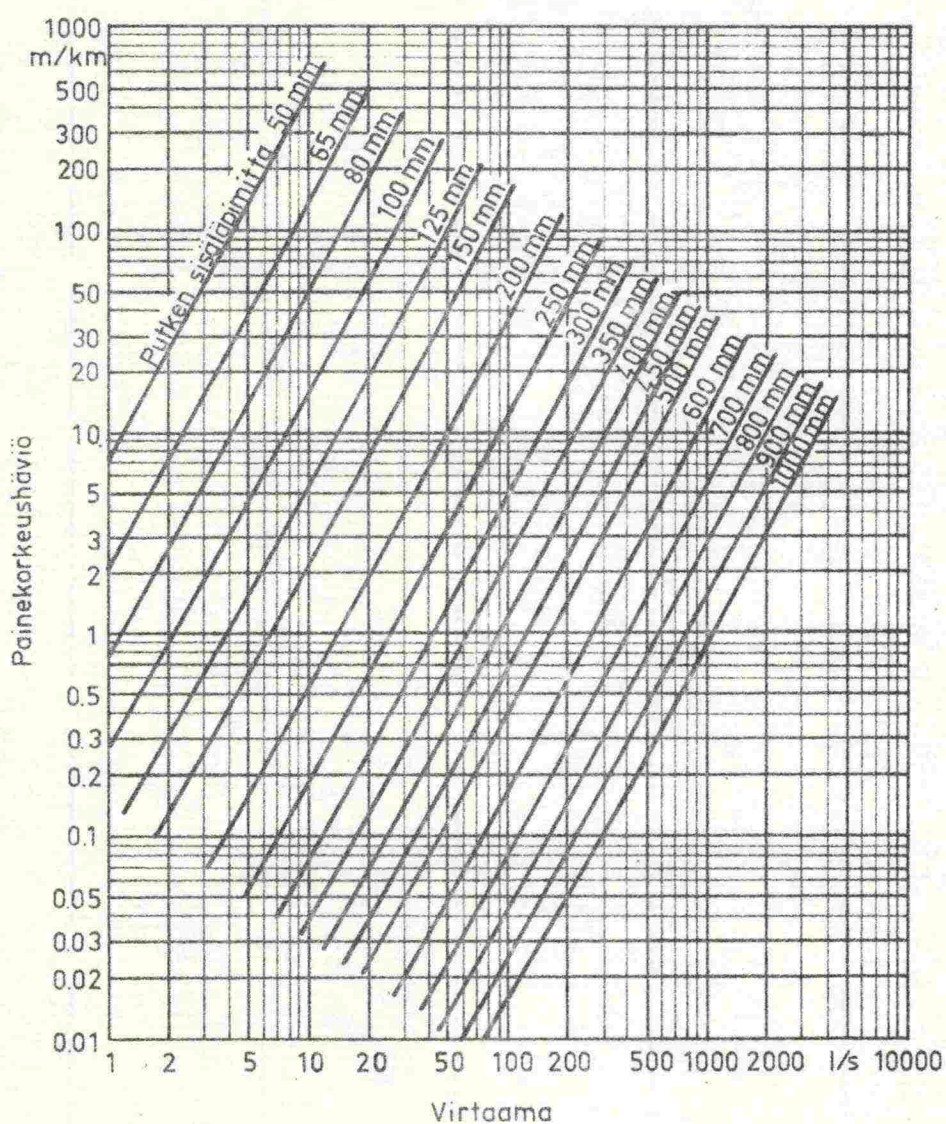
c. Märkäasenteinen pumppuamo



# Kuivatusmenetelmät

## Muoviputken (haponkestävän teräsputken) painehäviön määrittäminen

Suoran putken painehäviö Colebrook'in mukaan

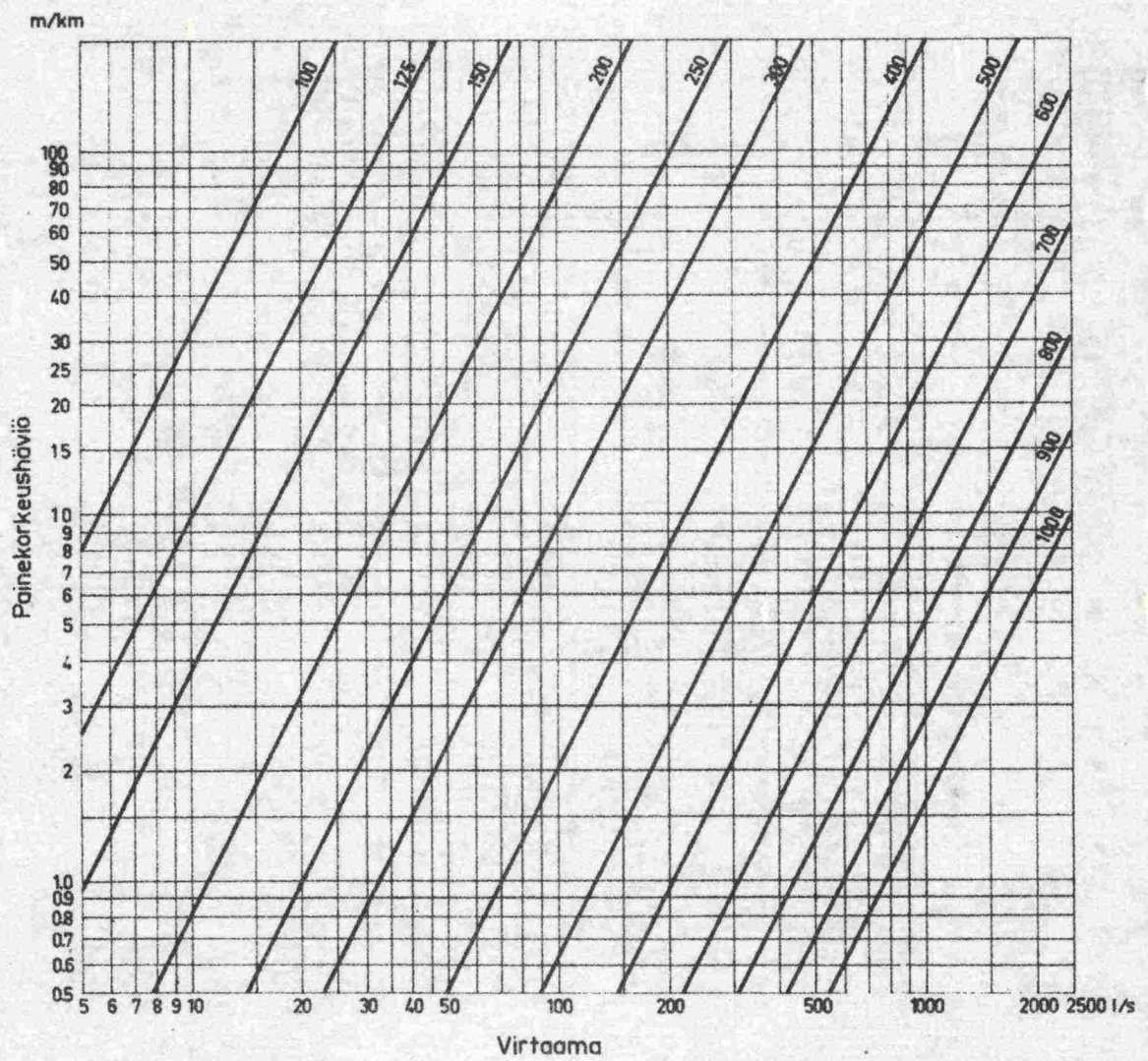




# Kuivatusmenetelmät

## Valurautaputken painehäviön määrittäminen

Suoran putken painehäviö Colebrook'in mukaan





### 3.26 Erikoisratkaisut

Johdettaessa sadevesiviemärin vesiä maastollisen tai rakenteellisen esteen kuten esim. leikkauksessa kulkevan tien, toisen viemärin tms. alitse voi erikoisratkaisuna tulla kysymykseen kuvassa 36 esitetyn sukellusjohdon käyttö.

Käyttämällä sukellusjohtoa voidaan joissakin tapauksissa välttää pumppuamon rakentaminen.

Sukellusjohdossa on osa putkesta vastakalteva, joka aiheuttaa liettymisvaaran putken alimmassa kohdassa. Tästä johtuen on veden virtausnopeus saatava sukellusjohdossa suuremmaksi kuin tavallisessa viemärissä. Virtausnopeuden suurentamiseksi tehdään sukellusjohto pienempikokoiseksi kuin siihen liittyvä viettoviemäri. Lisäksi järjestetään sukellusjohdon päiden välille jäljempänä tarkemmin määriteltävä korkeusero. Sukellusjohto mitoitetaan suurimman vesimäärän mukaan 3,0 ... 4,0 m/s nopeudelle, jolloin pienilläkin vesimäärillä saadaan putken aukipysymistä ajatellen riittävän suuri virtausnopeus. Edelleen voidaan putken aukipysymistä auttaa asentamalla sukellusviemäreitä 2 tai useampia rinnakkain siten, että putkien lähtökorkeudet tulevat eri tasoilla. Tällöin alempi putki johtaa normaalit sadevesimäärät ja ylempi toimii ainoastaan virtaamahuippujen aikana. Sukellusjohdon laskevan osan sopiva kaltevuus on 1:1 ... 1:3 ja nousevan osan 1:3 ... 1:6. Poikkeuksellisesti voidaan nouseva osa tehdä jyrkemmäksi. Tällöin ei kaltevuus saisi kuitenkaan olla suurempi kuin 1:2.

Sukellusjohtoa mitoitettaessa on otettava huomioon varsinaisen virtausvastuksen lisäksi sisäänvirtausvastus sekä putken käyrävastukset. Sukellusjohdon päiden välisen korkeuseron tulee olla vähintään em. vastusten summa. Vastusten suuruus voidaan määritellä seuraavasti:

- suoran putken painehäviö ( $h_f$ ) kohdan 3.25 kuvien 34 ja 35 mukaan

- käyrävastus ( $h_k$ ) kaavasta (5)

$$h_k = \sqrt{\frac{\beta}{90}} \cdot \left[ 0.13 + 0.16 \left( \frac{d}{\rho} \right)^{3.5} \right] \frac{v^2}{2g} \quad (5)$$



- sisäänvirtausvastus ( $h_s$ ) kaavasta (6)

$$h_s = \frac{0.5 \cdot (v^2 - v_1^2)}{2g} \quad (6)$$

$d$  = sukellusjohdon halkaisija (m)

$v_1$  = veden nopeus ennen sukellusjohtoa (m/s)

$v$  = veden nopeus sukellusjohdossa (m/s)

$\beta_0$  = putken käyristyksen keskuskulma

$\rho$  = putken käyristyssäde (m)

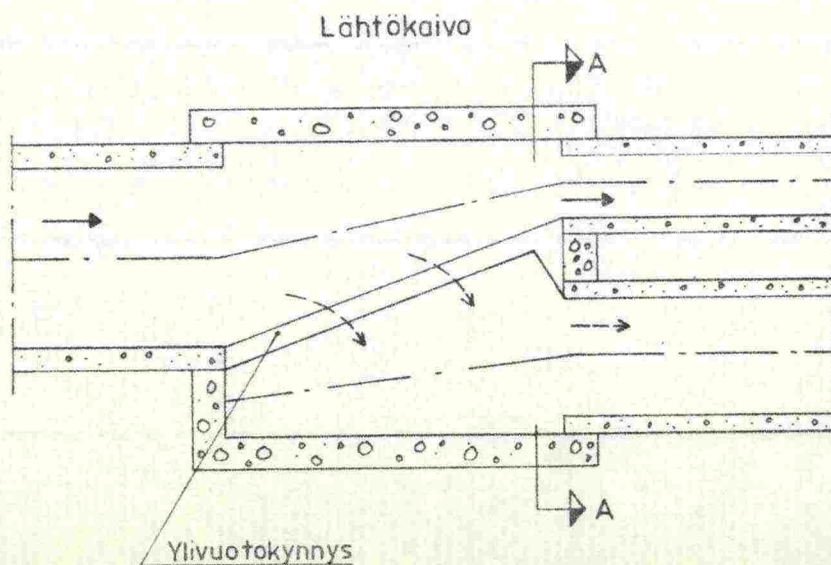
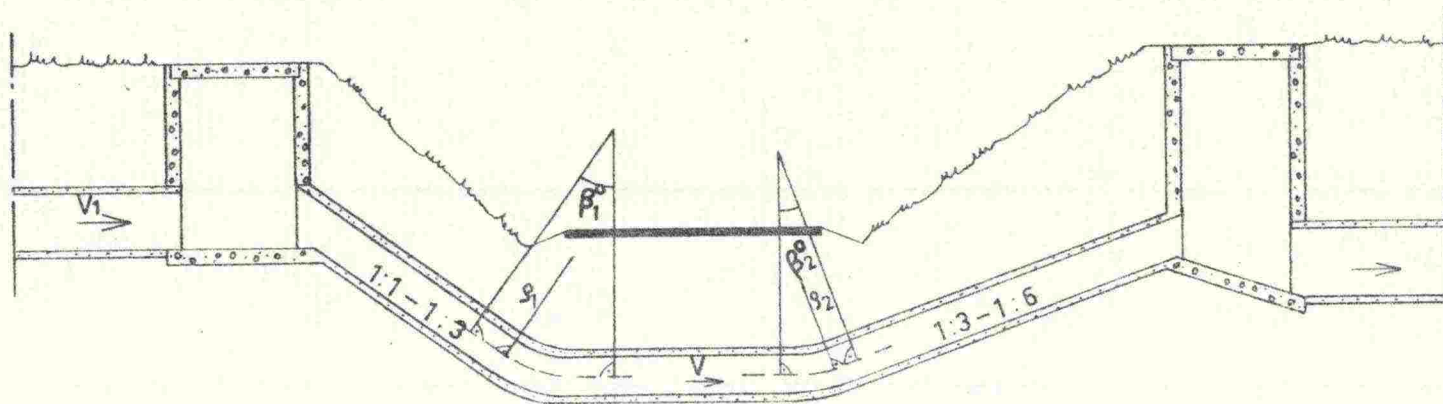
Kokonaispainehäviö ( $h_t$ ) lasketaan kaavasta (7)

$$h_t = h_f + h_k + h_s \quad (7)$$

Sukellusviemäri rakennetaan pinnaltaan mahdollisimman sileästä materiaalista tukkeutumisen estämiseksi. Sopivina materiaaleina tulee kysymykseen PVC-muovi, polyeteeni-muovi, ruostumaton teräs, valurauta tai vastaavat.

# Kuivatusmenetelmät

## Sukellusjohto



Suurempi putki toimii vain virtaus-  
huippujen aikana

