



Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset

## Perustamis- ja vahvistamistyöt

Internetversio 19.6.2002



**Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset**

# **Perustamis- ja vahvistamistyöt**

**Internetversio 19.6.2002**

**Toteuttamisvaiheen ohjaus**

**Huom! Tämä internetversio on 19.6.2002 päivitetty versio TYLT:n osasta Perustamis- ja vahvistamistyöt. Internetversiossa on otettu huomioon julkaisuun TIEH 2200002-01 19.6.2002 tehdyt muutokset, jotka koskevat kohtaa 6181.1.7.**

VASTAANOTTAJA  
Tiepiirit  
Hankintaprosessi  
Suunnitteluprosessi

SÄÄDÖSPERUSTA

MUUTTAA

Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset, Perustamis- ja vahvistamistyöt, kohta 6181.1.7; TIEH 2200002-01, kirje: 67/2000/20/5/14.12.2001

KOHDISTUVUUS  
Tiehallinto

VOIMASSA

1.7.2002 - TOISTAISEKSI

ASIASANAT  
Pohjarakennus, perustukset

---

### Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset: Perustamis- ja vahvistamistyöt, TIEH 2200002-01

Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimusten ja työselitysten (TYLT) osan Perustamis- ja vahvistamistyöt, TIEH 2200002-01, kohta 6181.1.7 siihen sisältyvine taulukoineen korvataan liitteenä olevalla ja 19.6.2002 päivätyllä muutoslehdellä. Paaluhattujen mitoitus on tarkistettu, jonka seurauksena paaluhattujen korkeutta on lisätty ja terästyksen on tullut muutoksia. Paikalla valettavat hatut tehdään betoniluokkaan K 40-2.

Ohjetta TIEH 2200002-01 (korjattu taulukko erillisenä liitteenä) myy Tiehallinnon julkaisumyynti, email: [julkaisumyynti@tiehallinto.fi](mailto:julkaisumyynti@tiehallinto.fi). **Ohjeen internet -versio, jossa kohtaan 6181.1.7 19.6.2002 tehdyt muutokset on otettu huomioon, on kopioitavissa internetistä osoitteesta: <http://www.tiehallinto.fi/thohje/>.** Uusittu kohta 6181.1.7 on saatavissa internetistä myös erillisenä asiakirjana.

Kehittämispäällikön po:ssa  
Tie- ja geotekniikka

Pentti Salo

LIITE

TYLT Perustamis- ja vahvistamistyöt, kohta 6181.1.7, muutokset 19.6.2002

TIEDOKSI:

Tiehallinto/Kirjasto, Tekniset palvelut -prosessi  
Rakennusteollisuus RT ry  
Suomen Maarakentajien Keskusliitto SML  
Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry  
Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen liitto SKOL  
Suomen Kuntaliitto  
Ratahallintokeskus  
VTT, Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Korkeakoulut ja ammattikorkeakoulut  
Helsingin kaupungin geotekninen osasto  
Tie- ja geo- ja siltakonsultit



TIEHALLINTO

MUU OHJAUS

14.12.2001

67/2000/20/5

VASTAANOTTAJA  
Tiepiirit

SÄÄDÖSPERUSTA

KORVAA/MUUTTAA

Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset,  
Perustamis- ja vahvistamistyöt, TIEL 2212456-2000, kirje:  
67/2000/20/1/14.1.2000

KOHDISTUVUUS  
Tiehallinto

VOIMASSA

1.1.2002 - TOISTAISEKSI

ASIASANAT  
Pohjarakennus, perustukset

---

### **Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset: Perustamis- ja vahvistamistyöt, TIEH 2200002-01**

Tämä Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimusten ja työselitysten (TYLT) osa käsittelee perustusrakenteita ja pohjavahvistuksia. Ohjeeseen on sisällytetty pengerrokkaus, pystyjoitus, pudotustiivistys, syvästabilointi, lujitteet ja telat sekä muut pohjavahvistukset. Ohjeessa määritetään tavaroiden ja materiaalien tuotevaatimukset, työn laatuvaatimukset ja työselitykset sekä valvontaohjeet ja kelpoisuuden toteamisen menettelyt.

Vuoden 2000 versioon verrattuna muutoksia on tehty mm. kohtiin 6120 (.3.7 ja .3.8), 6181 (.1.6, .1.7 ja .3.10), 6182 (.1.2, .1.6 ja .1.7) ja 6260 (.1, .2 ja .3.1).

Ohjetta myy Tiehallinnon julkaisumyynti,  
email: [julkaisumyynti@tiehallinto.fi](mailto:julkaisumyynti@tiehallinto.fi). Se on myös kopioitavissa internetistä osoitteesta: <http://www.tiehallinto.fi/thohje/>.

Apulaisjohtaja  
Tie- ja liikennetekniikka

Pauli Velhonoja

Tieinsinööri

Pentti Salo

LISÄTIETOJA  
Pentti Salo  
Tiehallinto  
Puh. 0204 22 2145

JAKELU/MYYNTI  
Tiehallinto, julkaisumyynti  
[julkaisumyynti@tiehallinto.fi](mailto:julkaisumyynti@tiehallinto.fi)  
Telefaksi 0204 22 2652

TIEDOKSI:

Hte, Hsi, Htl  
Kirjasto  
Rakennusteollisuus RT ry  
Suomen Maarakentajien Keskusliitto SML  
Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ry  
Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen liitto SKOL  
Suomen Kuntaliitto  
Ratahallintokeskus  
VTT, Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Korkeakoulut ja ammattikorkeakoulut  
Helsingin kaupungin geotekninen osasto  
Tie- ja geo- ja siltakonsultit

## LAATUVAATIMUSTEN JA TYÖSELITYSTEN SOVELTAMINEN

Tämän luvun tekstillä on samanlainen juridinen asema kuin varsinaisella laatuvaatimus- ja työselitystekstillä.

Tämä ohje sisältää perustamis-, lujittamis- ja tukemistöiden laatuvaatimukset ja työselitykset, työssä tarvittavien tavaroiden ja materiaalien tuotevaatimukset sekä valvontaohjeet ja kelpoisuuden toteamisohjeet. Ohjetta sovelletaan Tiehallinnon töissä siinä tapauksessa, että suunnitelmissa ei ole tuotevaatimuksia, työn laatua tai laadun tarkkailua tarkemmin kuvattu.

Tuote, joka on hyväksytty laillisesti käytettäväksi ja kaupan pidettäväksi toisessa Euroopan unionin jäsenmaassa tai muussa Euroopan talousalueeseen kuuluvassa maassa, tulee katsoa hakemuksesta tässä julkaisussa esitettyjen laatuvaatimusten mukaiseksi seuraavin edellytyksin:

- Testaukset ja tarkastukset on valmistajamaassa suoritettu Suomessa käytettävien tai vastaavan laatu- ja turvallisuustason antavien muiden menetelmien ja vaatimusten mukaisesti, ja tulokset osoittavat tuotteen täyttävän sille asetetut vaatimukset.
- Testaukset ja tarkastukset tehnyt laitos on valmistajamaan näihin tehtäviin hyväksymä.

Tiehallinto seuraa alan eurooppalaista standardisointia ja muuttaa ohjeensa eurooppalaisten standardien mukaisiksi niiden valmistuttua.

Julkaisut sisältävät viittauksia muihin tienrakennustöiden yleisten laatuvaatimusten ja työselitysten osiin. Julkaisut tulkitaan kokonaisuutena.

Tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset sisältävät viittauksia myös muihin Tiehallinnon julkaisuihin, yleisiin standardeihin ja näihin verrattaviin julkaisuihin.

Jos tienrakennustöiden yleiset laatuvaatimukset ja työselitykset sisältävät ristiriitaisia tietoja, on myöhemmin julkaistu tieto pätevä.

Suunnitelmilla tarkoitetaan kaikkia muita työhön liittyviä (urakassa sopimuksella liitettyjä) asiakirjoja.

Viittausten helpottamiseksi lauseet on numeroitu Tiehallinnon litteroinnin mukaisesti.

Vastaanottoraportilla tarkoitetaan asiakirjoja (esimerkiksi kuormakirjat, testaus- ja mittauspöytäkirjat) sekä materiaalin laadun toteamiseen liittyviä vertailupaloja yms. materiaaleja, jotka syntyvät materiaalin tai tavaran vastaanoton yhteydessä.

Jokaisesta perustamis-, lujittamis- ja tukemistyöstä tehdään työ- ja laaduntarkkailusuunnitelma. Suunnitelman yksityiskohtainen sisältö on esitetty jokaisen vahvistustavan yhteydessä.

Perustamis- ja vahvistamistöiden työsuunnittelun ja varsinaisen työn aikana syntyvät asiakirjat kootaan laatuasiakirjoihin. Niihin kuuluvat kaikki asiakirjat, kuten vastaanottoraportit, työ- ja laaduntarkkailusuunnitelmat, laaduntarkkailumittausten ym. mittausten tulokset, suunnitelmien muutokset, tarkepiirustukset, työpöytäkirjat sekä laatuaikeamaraportit. Työn lopuksi laatuasiakirjat tallennetaan ja toimitetaan tilaajalle.

**Sisältö**

6000 – 6400	PERUSTAMIS- JA VAHVISTAMISTYÖT	9
6001.1	Yleistä	9
6001.2	Perustamis- ja vahvistamistyön kelpoisuuden toteaminen	9
6100	PAALUTUKSET	10
6110	PUUPAALUT	10
6110.1	Puupaalun ja sen varusteiden materiaalivaatimukset	10
6110.2	Puupaalujen laadun toteaminen ja varastointi työmaalla	10
6110.3	Paalutustöiden laatuvaatimukset	11
6110.4	Työohjeet	11
6110.5	Valvontaohjeet	11
6110.6	Kelpoisuuden toteaminen	11
6120	TERÄSBETONIPAALUT	13
6120.1	Teräsbetonipaalun ja sen varusteiden materiaalivaatimukset	13
6120.2	Teräsbetonipaalujen laadun toteaminen ja varastointi työmaalla	13
6120.3	Paalutustöiden laatuvaatimukset	14
6120.4	Työohjeet	16
6120.5	Valvontaohjeet	17
6120.6	Kelpoisuuden toteaminen	17
6180	PAALUHATUT JA PAALULAATAT	18
6181	PAALUHATUT	18
6181.1	Paaluhattujen laatuvaatimukset	18
6181.2	Paaluhattujen laadun toteaminen ja varastointi työmaalla	22
6181.3	Paaluhatturakenteen laatuvaatimukset	22
6181.4	Työohjeet	23
6181.5	Valvontaohjeet	24
6181.6	Kelpoisuuden toteaminen	25
6182	PAALULAATAT	25
6182.1	Paalulaatan laatuvaatimukset	25
6182.2	Paalulaatan laadun toteaminen	26
6182.3	Työohjeet	26
6182.4	Valvontaohjeet	26
6182.5	Kelpoisuuden toteaminen	27
6200	MAAPOHJAN JA LUISKIEN VAHVISTAMINEN	27
6210	ESIKONSOLIDOINTI	27



6211	PYSTYOJITUS	27
6211.1	Täyssynteettiset nauhapystyöjat, materiaalivaatimukset	27
6211.2	Nauhapystyöja, materiaalin laadun toteaminen ja varastointi työmaalla	29
6211.3	Ojituskerros, materiaalivaatimukset	30
6211.4	Ojituskerroksen materiaalin laadun toteaminen	30
6211.5	Pystyöjituksen laatuvaatimukset	30
6211.6	Työohjeet	31
6211.7	Valvontaohjeet	31
6211.8	Pystyöjituksen kelpoisuuden toteaminen	32
6220	SYVÄTIIVISTYS	32
6221	PUDOTUSTIIVISTYS	32
6221.1	Pudotustiivistyksen laatuvaatimukset	32
6221.2	Työohjeet	33
6221.3	Pudotustiivistyksen valvontaohjeet	33
6221.4	Pudotustiivistyksen kelpoisuuden toteaminen	33
6260	SYVÄSTABILOINTI	34
6260.1	Sideaineiden laatuvaatimukset	34
6260.2	Sideaineiden materiaalin laadun toteaminen	35
6260.3	Syvästabiloinnin laatuvaatimukset	35
6260.4	Työohjeet	37
6260.5	Valvontaohjeet	37
6260.6	Stabiloinnin kelpoisuuden toteaminen	37
6280	LUJITTEET JA TELAT	38
6281	MUOVIPOHJAISET LUJITTEET	38
6281.1	Materiaalin laatuvaatimukset	38
6281.2	Materiaalin laadun toteaminen ja varastointi työmaalla	38
6281.3	Lujiterakenteen laatuvaatimukset	39
6281.4	Työohjeet	40
6281.5	Valvontaohjeet	40
6281.6	Kelpoisuuden toteaminen	40
6282	TERÄSLUJITTEET	40
6282.1	Materiaalilaatuvaatimukset	40
6282.2	Materiaalin laadun toteaminen ja varastointi työmaalla	41
6282.3	Lujiterakenteen laatuvaatimukset	41
6282.4	Työohjeet	41
6282.5	Valvontaohjeet	41
6282.6	Kelpoisuuden toteaminen	42

---

6283	TELAT	42
6283.1	Materiaalin laatuvaatimukset	42
6283.2	Telojen laatuvaatimukset	42
6283.3	Työohjeet	42
6283.4	Valvontaohjeet	43
6283.5	Telarakenteen kelpoisuuden toteaminen	43
6284	LUISKAPAALUTUS	44
6284.1	Luiskapaalujen materiaali, laatuvaatimukset	44
6284.2	Luiskapaalutuksen laatuvaatimukset ja työohjeet	44
6290	MAAPOHJAN JÄÄDYTYKSET	44
6291	MUUT MAAPOHJAN VAHVISTUKSET	44
6291.1	Yleistä	44
6291.2	Jäädytyksen laatuvaatimukset ja työohjeet	44
6291.3	Valvontaohjeet / kelpoisuuden toteaminen	45

## 6000 – 6400 PERUSTAMIS- JA VAHVISTAMISTYÖT

### 6001.1 Yleistä

- 6001.1.1 Jos perustamis- tai vahvistamistyöt saattavat aiheuttaa maaperän siirtymiä, pidetään vaara-alueella sijaitsevien rakenteiden ja rakennelmien kuntoa koskeva katselmus, jossa ovat läsnä rakenteiden omistajat tai heidän edustajansa. Katselmuksesta pidetään pöytäkirjaa, joka lähetetään tiedoksi ja hyväksyttäväksi asianosaisille.
- 6001.1.2 Katselmuksen tarpeellisuuden toteamisvelvollisuus ja katselmuksen pitäjä osoitetaan suunnitelmissa. Työn lopuksi pidetään kyseisillä alueilla katselmus, jossa selvitetään syntykö vahinkoja ja sovitaan mahdollisista korvauksista.
- 6001.1.3 Täryjyrien tai muiden maan värähtelyjä aiheuttavien koneiden vaikutus otetaan huomioon työsuunnitelmissa.
- 6001.1.4 Perustamis- ja vahvistamistöiden aikana pidetään silmällä, että pohjasuhteet on suunnitelmissa arvioitu oikein. Jos pohjasuhteet eivät vastaa suunnitelmaa tai tällaista on syytä epäillä, sovitaan jatkotoimista kussakin tapauksessa erikseen.
- 6001.1.5 Jos suunnitelmissa esiintyy epäselvyyksiä tai tarvetta tarkennuksiin ja muutoksiin, tulee suunnittelijan tarkistaa suunnitelma.
- 6001.1.6 Pengerryksessä noudatetaan suunnitelmissa osoitettua työjärjestystä ja aikataulua. Poikkeukset käsitellään suunnitelmien muutoksina.
- 6001.1.7 Pehmeiköillä sijaitseville penkereille varataan riittävän pitkä painuma-aika. Suunnitelmissa esitetyt painuma-ajat ovat arvioituja aikoja. Ennustettuja painuma-aikoja tarkistetaan työnaikaisten mittausten perusteella. Työaikataulut laaditaan niin väljiksi, että aikatauluun jää pelivaraa, jos painumat tapahtuvat odotettua hitaammin.
- 6001.1.8 Pehmeikköalueilla ei saa tehdä suunnitelmissa osoittamattomia läjityksiä, välivarastoita, kaivantoja tai lopullista jyrkempiä luiskia ilman geoteknisen suunnittelijan hyväksyntää.

### 6001.2 Perustamis- ja vahvistamistyön kelpoisuuden toteaminen

- 6001.2.1 Jokaisesta perustamis-, lujittamis- tai tukemistyöstä tehdään työ- ja laaduntarkkailusuunnitelma. Työ- ja laaduntarkkailusuunnitelma voi sisältää useita eri töitä, jotka lomittuvat toisiinsa. Kaikkien työ- ja laaduntarkkailusuunnitelmien tulee sisältää vähintään seuraavat osat:
- Selvitys olemassa olevista rakenteista ja työtä rajoittavista esteistä
  - Aikataulu ja työjärjestys
  - Laadun tarkkailumittaukset
  - Työn toteutuksen seuranta
  - Työnsuojelutoimenpiteet

Jokaisen perustamis- ja vahvistamistavan kohdalla on lisäksi esitetty yksityiskohdainen luettelo työ- ja laaduntarkkailusuunnitelman sisällöstä huomioonottaen pohjanvahvistustavan vaativuus. Vaativissa kohteissa voidaan tehdä laajempi, erillinen laaduntarkkailusuunnitelma.

- 6001.2.2 Materiaalien toimitukseen liittyvät asiakirjat (kuormakirjat, yms. toimituskirjat) tallennetaan ja liitetään laatuasiakirjoihin (laaturaporttiin).
- 6001.2.3 Rakennustyön suunnittelun ja suorittamisen aikana muodostuvat asiakirjat (työsuunnitelma, suunnitelman muutokset, mittauspöytäkirjat, tarkepiirustukset yms.) liitetään laatuasiakirjoihin.

## **6100 PAALUTUKSET**

### **6110 PUUPAALUT**

#### **6110.1 Puupaalun ja sen varusteiden materiaalivaatimukset**

- 6110.1.1 Paalupuuksi hyväksytään terve, suorakasvuinen mänty tai kuusi. Muut paalun laatuvaatimukset on esitetty Suomen Geoteknillisen Yhdistyksen lyöntipaalutusohjeiden (LPO-87) kohdassa 4.21.
- 6110.1.2 Paalupituuksia koskevat vaatimukset on esitetty LPO-87:n kohdassa 6.1.
- 6110.1.3 Mikäli suunnitelmassa on määrätty paalut lahosuojattavaksi, lahosuojataan ne suunnitelmassa esitetyllä tavalla tai, jos lahosuojaustapaa ei ole esitetty, painekyllästämällä.
- 6110.1.4 Paineekyllästetyn puutavaran tulee täyttää kyllästetyn puutavaran luokitusstandardin (SFS 3974) A-luokan vaatimukset. Ensisijaisesti käytetään mäntyä.
- 6110.1.5 Paalun kärkiä, pään suojaamista koskevat vaatimukset on esitetty LPO-87:n kohdassa 4.22.
- 6110.1.6 Puupaaluja saa jatkaa yhtä jatkosta käyttäen, mikäli niiden pituus on yli 12 m. Muuten jatkamisen suhteen noudatetaan LPO-87:n kohdan 4.23 ohjeita.
- 6110.1.7 Puupaalun jatkoksen tulee täyttää LPO-87:n kohdan 4.232 vaatimukset ja sille tulee hakea tilaajan käyttö lupa. Kuvassa 1 on esitetty vaatimukset täyttävä jatkos.
- 6110.1.8 Jatkoskohdassa paalupuiden sorvattu halkaisija on vähintään 210 mm.

#### **6110.2 Puupaalujen laadun toteaminen ja varastoiminen työmaalla**

- 6110.2.1 Paalun suunnitelmissa osoitetut poikkileikkausmitat (kuoritun paalunpään keskimääräinen latvaläpimitta) sekä suoruus tarkistetaan silmämääräisesti kaikista paaluista, sekä mittaamalla vähintään 5% paaluista. Paalut, joiden laatua epäillään mitataan kuitenkin kaikki.

- 6110.2.2 Tarkistetaan silmämääräisesti, että paalu täyttää muut Lyöntipaalutusohjeiden (LPO-87) kohdassa 4.21 esitetyt vaatimukset. Paalutoimitukseen liittyvät kuormakirjat yms. asiakirjat liitetään laatuasiakirjoihin.
- 6110.2.3 Paineekyllästetyissä paaluissa tarkistetaan, että kyllästysainemäärä on riittävä erää koskevan kyllästyspöytäkirjan mukaan sekä silmämääräisen tarkistuksen perusteella. Epäilyttävissä tapauksissa paalusta otetaan poraamalla näyte josta arvioidaan kyllästysaineen tunkeutumissyvyys. Tarvittaessa näyte on lähetettävä tutkitavaksi hyväksytyyn testauslaboratorioon.
- 6110.2.4 Paalut on varastoitava työmaalla siten, etteivät ne vioitu ja ovat helposti saatavissa työkohteeseen. Paaluja on tarvittaessa kasteltava niiden halkeamisen estämiseksi.

### **6110.3 Paalutustöiden laatuvaatimukset**

- 6110.3.1 Puupaalutuksessa noudatetaan LPO-87:n paalutusluokkaa III.
- 6100.3.2 Sarka- ym. ojien täyttömateriaalina hattujen alapinnan tason alapuolella käytetään kuivakuorisavea, hienorakeista kivetöntä moreenia tai muunlaista kosteutta pidättävää maalajia. Työalustan materiaalin tulee olla kosteutta pidättävää, mikäli se jää hattujen alapinnan alapuolelle.
- 6110.3.3 Muuten noudatetaan kohdan 6120.3 vaatimuksia puupaaluihin soveltaen.

### **6110.4 Työohjeet**

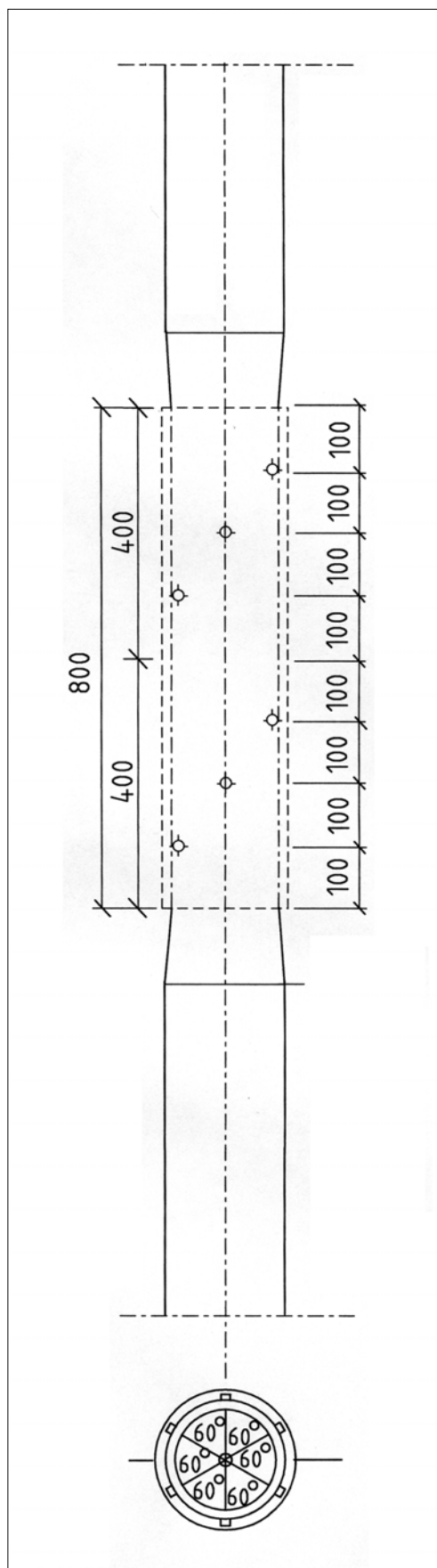
- 6110.4.1 Paalun kärjen ja yläpään työstö tehdään normaalisti työmaalla. Jos viimeistely tehdään muualla, on paalun päät suojattava kuljetuksen ajaksi. Paalun päät suositellaan työstettäväksi sorvilla.
- 6110.4.2 Muuten noudatetaan kohdan 6120.4 ohjeita puupaaluihin soveltaen.

### **6110.5 Valvontaohjeet**

- 6110.5.1 Noudatetaan kohdan 6120.5 ohjeita puupaaluihin soveltaen.

### **6110.6 Kelpoisuuden toteaminen**

- 6110.6.1 Paalutuksen kelpoisuus todetaan kohtien 6120.6.2 – 6.4 ohjeiden mukaisesti.



## JATKOSPUTKI

Pituus	800 mm
Ulkohalkaisija	≥ 219 mm, joka valitaan jatkettavan paalun halkaisijan mukaan
Ainesvahvuus	≥ 4,5 mm
Materiaali	yleinen rakenneteräs esim. S235JRG2
Valmistustapa	saumaton tai kylmämuovattu hitsattu putki
Naulareiät	∅ 8 mm

Jatkosputkissa ei saa olla rakennetta heikentävää ruostetta eikä syöpymiä.

## NAULAT

Kuumasinkitty lankanaula	150 * 51
Jatkoksen naulat	6 + 6 = 12

## TYÖOHJEET

- Paalun päät katkaistaan kohtisuoriksi paalun keskivivän suhteen.
- Jatkettavien paalujen päät työstetään sorvaamalla putken sisähalkaisijan mukaiseksi.
- Mikäli alapaalu työstetään ennen paalun lyömistä maahan, on alapaalua lyötäessä käytettävä isku-tyynyä tai jätettävä riittävä (0,10 m) katkaisuväri (paalun pään nuhjaantuminen).
- Jatkosputki naputetaan kevyesti puujuntalla alapaaluun. Putken on ulotuttava paaluun tarkalleen 0,40 m matkalta (varmistetaan paaluun tehdellä mittamerkillä).
- Alapaalu naulataan kiinni jatkokseen.
- Yläpaalu naputetaan kevyesti paalujuntalla jatkokseen siten, että se tukeutuu katkaisupinnaltaan tiiviisti alapaaluun (varmistetaan paaluun tehdellä mittamerkillä).
- Yläpaalu naulataan kiinni jatkokseen.

Kuva 1. Puupaalun jatkos.

## **6120 TERÄSBETONIPAALUT**

### **6120.1 Teräsbetonipaalun ja sen varusteiden materiaalivaatimukset**

6120.1.1 Paalun ja sen varusteiden tulee täyttää LPO-87:n kohdassa 4.3 osoitetut laatuvaatimukset.

6120.1.2 Paaluina hyväksytään käytettäväksi:

LPO-87:n paalutusluokassa II Rakennusteollisuus RTT ry:n tuotelehden ”Teräsbetoninen lyöntipaalu, 1999” normaalipaalu II tai siltapaalu II sekä LPO-87:n paalutusluokassa IB Rakennusteollisuus RTT ry:n tuotelehden ”Teräsbetoninen lyöntipaalu, 1999” normaalipaalu IB tai siltapaalu IB.

Betonin lujuusluokan tulee olla paalutusluokassa II levykärkeä käytettäessä K45-1 ja kalliokärkeä käytettäessä K50-1. Paalutusluokassa IB betonin lujuusluokan tulee olla K50-1.

Muiden paalujen käytölle tulee olla tilaajan käyttö lupa.

6120.1.3 Jatkoksenä käytetään tilaajan hyväksymää jäykkä jatkosta.

6120.1.4 Paalut varustetaan teräslevystä valmistetulla laatikkomaisella levykärjellä tai kalliokärjellä. Kärjen tyyppi osoitetaan suunnitelmassa.

6120.1.5 Levykärkenä käytetään kohdassa 6120.1.2 mainituissa RTT:n tuotelehdessä esitettyä levykärkeä. Muilla käytettävillä levykärjillä tulee olla tilaajan käyttö lupa.

6120.1.6 Kalliokärkenä käytetään ympäristöministeriön hyväksymää kiinteää kalliokärki tyyppiä tai tilaajan hyväksymää kalliokärkeä.

### **6120.2 Teräsbetonipaalujen laadun toteaminen ja varastointi työmaalla**

6120.2.1 Paaluja vastaanottaessa on tarkastettava, että paalut ovat Tiehallinnon hyväksymää tyyppiä. Paaluun tehdyistä merkinnöistä on tarkistettava, että paalun ikä ja suunnittelulujuus ovat riittävät. Tarvittaessa paalussa on oltava myös lämpökäsittelyä koskeva merkintä (LPO-87, kohta 4.314). Samalla on silmämääräisesti tarkastettava, että paalut ovat ehjiä. Paalutoimitukseen liittyvät kuormakirjat yms. asiakirjat liitetään laatuasiakirjoihin.

6120.2.2 Paalujen suoruus, poikkileikkauksen muoto ja mitat tarkistetaan silmämääräisesti ja tarvittaessa mittaamalla (LPO-87, kohta 4.313). Tutkittavista paaluista sivu- ja poikkileikkausmitat tarkistetaan päissä ja kerran keskimmäisen kolmanneksen alueella. Paalun päiden suoruus ja suunta mitataan suorakulmalla. Lisäksi on tarkistettava, että paalun päät on suojattu asianmukaisesti. Terästen määrä ja sijainti tarkistetaan paalun katkaisun yhteydessä. Tarkistusmittauksiin liittyvät pöytäkirjat yms. asiakirjat liitetään laatuasiakirjoihin.

6120.2.3 Paalut on varastoitava työmaalla siten, etteivät ne vioitu ja ovat helposti saatavissa työkohteeseen. Paalut eivät saa vioittua nostojen tai siirtojen yhteydessä.

### 6120.3 Paalutustöiden laatuvaatimukset

- 6120.3.1 Paalutustyössä noudatetaan tämän kohdan ohjeita ellei suunnitelmassa ole toisin määritelty.
- 6120.3.2 Ennen paalutustyön aloittamista tehdään työ- ja laaduntarkkailusuunnitelma ja paalutustyön aikana pidetään LPO-87 kohdan 5.8 mukaista paalutuspöytäkirjaa. Paalut on lyönnin jälkeen numeroitava.
- 6120.3.3 Paalutustyöjohtajalle kuuluvat toimenpiteet on esitetty LPO-87 kohdassa 7.
- 6120.3.4 Työ- ja laaduntarkkailusuunnitelman tulee sisältää ainakin tarvittavilta osiltaan seuraavat asiat:

#### Yleiset työmaajärjestelyt

- Työmaateiden, koneiden varastoalueiden ym. toimintojen sijoitus ja tilantarve.
- Paalutuskoneen tarvitsema kokoamispaikka, paalutuskoneen pääsy työkohteeseen, paalujen ja paaluhattujen varastointi sekä paalukuljetusten pääsy rakennuspaikalle eri työvaiheissa.
- Työalustan valmistelu: ruokamullan poisto, lavat, sora/murskearina, massanvaihto jne.
- Paalutuskoneen tarvitsema tila erityisesti kaltevia paaluja lyötäessä.
- Talvityöstä johtuvien erityisvaatimusten huomioon ottaminen.
- Sääolosuhteiden vaikutus.
- Työturvallisuusasiat

#### Pohjatutkimusten täydennystarve

- Pohjatutkimusten täydennystarve.
- Koepaalutusten ja koekuormitusten tarve ja suorituspaikat.

#### Työjärjestys

- Paalutustöiden ja muiden pohjarakennustöiden työjärjestys.
- Paalujen keskinäinen lyöntijärjestys.

#### Paalutuskoneet ja niiden varusteet

- Käytettävä lyöntikone (tyyppi, ikä, paino ja kunto).
- Järkäleen paino, pituus ja poikkileikkausala.
- Iskutyynyn paino ja rakenne (mm. puuosan ja iskusuojan eli pehmikkeen materiaali ja mitat).
- Apupaalun paino, pituus, materiaali ja poikkileikkauspinta-ala.



#### Paalujen lyöntiohjeiden tarkistus

- Arvioidaan odotettavissa olevat lyöntivaikeudet sekä suunnitellaan menettelyohjeet niiden varalta. Esimerkkejä mahdollisista vaikeuksista ovat:
- vaikeudet paalujen pituuden arvioinnissa
- täytteen, roudan tai tiiviin maakerroksen läpäisy
- maan kivisyydestä ja lohkareisuudesta johtuva paalun rikkoutumisvaara
- tavallista suurempi jousto (esim. suurempi kuin  $0,001 \cdot \text{paalu-pituus} + 5 \text{ mm}$ )
- paalujen rikkoutuminen työn aikana
- yksittäisten paalujen tunkeutuminen odotettua huomattavasti syvemmälle
- pohjaolosuhteet, joissa paalun alapään kiinnittyminen kallioon on epävarmaa
- loppulyöntiohje tai sen määrittämistapa

#### Paalutustyön vaikutus ympäristöön

- Työsuunnitelmassa tulee käydä ilmi toimenpiteet, joihin ryhdytään, mikäli työskentelypaikan läheisyydessä on mm.
- varottavia rakenteita (painuma, nousu, sivusiirtymä)
- johtoja maassa tai ilmassa
- sortumisalttiita luiskia (siirtymä, huokospaineen nousu)
- melu- tai värinähaitoista kärsiviä rakenteita, asuinalueita, laitteita yms.

- 6120.3.5 Paalun tulee olla lyötäessä vähintään 14 vrk ikäinen.
- 6120.3.6 Paalutuskaluston tulee täyttää LPO-87 luvussa 5.3 ja paalutukseen käytettävän lyöntikoneen luvussa 5.5 esitetyt vaatimukset.
- 6120.3.7 Paalun yläpään sijainti ja kaltevuus mitataan välittömästi lyönnin päätyttyä. Paalujen sijainti mitataan 10 mm tarkkuudella. Mittaustiedot kirjataan paalutus-pöytäkirjaan.
- 6120.3.8 Paalujen sijainti-, kaltevuus- ja suunta-poikkeamissa noudatetaan LPO-87:n kohdassa 3.544 esitettyjä ohjeita. Yksittäiselle paalulle sallitaan 100 mm:n sijaintipoikkeama mielivaltaiseen suuntaan. Jos poikkeamiin esitetään suunnitelmakohtaisia edellisestä poikkeavia vaatimuksia, niiden tulee olla pohjasuhteet ja paalutustyön toteuttamistapa huomioon ottaen realistiset. Yhdensuuntaisten paalujen sekä alaspäin hajaantuvien tai risteilevien tuki-paalujen ohjeelliset minimietäisyydet määrätään LPO-87:n kohdassa 3.541. Sijaintitoleranssin ylittyessä vaikutukset paalukuormaan on tarkistettava sekä paalulaatan että paaluhatturakenteen mitoituksessa.
- 6120.3.9 Paalut eivät saa liikkua tai nousta roudan vaikutuksesta. Roudan muodostuminen on estettävä työjärjestelyin ja/tai routasuojauksin.
- 6120.3.10 Paalutustyö on tehtävä siten, että paalujen siirtymät ovat mahdollisimman pienet. Suunnittelijaan on otettava yhteyttä, jos paalun siirtymä on yli 10 mm. Jos siirtymä on yli 25 mm, on työt keskeytettävä välittömästi ja otettava yhteyttä suunnittelijaan. Edellä mainitut raja-arvot voidaan asettaa suunnitelmassa toisin.

- 6120.3.11 Jos paalun nousua havaitaan, suoritetaan paalujen jälkilyönti. Tarvittaessa on otettava yhteyttä suunnittelijaan tai muutettava työjärjestystä.
- 6120.3.12 Jos yksittäisen paalun kärjen todetaan liukuvan, paalu korvataan kalliokärjellä varustetulla paalulla. Elementtikärkeä voidaan käyttää suunnittelijan hyväksymissä paaluissa.
- 6120.3.13 Paalutus aloitetaan aina koepaalutusluonteisesti, jolloin varmistetaan paalupituudet, loppulyöntiehdot sekä paalujen tunkeutuminen suunniteltuun maakerrokseen. Lyötävien koepaalujen lukumäärä riippuu pohjasuhteista paalukentän alueella. Koepaalujen minimimääränä voidaan pitää 2 - 4 kpl paalukentän osaa kohti. Joustomittausten onnistumiseksi koepaalujen tulee olla riittävän pitkiä. Loppulyöntiehdot tarkistetaan tarvittaessa iskuaaltomittausten avulla. Tarvittaessa tehdään varsinainen koepaalutus.
- 6120.3.14 Massanvaihtojen täytöt tehdään ennen niihin liittyvää paalutusta. Paalut, jotka ovat niin kaukana massanvaihtokohdasta, että pohjamaan siirtymät eivät voi niitä vahingoittaa, saa lyödä ennen massanvaihtoa.

#### **6120.4 Työohjeet**

- 6120.4.1 Alueella sijaitsevien uomien ja painanteiden luiskat loivennetaan suunnitelmassa esitettyyn kaltevuuteen ennen paalutusta.
- 6120.4.2 Siltoihin liittyvillä paalutettavilla pengerosilla lyödään pengerpaaluja sillan päätyihin olosuhteista riippuen 5 ... 10 riviä ennen siltapaalujen lyöntiä.
- 6120.4.3 Vesistösiltojen taustapaalutukset ja muutkin uomiin liittyvät paalutukset tehdään uomaan kohti edeten.
- 6120.4.4 Paaluja lyötäessä käytetään yleensä 0.3 m paksuista työalustaa. Työalustan materiaalin tulee olla kivetöntä eikä sitä tiivistetä. Erittäin heikoilla pohjamailla työalusta on suunniteltava erikseen.
- 6120.4.5 Työn kuluessa paalujen siirtymiä ja nousua voidaan ehkäistä kontrolloimalla työn nopeutta tai poistamalla maata paalun kohdalta tai asentamalla paaluun pystyjojnauhoja huokospaineen purkamiseksi.
- 6120.4.6 Pehmeän savikerroksen päällä olevan routakerroksen tai tiiviin maakerroksen puhkaisu esimerkiksi poraamalla vähentää tehokkaasti paalun lyönnistä aiheutuvaa maanpinnan heilahtelua.
- 6120.4.7 Paalutuksesta aiheutuvaa ääntä voidaan varsinkin koheesiomaassa ja löyhä-kenteisessä kitkamaassa vähentää käyttämällä painavaa järkälettä ja pientä pudotuskorkeutta.
- 6120.4.8 Paalutustyöstä aiheutuvaa melua voidaan vähentää käyttämällä tarkoitukseen sopivaa iskutyynyä tai ympäröimällä paalu ja iskutyyny sekä mahdollisesti myös järkäle sopivilla suojuksilla.

## **6120.5 Valvontaohjeet**

- 6120.5.1 Ennen lyöntiä on tarkastettava, että paalut eivät ole vahingoittuneet varastoinnin ja siirtojen aikana.
- 6120.5.2 Paalutustyön aikana on seurattava, että jatkos kiinnitetään ohjeiden mukaan. On myös valvottava, että liitososien kiinnilyönti tapahtuu oikein.
- 6120.5.3 Lyötyjen paalujen korkeusasemaa on tarkkailtava viereisten paalujen lyömisen aikana vaaitsemalla.
- 6120.5.4 Paalukentän mahdollisia siirtymiä on tarkkailtava mittaamalla, kun paalutustyö tehdään alueella, missä maapohjan vakavuus on pieni (esimerkiksi leikkausluiskan tai jokiuoman läheisyydessä). Suunnitelmassa esitetään mittaustavat, -pisteet ja -tiheys. Samalla on seurattava halkeamamuodostusta. Työnalaisessa paalukentässä tarkkaillaan vähintään kolmen paalun liikkeitä.
- 6120.5.5 Paalutustyön aikana seurataan silmämääräisesti halkeamamuodostusta. Kaikkien paalujen sijainti mitataan välittömästi paalukentän tai sen osan valmistuttua.
- 6120.5.6 Käytettäessä paaluhattuja pehmeällä, kokoonpuristuvalla savikolla on paalujen ympäristön painumaa seurattava mittaamalla paalujen korkeusaseman mittauksen yhteydessä.

## **6120.6 Kelpoisuuden toteaminen**

- 6120.6.1 Paalujen geoteknisen kantavuuden ja ehjyyden toteamiseksi tehdään iskuaaltomittauksia. Jos suunnitelmassa ei esitetä muuta, tehdään iskuaaltomittauksia I luokassa 2 % paaluista ja II luokassa tarvittaessa. Jos paalujen epäillään rikkoutuneen, tehdään erillisiä ehjyysmittauksia kaikista paaluista.
- 6120.6.2 Valvoja toteaa paalutustyön kelpoisuuden paalutuksen aikana tehtyjen havaintojen, paalutuspöytäkirjojen, tarkastustoimenpiteiden sekä paalujen sijainti- ja kaltevuusmittausten perusteella vertaamalla tuloksia suunnitelma-asiakirjoissa esitettyihin vaatimuksiin.
- 6120.6.3 Paalukarttaa sekä mahdollisesti pituus- ja poikkileikkauksia pohjana käyttäen laaditaan toteutumapiirros, jossa esitetään lyödyt paalut numeroituina paalutuspöytäkirjojen mukaisesti, toteutuneet paalupituudet sekä sallittuja poikkeamia suuremmat sijainti- ja kaltevuuspoikkeamat. Tukipaalutuksessa tulisi verrata myös vierekäisten paalujen ja paaluryhmien tunkeutumissyvyyskäsiä. Jos paalutuksessa tapahtuu poikkeamien ylityksiä, niistä laaditaan lisäksi erillinen laatupoikkeamaraportti.
- 6120.6.4 Laatuasiakirjoihin liitetään seuraavat rakennuttajan tarkastamat asiakirjat:
- paalutuspöytäkirjat
  - paalujen mittaus- ja sijaintitiedot
  - raportit koekuormituksista
  - raportit ehjyysmittauksista
  - toteutumapiirustukset
  - laatupoikkeamaraportit

**6180 PAALUHATUT JA PAALULAATAT****6181 PAALUHATUT****6181.1 Paaluhattujen laatuvaatimukset**

6181.1.1 Paaluhattujen mitat osoitetaan suunnitelmassa.

6181.1.2 Paaluhattujen rakenne on osoitettu kuvassa 2 ja mitoitus kohdan 6181.1.7 taulukoissa 1 - 5. Paaluhattujen yhteydessä käytettävien teräsbetonipaalujen mitoituskuorma vastaa enintään 9 MPa jännitystä.

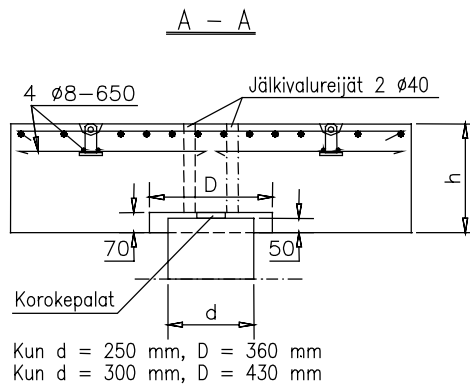
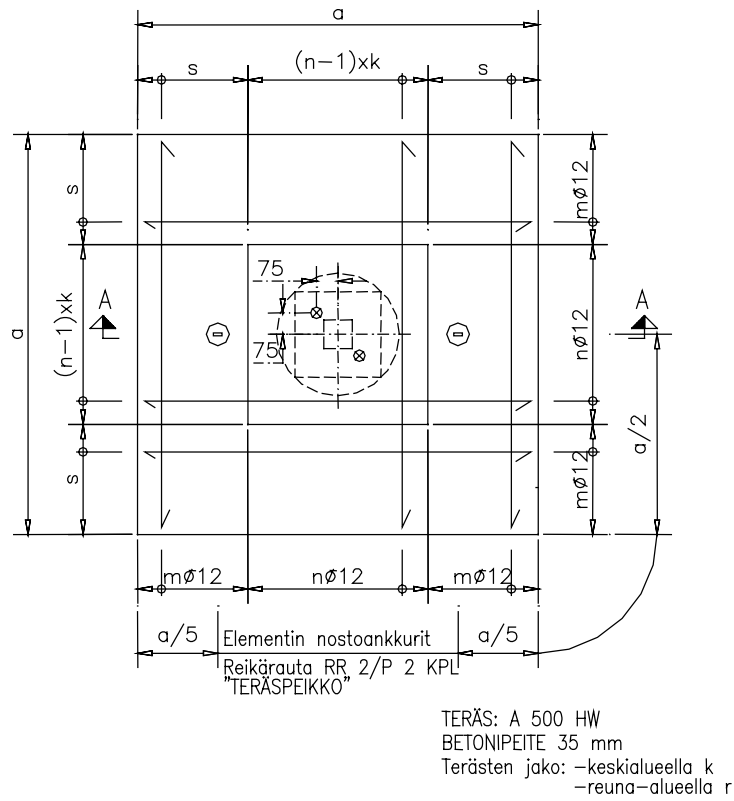
6181.1.3 Paalujen hatut voidaan tehdä elementtirakenteisina tai paikalleen valettuina.

6181.1.4 Elementtihattuihin tehdään varaus puupaalulle, jonka halkaisija (d) saadaan taulukosta 5. Teräsbetonisille paaluille tehdään neliömäinen varaus, jonka sivumitta on paalun leveys lisättynä 20 - 30 mm:llä.

6181.1.5 Hatun paksuus ei paalun kohdalla saa olla taulukoissa 6100.1 - 6100.4 esitettyä mitta (H - 50 mm) pienempi.

6181.1.6 Yhteenvalettavien paaluhattujen raudoitus viedään rakovälin yli käyttäen hatun reunaosan teräsjakoa ja -kokoa. Rakoväli valetaan samat materiaalivaatimukset täyttävällä betonilla kuin hattuosa. Hattujen ja rakovälien valu tulee suorittaa samalla kertaa.

Yhteenvalettavien paaluhattujen mitoitusperiaatteet on esitetty ohjeen Paalulaattojen ja paaluhatturakenteiden suunnitteluohje, TIEH 2100007-01 kohdassa 5.4.3.



Kuva 2. Paaluhattu. Mitat ja raudoitus.

6181.1.7 Paaluhattujen rakenne mitoitetaan tämän kohdan taulukkojen mukaan. Paaluhatun rakenne on esitetty kuvassa 2. Laatan raudoitus on tiheämpi hatun keskialueella kuin reuna-alueilla, paitsi puupaalujen paaluhatuissa. Teräsbetonipaaluille tarkoitettujen paaluhattujen paksuus ja raudoitus on esitetty taulukoissa 1...4. Puupaalujen paaluhattu on esitetty taulukossa 5.

Merkinnät teräsbetonipaalujen paaluhatuille:

a = paaluhatun sivumitta mm

$r_{vmax}$  = rakovälin maksimimitta mm ko paaluhatulle

h = paaluhatun korkeus mm

n = terästen lukumäärä yhdessä suunnassa keskialueella

k = teräsväli keskialueella mm

m = terästen lukumäärä yhdessä suunnassa reuna-alueilla

r = teräsväli reuna-alueilla

e = ulomman teräksen etäisyys laatan reunasta

L = teräksen katkaisupituus

$H_{max}$  = penkereen maksimikorkeus ko paaluhatulle. Pengerkorkeus mitataan paaluhatun yläpinnasta tienpintaan.

Taulukko 1. Teräsbetoniset lyöntipaalut 250x250, paalukuorma  $\leq 0,56$  MN, paaluhatun betoni K 40-2, teräs  $\varnothing 12$  A500 HW

a	$r_{vmax}$	h	n	k	m	r	e	L	$H_{max}$
1200	700	360	7	90	2x2	140	50	1120	7,1
1300	700	370	8	80	2x2	160	50	1220	6,3
1400	700	380	9	80	2x2	160	60	1320	5,6
1500	700	390	11	70	2x3	110	70	1420	5,0
1600	700	400	12	70	2x3	120	55	1520	4,5
1700	700	400	13	70	2x3	120	70	1620	3,9
1800	700	410	11	90	2x3	130	60	1720	3,5
1900	600	410	14	70	2x3	140	75	1820	3,2
2000	600	410	16	70	2x3	140	55	1920	2,9

Taulukko 2. Teräsbetoniset lyöntipaalut 250x250, paalukuorma  $\leq 0,56$  MN, elementtipaaluhatun betoni K 50-1, teräs  $\varnothing 12$  A500 HW..

a	$r_{vmax}$	h	n	k	m	r	e	L	$H_{max}$
1200	700	320	9	70	2x2	130	60	1120	7,1
1300	700	330	10	70	2x2	140	55	1220	6,3
1400	700	330	12	60	2x3	100	70	1320	5,6
1500	700	340	13	60	2x3	110	60	1420	5,0
1600	700	350	10	80	2x3	130	50	1520	4,5
1700	700	350	12	70	2x3	130	75	1620	3,9
1800	700	350	15	60	2x4	100	80	1720	3,5
1900	600	350	16	60	2x4	110	60	1820	3,2
2000	600	350	17	60	2x4	110	80	1920	2,9

Taulukko 3. Teräsbetoniset lyöntipaalut 300x300, paalukuorma  $\leq 0,81$  MN, paaluhatun betoni K 40-2, teräs  $\varnothing 12$  A500 HW

a	$r_{vmax}$	h	n	k	m	r	e	L	$H_{max}$
1200	700	380	8	80	2x2	140	40	1120	10,6
1300	700	400	9	80	2x2	140	50	1220	9,4
1400	700	420	9	90	2x2	140	60	1320	8,5
1500	700	430	11	70	2x3	120	40	1420	7,6
1600	700	450	9	90	2x3	130	50	1520	6,9
1700	700	460	12	80	2x3	120	50	1620	6,2
1800	700	470	12	80	2x3	140	40	1720	5,6
1900	700	470	14	70	2x4	110	55	1820	5,1
2000	700	470	15	70	2x4	110	70	1920	4,6

Taulukko 4. Teräsbetoniset lyöntipaalut 300x300, paalukuorma  $\leq 0,81$  MN, elementtipaaluhatun betoni K 50-1, teräs  $\varnothing 12$  A500 HW

a	$r_{vmax}$	h	n	k	m	r	e	L	$H_{max}$
1200	700	340	11	60	2x2	120	60	1120	10,6
1300	700	360	10	70	2x2	140	55	1220	9,4
1400	700	370	12	60	2x3	110	40	1320	8,5
1500	700	380	13	60	2x3	110	60	1420	7,6
1600	700	390	14	60	2x3	120	50	1520	6,9
1700	700	390	15	60	2x3	120	70	1620	6,2
1800	700	390	15	60	2x4	110	40	1720	5,6
1900	700	400	16	60	2x4	110	60	1820	5,1
2000	700	400	17	60	2x4	120	40	1920	4,6

Merkinnät puupaalujen paaluhatuille:

a = paaluhatun sivumitta

$r_{vmax}$  = rakovälin maksimimitta mm ko paaluhatulle

h = paaluhatun korkeus

n = terästen lukumäärä yhdessä suunnassa

k = teräsväli mm

e = teräksen etäisyys laatan reunasta mm

L = teräksen katkaisupituus

$H_{max}$  = penkereen maksimikorkeus ko paaluhatulle. Pengerkorkeus mitataan paaluhatun yläpinnasta tienpintaan.

Taulukko 5. Puupaalut 200 mm (latva), paalukuorma  $\leq 0,22$  MN, paaluhatun betoni K 40-2, teräs  $\varnothing 12$  A500 HW.

a	$r_{vmax}$	h	n	k	e	L	$H_{max}$
900	500	300	9	100	50	820	4,7
1000	500	320	10	100	50	920	3,4
1100	500	330	10	110	55	1020	2,8
1200	500	340	10	120	60	1120	2,5
1300	400	350	11	120	50	1220	2,1

**6181.2 Paaluhattujen laadun toteaminen ja varastointi työmaalla**

- 6181.2.1 Tarkistetaan mittaamalla ja silmämääräisesti, että elementtirakenteiset hatut vastaavat mitoiltaan ja raudoitukseltaan tyyppiirustuksia tai erikoissuunnitelman tapauksessa suunnitelmapiirustuksia. Raudoitus tarkistetaan elementtitehtaalla ennen valua.
- 6181.2.2 Elementtien lujuus tarkistetaan elementtitehtaan toimittamien laatuasiakirjojen perusteella. Elementteihin käytetyn betoni ja teräksen laatu tarkistetaan tarvittaessa elementtitehtaalla. Kuormakirjat, mittauspöytäkirjat yms. paaluhattujen laatuasiakirjat liitetään laatuasiakirjoihin.
- 6181.2.3 Paikalla valettujen paaluhattujen laadunvalvontaan kuuluu betonimassan, betonin lujittumisen sekä suunnittelulujuuden valvonta. Valmisbetonierän laatu tarkastetaan silmämääräisesti sekä kuormakirjoista, jotka otetaan talteen ja arkistoidaan. Työmaa tai valmistaja tekee betoninormien edellyttämät koekappaleet työmaalla. Myös betonin lujittumisen tarkkailua varten voidaan tehdä työmaan käyttöön ns. sääkappaleet. Kaikki laatuasiakirjat ja mittauspöytäkirjat tallennetaan ja liitetään laatuasiakirjoihin.
- 6181.2.4 Elementtipaaluhatut varastoidaan siten, etteivät ne vioitu. Maapohjan kantavuuden varaston kohdalla on oltava riittävä.

**6181.3 Paaluhatturakenteen laatuvaatimukset**

- 6181.3.1 Maanpinta hattujen alla tasataan vaakasuoraksi suunnitelmissa osoitettuun tasoon.
- 6181.3.2 Paalut katkaistaan paaluhattuja käytettäessä maan pinnan suuntaisesti siten, että ne eivät rikkoudu katkaisutason alapuolelta. Paaluhattuja käytettäessä paalun pää upotetaan 50 mm paaluhatun sisään. Katkaisutarkkuus on  $\pm 20$  mm ja katkaisujäljen epätasaisuus saa olla enintään 10 mm. Elementtipaaluhattuja käytettäessä paalun pään on oltava tasainen ja kannettava koko pinnaltaan. Tarvittaessa käytetään juotosmassaa tai vanerilevyä.
- 6181.3.3 Paikalla valettuja hattuja käytettäessä muotit rakennetaan vaakasuoriksi ja tuetaan tasaisesti maanpintaan.
- 6181.3.4 Hatut asennetaan keskeisesti paaluun nähden.
- 6181.3.5 Valettujen hattujen alustan tulee olla sulana ennen valua. Valun jälkeen maan jäätyminen estetään, kunnes hattujen päälle pengerretty maakerros antaa riittävän routasuojan.
- 6181.3.6 Elementtien alusta saa olla routaantunut enintään 100 mm paksuudelta.



- 6181.3.7 Paaluhattun yläpinnan tulee olla vaakasuorassa ja yksittäinen hattu saa poiketa suunnitelmissa osoitetusta tasosta enintään 100 mm.
- 6181.3.8 Puupaaluja käytettäessä paalujen ja paaluhattujen välit täytetään lahoamisen estämiseksi vettä pidättävällä maalajilla esim. hienorakeisella moreenilla.
- 6181.3.9 Teräsbetonipaaluja käytettäessä paaluhattujen välit täytetään soralla, murskeella tai muulla karkearakeisella kitkamaalla.
- 6181.3.10 Paaluhattujen päälle rakennetaan kuormaa jakava kerros, jonka paksuus on suunnitelman mukainen kuitenkin vähintään 1 m. Kuormaa jakava kerroksen alaosaa toimii hattujen suojakerroksena ja sen materiaalina käytetään mursketta, jonka maksimiraekoko on 50 –150 mm. Suojamateriaali levitetään ja tiivistetään varovasti niin, että paaluhattut säilyttävät asentonsa. Suojakerroksen päälle asennetaan lujite. Kuormaa jakava kerroksen yläosa materiaali on hyvän kitkakulman omaavaa kalliomursketta, jonka maksimiraekoko on 150 – 200 mm. Muu penger-täyte rakennetaan suunnitelman mukaan käyttäen karkearakeisia materiaaleja kuten louhetta, mursketta, soraa, hiekka tai sora- tai hiekkamoreenia.
- 6181.3.11  
6181.3.11 Paaluhattuja voidaan kuormittaa täysin vasta sitten, kun niiden lujuus on saavuttanut suunnittelulujuuden tai suunnitelmassa määritetyn riittävän lujuuden. Tämä on otettava huomioon myös työn aikaisen liikenteen osalta.
- 6181.3.12 Paalutuksen viereen ei saa läjittää ilman erillistä pohjanvahvistussuunnitelmaa.

#### **6181.4 Työohjeet**

- 6181.4.1 Paaluhattujen paikalla valussa maan humuspitoinen pintakerros poistetaan ja tarvittaessa asennetaan muovikalvo tai muottikangas maanpintaan estämään betonin sekoittumista alla olevaan maaperään.
- 6181.4.2 Paikalla valettava paaluhattu voidaan valaa kiertävillä muoteilla tai hattukohtaisilla muoteilla. Kiertävien muottien käyttö edellyttää hyvin jäykkää betonimassaa.
- 6181.4.3 Varsinkin sovellettaessa muottien nopeaa kierrätystä, on betonin jälkihoitoon kiinnitettävä erityistä huomiota halkeamien välttämiseksi, Valun pinta on hierrettävä muotin poiston jälkeen ja kastettava nopean kuivumisen estämiseksi.
- 6181.4.4 Valettaessa paaluhattuja pehmeälle, kokoonpuristuvalla savikolle on edullista tehdä paalujen katkaisu ja paaluhattujen valu noin 6 kuukautta paalujen lyönnin jälkeen. Maanpinta painuu suhteellisen nopeasti paalutuksen jälkeen paalutus-työstä aiheutuneen huokospaineen alenemisen johdosta. Paaluhattun alle ei saisi muodostua tyhjää tilaa .
- 6181.4.5 Jos valettavan paaluhattun kohdalla valualusta on jäässä tai kohmeessa on betoni eristettävä maasta vähintään 25 mm vettä imemättömällä solumuovieristeellä.
- 6181.4.6 Paikalla valettuja hattuja käytettäessä otetaan huomioon betonin kovettuminen: hattujen päälle saa levittää enintään 0,5 m materiaalikerroksen, kun betoni on saavuttanut 60 % suunnittelulujuudesta. Tämän suojakerroksen tiivistäminen ja sen päälle tulevien materiaalien levitys sallitaan betonin saavutettua täyden suunnittelulujuuden.

6181.4.7 Paalujen väliset täytöt tiivistetään tärylevyllä. Paaluhatut eivät saa siirtyä tiivistyksen johdosta.

6181.4.8 Penger rakennetaan paalutetulle alustalle kerroksittain. Mikäli työluiskan alla on vain pystysuoria paaluja, ei pengerrystä saa missään työvaiheessa päättää jyrkkään luiskaan.

## **6181.5 Valvontaohjeet**

6181.5.1 Ennen paaluhatun valua on tarkistettava seuraavat seikat:

- maanpinta hatun alla on vaakasuora ja suunnitelman edellyttämässä tasossa
- onko maanpinnan päälle tarpeen asentaa muovikalvoa tai muottikangasta
- muotin kunto, riittävä jäykkyys ja mitat (sivumitta ja korkeus)
- muottien tulee olla vaakasuorassa ja tukeutua tasaisesti maanpintaan
- jos maa on routaantunut, on betoni eristettävä maasta eristeellä
- muottien korkeuserot
- muottien tulee sijaita keskeisesti paaluun nähden
- hatun tehokkaan korkeuden (paalun yläpään ja hatun yläpinnan erotus) on oltava riittävä
- onko terästen sijainti suunnitelman mukainen
- ettei muotissa ole vettä
- terästen laatu (näkyä erää koskevasta tunnuskilvestä)

6181.5.2 Valettaessa ja asennettaessa paaluhattuja kylmänä vuodenaikana on valvottava:

- että paalukentän lämpöeristys on riittävä,
- ettei paaluhattujen alusta routaannu asennuksen jälkeen,
- ja että noudatetaan valutyössä ja jälkihoidossa talvibetonointia koskevia yleisiä määräyksiä

6181.5.3 Betonoinnissa noudatetaan betoninormien mukaisia laadunvalvontaohjeita.

6181.5.4 Paaluhatun riittävä paksuus paalun pään kohdalla on tarkistettava. Tämä voidaan tehdä esimerkiksi käyttämällä valussa tarkistusnaulaa.

6181.5.5 Betonin valun ja lujittumisen aikana on valvottava, ettei betonoituihin rakenteisiin aiheuteta vaurioita tärinän, työmaaliikenteen tms. vaikutuksesta.

6181.5.6 Elementtipaaluhattujen asennuksessa tulee mittauksin ja silmämääräisesti tarkistaa seuraavat asiat:

- asennusalustan tulee olla vaakasuora ja suunnitelman edellyttämässä tasossa
- hatun tulee olla vaakasuorassa ja tukeutua tasaisesti maanpintaan ja paalun päähän
- paaluhatun tulee sijaita keskeisesti paaluun nähden
- paaluhattujen väli ei ylitä sallittuja mittoja
- pohjamaa on sula tai enintään 100 mm paksuudelta routaantuneena

- 6181.5.7 Paalutuksen päälle tulevan suojamateriaalin levityksen aikana on valvottava:
- tarkistetaan silmämääräisesti, että paaluhattujen suojamateriaalin rakeisuus, routivuus sekä paksuus täyttävät suunnitelmassa esitetyt arvot
  - ettei paaluhattuja kuormiteta raskain työkonein
  - pengermateriaalia ei saa kaataa hattukentälle suojakerroksen paksuutta huomattavasti korkeampiin kasoihin
  - paaluhattujen betonin pitää saavuttaa suunnittelulujuus ennen kuin penger korotetaan lopulliseen tasoonsa.
  - suojatäytteellä liikennöimistä on vältettävä paaluhattujen vaurioitumisen estämiseksi

## **6181.6 Kelpoisuuden toteaminen**

- 6181.6.1 Paaluhattujen lujuuden kehittymistä seurataan lujittumislämpötilan, ajan sekä koe-kappaleilla tehtävien vertailukokeiden avulla betoninormeissa esitetyllä tavalla. Muottien purkamisen jälkeen paaluhattujen laatu tarkastetaan silmämääräisesti. Paaluhattujen lujuuden tulee olla 60 % suunnittelulujuudesta, ennen kuin suoja-täyte voidaan pengertää paalujen päälle.
- 6181.6.2 Paaluhattujen laadunvalvontaan liittyvät asiakirjat tulee liittää laatudokumentteihin.

## **6182 PAALULAATAT**

### **6182.1 Paalulaatan laatuvaatimukset**

- 6182.1.1 Yhtenäinen betonilaatta tehdään suunnitelmien mukaisesti sekä SYL:n kohtaa betonityöt noudattaen.
- 6182.1.2 Paalulaatan rakenteellisen mitoituksen vaatimukset on esitetty ohjeen Paalulaat-tojen ja paaluhatturakenteiden suunnitteluohje, TIEH 2100007-01 kohdassa 5.5.
- 6182.1.3 Paalulaatan yläpinta valetaan vähintään 1.5 - 2.0 % kaltevuuteen. Laatan paksuu-den poikkeama suunnitellusta saa olla +50 mm ja -20 mm.
- 6182.1.4 Siirryttäessä paalulaatalta painuvalle tierakenteelle käytetään paalulaatan päässä siirtymälaattaa tasaamaan painumia.
- 6182.1.5 Laatan alustan on oltava ennen valua:
- laatan painon kantava
  - tasainen ja sula
  - betonia läpäisemätön
  - suunnitelmissa osoitetussa korkeustasossa ja muodossa.

Paalujen yläpään etäisyys laatan pinnasta osoitetaan suunnitelmissa.

- 6182.1.6 Valualustan painuma ei saa betonin sitoutumisaikana ylittää 5 mm. Jos sallittu painuma laskelmien mukaan ylittyy, on paalulaatan valualustana käytettävä kanta-vaa muottia.

6182.1.7 Paalulaatan päälle rakennetaan suojakerros, jonka paksuuden tulee olla vähintään 300 mm. Suojakerroksen materiaalina käytetään soraa tai mursketta (maksimi raekoko 50 - 150 mm).

6182.1.8 Paalujen päät paalulaatoissa katkaistaan suunnitelman määrittelemästä katkaisukorkeudesta kohtisuoraan paalun akselia vastaan.

6182.1.9 Paalutuksen viereen ei saa läjittää ilman erillistä pohjanvahvistussuunnitelmaa.

## **6182.2 Paalulaatan laadun toteaminen**

6182.2.1 Betonin lujuuden kehittymistä voidaan arvioida betoninormien mukaisesti lujittumislämpötilan, ajan sekä koekappaleilla tehtävien vertailukokeiden avulla.

## **6182.3 Työohjeet**

6182.3.1 Raudoituksen tukikappaleiden alle asetetaan maanvaraisvalussa laudat tms.

6182.3.2 Maapohjan jäätyminen on estettävä, kunnes laatan päälle on ajettu maakerros antaa riittävän routasuojan. Betonirakenteen ja maapohja jäätyminen voidaan estää käyttämällä esimerkiksi lämpöeristystä, lämmitystä tms.

6182.3.3 Penger rakennetaan paalutetulle alustalle kerroksittain. Pengerrystä ei saa missään työvaiheessa päättää jyrkkään luiskaan.

6182.3.4 Paalulaattaa voidaan kuormittaa täysin vasta sitten, kun sen lujuus on saavuttanut suunnittelulujuuden tai suunnitelmassa määritetyn riittävän lujuuden. Tämä on otettava huomioon myös työn aikaisen liikenteen osalta.

## **6182.4 Valvontaohjeet**

6182.4.1 Ennen laatan valua tarkastetaan silmämääräisesti tai mittaamalla, että:

- laatan alusta on riittävän kantava.
- laatan alusta on sula, oikeassa korkeudessa sekä oikeassa muodossa.
- etäisyys paalun yläpäästä tulevan laatan pintaan on vähintään suunnitelmapiirustuksissa esitetty.
- reunamuotti on riittävän jäykkä, hyvin kiinnitetty ja tukeutuu tasaisesti maanpintaan.
- muovikalvon tai muottikankaan tarpeellisuus tarkistetaan.
- alustassa ei ole vettä.
- teräkset ovat suunnitelman mukaisissa paikoissa ja laadultaan hyväksyttäviä.

6182.4.2 Paalulaatan valussa noudatetaan voimassaolevia betoninormien mukaisia laadunvalvontaohjeita. Laadunvalvontaan kuuluu betonimassan, betoniterästen, lujittumisen sekä suunnittelulujuuden valvonta. Valmisbetonin laatua valvotaan silmämääräisesti sekä tarkastamalla valmisbetonierän kuormakirjasta, joka otetaan talteen ja arkistoidaan.

6182.4.3 Betonoinnin ja lujittumisen aikana on vältettävä aiheuttamasta jo betonoituihin rakenteisiin vaurioita tärinällä, työmaaliikenteellä tms.

6182.4.4 Betonoitaessa paalulaattaa kylmänä vuodenaikana on varmistuttava seuraavista asioista:

- että laatan alusta on valuhetkellä sula,
- ettei betonimassa pääse betonoinnin aikana tai sen jälkeen jäätymään ennen kuin vertailulujuus vastaa talvibetonoinnissa vaadittavaa vähimmäislujuutta.

Betonin sitoutumista tarkkaillaan esimerkiksi rakenteessa tehtävin lämpötilamittauksin.

## **6182.5 Kelpoisuuden toteaminen**

6182.5.1 Katso kohdan 6181.6.1 ohjeet.

6182.5.2 Paalulaatan rakentamisen yhteydessä syntyneet laatudokumentit liitetään laatuasiakirjoihin.

## **6200 MAAPOHJAN JA LUISKIEN VAHVISTAMINEN**

### **6210 ESIKONSOLIDOINTI**

#### **6211 PYSTYOJITUS**

##### **6211.1 Täyssynteettiset nauhapystyöjat, materiaalivaatimukset**

6211.1.1 Pystyöjanauhojen tuoteominaisuuksien tulee täyttää taulukossa 6 asetetut vaatimukset.

Suunnitelmissa esitetään vaatimukset ainakin nauhojen seuraaville ominaisuuksille:

- ekvivalenttihalkaisija
- nauhan vedenjohtavuus; ohjeen TIEL 3200057 mukaan testatun nauhan vedenjohtavuus on riittävä alle 15 m syvyisillä ojilla ja kun penkereen painuma on alle 1,5 m
- suodattimen tehokas huokoskoko (maalajin asettamat vaatimukset)
- murtovenymä (routimisolosuhteiden asettamat vaatimukset)
- Suodattimen vedenläpäisevyyserkertoimen vaatimuksen laskemista varten suunnitelmassa esitetään maan vedenläpäisevyyskerroin.

6211.1.2 Nauhan vaatimuksenmukaisuuden arviointi perustuu nauhanvalmistajan ilmoittamiin nimellisarvoihin (ilmoitettu joko keskiarvona tai 95 % luotettavuusrajaa vastaavana arvona) ja hajontoihin (vähentämällä hajonta keskiarvosta saadaan 95 % luotettavuusrajaa vastaava arvo) sekä niiden varmentamiseen puolueettomassa laboratorioissa. Keskiarvon tulee täyttää taulukossa 6 mainittu keskiarvovaatimus, ja 95 % luotettavuusrajaa vastaavan arvon tulee täyttää taulukossa mainittu vähimmäisarvon vaatimus (jos vähimmäisarvoa ei ole ilmoitettu, on se sama kuin keskiarvo). Valmistajan tai nauhan toimittajan tulee esittää puolueettomassa laboratorioissa tehtyjen testausten tulokset ennen työn aloittamista, eivätkä ne saa olla viittä vuotta vanhempia.

6211.1.3 Nauhan tulee olla tasalaatuinen ja kestää asennus ehjänä.

Taulukko 6. Pystyjojanauhojen ominaisuuksien vaaditut arvot.

OMINAISUUS	SYMB	YKS.	VAADITTU ARVO		
			Keskiarvo	Vähimmäisarvo	Kokeiden lukumäärä
<b>Ojanauha</b>					
1 Massa	M <sub>0</sub>	g/m	nim.	nim.-10%	≥10
2 Leveys	B	mm	nim.	nim.-5%	≥10
3 Paksuus (20 kPa)	T <sub>20</sub>	mm	nim.	nim.-10%	≥10
4 Paksuus (125 kPa, 30 d)	T <sub>125</sub>	mm	0,7 x T <sub>20</sub>		3
5 Kokoonpuristuma (125 kPa) välillä 30 d – 60 d	ΔT <sub>125, 30 d</sub>	mm/30 d	<0,05	<0,1	3
6 Vetolujuus (kuiva = k)	P <sub>u1</sub>	kN	1,0	0,9	5
7 Murtovenymä (k)	ε <sub>u1</sub>	%	15 (30) <sup>1</sup>		5
<b>Suodatin</b>					
8 Paksuus (2 tai) 20 kPa	T <sub>g</sub>	mm	nim.	nim.-10%	≥10
9 Vetolujuus pitkitt. (märkä=m)	P <sub>u3</sub>	kN/m	3,0		5
10 Murtovenymä pitkitt. (m)	ε <sub>u3</sub>	%	15 (30) <sup>1</sup>		5
11 Sauman vetolujuus (m)	P <sub>u5</sub>	kN/m	1,5		5
<b>Ojanauhan vedenjohtokyky, T = 20 °C, 100 kPa</b>					
12 Vedenjohtokyky	Q <sub>w1</sub>	ml/s	10	8	3
<b>Suodattimen vedenläpäisevyys, T = 20 °C</b>					
13 Vedenläpäisevyys, h = 50 mm	k <sub>2</sub>	mm/s	50 k <sub>maa</sub>	0,10	3
<b>Suodattimen maa-aineksen pidätyskyky</b>					
14 Tehokas huokoskoko	O <sub>90</sub>	mm	O <sub>90</sub> < 0,15 <sup>2</sup> ja O <sub>90</sub> < d <sub>85maa</sub> <sup>3</sup> O <sub>90</sub> < (1,5–2,8)d <sub>50maa</sub> <sup>4</sup>		3

nim. = Valmistajan ilmoittama nimellisarvo (keskiarvo).  
Mikäli valmistaja ei ole sitä ilmoittanut, käytetään nimellisarvona testauksessa saatua keskiarvoa. Mikäli testauksessa ominaisuuksien 1, 2, 3 ja 8 keskiarvot ovat suurempia kuin valmistajan ilmoittamat nimellisarvot, sovelletaan hanketestauksessa (kohta 6211.2.2) nimellisarvona puolueettoman laboratorion testauksessa saatua keskiarvoa.

<sup>1</sup> kun pystyjoja on alltiina routimiselle  
<sup>2</sup> suodatusteknisesti tavanomaisissa maalajeissa  
<sup>3</sup> suodatusteknisesti vaikeissa silttimaalajeissa  
<sup>4</sup> suodatusteknisesti vaikeissa maalajeissa: lähinnä keskisiltit ja karkeat siltit

6211.1.4 Testausmenetelminä käytetään CEN:n laatimia testimenetelmästandardeja. Jos niitä ei ole, käytetään julkaisussa 'Pystyjojanauhojen laatuvaatimukset' TIEL 3200057 esitettyjä testausmenetelmiä. CEN:n standardien mukaan testattavat ominaisuudet ovat:

- massa (1); SFS-EN 965 ex Geotextiles and geotextile-related products - Determination of mass per unit area
- paksuus (3); soveltaen SFS-EN ISO 9863-2 ex Geotextiles and geotextile - related products - Determination of thickness at specified pressure – Part 2: Procedure for thickness of layers of multilayer products (ISO 9863-2)
- vetolujuus (6) ja (9) sekä murtovenymä (7) ja (10); SFS-EN ISO 10319 ex Geotextiles and geotextile –related products - Wide-width tensile test (ISO 10319:1992)
- suodattimen paksuus; SFS-EN 964-1 ex Geotextiles and geotextile -related products- Determination of thickness at specified pressures - Part 1: Single layers

- suodatinkankaan sauman vetolujuus (11); soveltaen SFS-EN ISO 10321 ex Geotextiles and geotextile-related products - Tensile test for joints/seams by wide-width method (ISO 10321:1992)
- nauhan vedenjohtokyky (12); soveltaen SFS-EN ISO 12958 Geotextiles and geotextile-related products – Determination of water flow capacity in their plane (ISO 12958:1999)
- suodattimen vedenläpäisevyys (13); soveltaen SFS-EN ISO 11058 Geotextiles and geotextile-related products - Determination of water permeability characteristics normal to the plane, without load (ISO 11058:1999)
- suodattimen tehokas huokoskoko (14); SFS-EN ISO 12956 Geotextiles and geotextile-related products – Determination of the characteristic opening size (ISO 12956:1999)

## 6211.2 Nauhapystyoja, materiaalin laadun toteaminen ja varastointi työmaalla

6211.2.1 Jokaisen nauhatoimituserän tilauksenmukaisuus todetaan ja siitä laaditaan vastaanottoraportti. Vastaanottoraporttiin kerätään tavaran toimitusasiakirjoista ja tuotemerkinnöistä sekä vertailupalan tarkastuksesta seuraavat tiedot:

- nauhatyyppi ja sen raaka-aineet
- toimituksen koko ja päivämäärä
- valmistuserän päivämäärä, rullien numerot
- maahantuojat
- valmistajan laadunvalvontatulokset
- vertailupalan tarkastustulokset
- nauhatyyppin rakenne ja mitat
- ydinosan ja suodattimen materiaali ja paksuudet
- suodattimen sauman rakenne

6211.2.2 Työn alussa nauhasta otetaan vertailupala, josta osa säilytetään työmaalla ja osa toimitetaan testilaboratorioon. Vertailupalasta tehdään seuraavat *taulukon 6* mukaiset testit:

- ojanauhan massa (1)
- ojanauhan leveys (2)
- ojanauhan paksuus (3)
- suodattimen paksuus (8)
- sauman vetolujuus (11)
- vedenläpäisevyyskerroin (13)
- sekä tarkistetaan sauman rakenne ja kunto

Mikäli tuottaja on ilmoittanut standardissa SFS-EN 13252 Geotextiles and geotextile-related products. Characteristics required for use in drainage systems. (Geotekstiilit ja vastaavat tuotteet. Toiminnalliset vaatimukset kuivatusjärjestelmien rakentamisessa) kappaleen 5.2 Verification of values mainitun hajonta-arvon, noudatetaan kokeiden lukumäärän ja tulosten arvioinnin suhteen standardiehdotuksen em. kappaleessa esitettyjä periaatteita. Mikäli hajonta-arvoa ei ole ilmoitettu, on kokeiden lukumäärä ominaisuuksien 1, 2, 3 ja 8 osalta viisi ja ominaisuuksien 11 ja 14 osalta kaksi. Tällöin kaikkien koetulosten tulee täyttää suunnitelmassa tai *taulukossa 6* vaadittu vähimmäisarvo.

Jos ojanauhan laatua on aihetta epäillä, tehdään täydellinen testaus. Vertailupala ja testitulokset liitetään vastaanottoraporttiin.

- 6211.2.3 Vastaanottotarkastuksen jälkeen pystyojien laadun tasaisuutta valvotaan noin 10.000 ojametrin välein seuraavasti (kokeiden lukumäärä hankekohtaisen tarkastuksen mukaan):
- suodattimen ja ydinosaan rakennetta verrataan silmämääräisesti vertailukappaleeseen, jonka laatu on varmistettu
  - suodattimen paksuutta tarkkaillaan vertailemalla aukileikattua suodatinta valoa vasten vertailukappaleen kanssa
  - tarkistetaan silmämääräisesti suodattimen ja sen sauman ehjyys

Tarkastetut kappaleet säilytetään. Tarvittaessa epäilyttävät koekappaleet lähetetään testauslaboratorioon tutkittaviksi

- 6211.2.4 Jokaisen 50 000 ojametrin jälkeen suoritetaan kohdassa 6211.2.2 mainitut testit. Jos ojanauhan laatua on aihetta epäillä, tarkkaillaan laatua tarvittaessa tiheämmin tai suoritetaan täydellisempi testaus.
- 6211.2.5 Pystyojanauhat varastoidaan kuivalle alustalle auringon valolta ja sateelta suojattuina.

### **6211.3 Ojituskerros, materiaalivaatimukset**

- 6211.3.1 Maapohjalle levitetään ennen pystyojien asennusta suunnitelman mukainen ojituskerros, jonka paksuuden tulee olla 0,5 m ellei suunnitelmassa ole toisin sanottu.
- Materiaaliksi kelpaa jakavan kerroksen sora tai karkea suodatinkerroksen materiaali ( $d_{10} > 0,074$  mm). Ojitusmateriaalin ja paksuuden tulee olla sellainen, että kerros on läpäistävässä pystyojituskalustolla. Ojituskerrosta ei tiivistetä.

### **6211.4 Ojituskerroksen materiaalin laadun toteaminen**

- 6211.4.1 Ojituskerroksen rakeisuus tarkistetaan vähintään kerran jokaista alkavaa 500 m<sup>3</sup>itd kohti. Valvotaan pistokoemaisesti, että kerros levitetään tasaisesti koko leveydelle.

### **6211.5 Pystyojituksen laatuvaatimukset**

- 6211.5.1 Pystyojituksen rakentamiseen sisältyy nauhapystyojien asennus, ojituskerros ja kuivatus sekä kuormituspenget.
- 6211.5.2 Nauhat asennetaan suunnitelmissa osoitetun geometrian ja mittojen mukaisesti.
- 6211.5.3 Nauhojen välinen etäisyys ei saa poiketa suunnitelmissa osoitetusta yli 100 mm ja nauhojen kaltevuuden enimmäispoikkeamana pidetään 20 mm/m.
- 6211.5.4 Ennen pystyojitustyön aloittamista tehdään työ- ja laaduntarkkailusuunnitelma. Suunnitelman tulee sisältää:



Selvitys olemassa olevista rakenteista ja työtä rajoittavista esteistä pysty-  
ojitettavalla alueella. Tällaisia voivat olla esimerkiksi putkijohdot, maakaapelit, il-  
majohdot sekä maastolliset esteet.

Suunnitelma pystyjoituksen edellyttämistä alustavista rakennustoimenpiteistä, jot-  
ka ovat mm. johtojen merkitseminen tai siirto, työalustan rakentaminen, työtä ra-  
joittavien täyttöjen ym. poistaminen sekä suojaustoimenpiteet.

- Suunnitelma ojien sijoittamisesta eri osa-alueilla
- Aikataulu ja työjärjestys
- Laaduntarkkailumittaukset
- Työn toteutuksen seuranta
- Työsuojelutoimenpiteet

6211.5.5 Ojanauhan (koko noin 100 mm x 4 mm) asennuksessa käytettävän suojaputken  
ulkomitat eivät saa ylittää arvoja 130 \* 40 mm tai tätä pinta-alaa vastaavia arvoja.  
Ankkurilevyn ulkomitat eivät saa olla suurempia kuin 200 \* 140 mm ja sen tulee  
taipua suojaputken ympärille ojanauhan asennuksen aikana.

6211.5.6 Upotussyvyys osoitetaan suunnitelmissa. Mikäli ankkurointi ei onnistu, sovitaan  
suunnittelijan kanssa toimenpiteistä, joilla voidaan varmistaa ankkuroituminen.

6211.5.7 Nauhan yläpää katkaistaan 0,2 m ojituskerroksen yläpuolelta.

6211.5.8 Ojituskerroksen kuivatusjärjestelyt osoitetaan suunnitelmissa.

6211.5.9 Ojituskerroksen kuivatuksen tulee toimia koko painuma-ajan.

6211.5.10 Esikuormituspenger rakennetaan suunnitelmissa osoitettujen mittojen mukaisesti.

6211.5.11 Esikuormituspenkereen tilavuuspainon tulee vastata suunnitelmissa esitettyä ar-  
voa.

## **6211.6 Työohjeet**

6211.6.1 Raskaiden työkoneiden liikkumista ojitusalueella ennen penkereen rakentamista  
on vältettävä.

6211.6.2 Penger levitetään kerrospenkereenä koko tien levyisinä kerroksina.

6211.6.3 Pystyjoitustyöt ajoitetaan siten, että vältetään ojituskerroksen jäätyminen. Jäätynyt  
ojituskerros ei poista nauhojen kautta nousevaa vettä, minkä lisäksi routanousu  
saattaa vaurioittaa pystyjojanauhoja.

6211.6.4 Geometriaa voidaan tarkistaa työmenetelmiin soveltuvaksi suunnittelijan ohjeiden  
mukaisesti.

## **6211.7 Valvontaohjeet**

6211.7.1 Pengertä rakennettaessa on valvottava, ettei ojitusalueella synny sellaisia kuor-  
mituseroja, jotka voivat aiheuttaa pohjanmurtuman.

## **6211.8 Pystyjoituksen kelpoisuuden toteaminen**

- 6211.8.1 Pystyjoitetulle maapohjalle perustetun penkereen painumista seurataan suunnitelmien tai työn aikana suoritettujen painuma- ja huokospainemittausten avulla. Mittaustulokset toimitetaan suunnittelijalle. Jos mittaustulokset poikkeavat ennustetusta, selvitetään poikkeamien syyt ja varaudutaan suunnitelmien muutoksiin.
- 6211.8.2 Esikuormituspenkereen korkeustasoa ja korotustarvetta seurataan säännöllisin väliajoin suunnitelmissa tai työn aikana osoitetuin poikkileikkausvaaituksin.
- 6211.8.3 Esikuormituspenkereen saa purkaa tai rakentaa lopulliseen korkeuteen, kun penkereen painuma ja painumisnopeus ovat saavuttaneet suunnitelmissa tai työn aikana osoitetut arvot (TYLT osan 4100 ohjeiden mukaan).
- 6211.8.4 Työn aikana seurataan ojien pituuksia. Suunniteltu ja toteutunut ojan pituus merkitään pystyjoituksen toteutumapiirustuksiin. Toteutuneet pituudet on hyvä esittää myös poikkileikkauspiirustuksina, joihin merkitään kahden lähimmän rivin nauhapituudet. Jos ojapituudet poikkeavat yli 0,5 metriä suunnitelmassa esitetyistä, tehdään poikkeamaraportti.
- 6211.8.5 Pystyjojanauhojen kuormakirjat, koekappaleiden koestus- ja mittaustulokset sekä toteutumapiirroksot liitetään laatuasiakirjoihin. Myös painumaseurantaa liittyvät mittaustulokset liitetään laatuasiakirjoihin.

## **6220 SYVÄTIIVISTYS**

### **6221 PUDOTUSTIIVISTYS**

#### **6221.1 Pudotustiivistyksen laatuvaatimukset**

- 6221.1.1 Pudotuskohtien sijainti osoitetaan suunnitelmassa ja ne mitataan  $\pm 100$  mm tarkkuudella maastoon.
- 6221.1.2 Pudotustiivistyksestä laaditaan erillinen työ- ja laaduntarkkailusuunnitelma, mikäli sellaista ei ole tehty muihin töihin liittyen. Suunnitelmassa tulee esittää ainakin seuraavat asiat:

Selvitys olemassa olevista rakenteista ja työtä rajoittavista esteistä

- Työskentelyjärjestys
- Aikataulu ja työjärjestys.
- Laaduntarkkailumittaukset
- Työn toteutuksen seuranta
- Työturvallisuusasiat

- 6221.1.3 Pudotustyössä käytettävän järkäleen on säilytettävä alkuperäinen muotonsa ja painonsa koko tiivistämistyön ajan. Jos pudotuspaino on tehty valamalla betonia teräsmuottiin, ei betoni saa olla irronneena muotista.

6221.1.4 Pudotuskohdalle syntyneen kuopan pohjan kaltevuus saa olla enintään 1:10 ja syvyys ympäröivään maahan verrattuna enintään 0,3 m. Syvyys mitataan pudotuskohdan keskeltä. Jokaisen pudotuksen jälkeen kuopan syvyyttä seurataan silmämääräisesti ja tarpeen vaatiessa mittaamalla. Pudotuserä sisältää enintään 3 pudotusta. Jos painuma ylittyy kesken pudotuserän, kuoppa täytetään ja tiivistetään. Pudotuserän jälkeen mitataan 20 % pudotuskohdista siten, että ne kattavat koko tiivistettävän alueen. Kuopat tiivistetään ja täytetään ennen seuraavaa pudotuserää.

6221.1.5 Suunniteltua pudotusenergiaa ei saa alittaa (järkäleen paino \* pudotuskorkeus). Pudotuskorkeuden on oltava mittavissa 100 mm tarkkuudella.

6221.1.6 Järkäle on voitava pudottaa määrättyä korkeudelta vapaasti. Järkäleen on osuttava määrättyyn pudotuskohtaan kohtisuoraan pohja edellä. Pudotusjärjestyksen tulee joka kierroksella olla sama.

## **6221.2 Työohjeet**

6221.2.1 Tiivistettävän maakerroksen päälle rakennetaan suunnitelmissa osoitettu kuormaa tasaisesti jakava kerros mursketta tms.

## **6221.3 Pudotustiivistyksen valvontaohjeet**

6221.3.1 Tiivistystyön valvonnassa on kiinnitettävä huomiota siihen, että tiivistykseen käytettävä energiamäärä on suunnitelman mukainen ts. yhdessä pudotuksessa massa kerrottuna pudotuskorkeudella sekä pudotusten lukumäärä ja jakaantuminen tiivistettävälle pinnalle ovat suunnitelmien mukaiset.

6221.3.2 Silmämääräisesti tarkkaillaan, että pudotustyössä käytettävän järkäleen alkuperäinen muoto ja paino säilyvät koko tiivistämistyön ajan. Pudotustyön aikana seurataan silmämääräisesti ja mittaamalla pudotuskohtien syvyyttä ympäristönsä verrattuna.

6221.3.3 Kuoppien täyttämässä käytetyn murskeen määrä on mitattava.

## **6221.4 Pudotustiivistyksen kelpoisuuden toteaminen**

6221.4.1 Tiivistystyön laatua seurataan tämän kohdan ohjeiden mukaisesti. Tiivistystyöstä pidetään tiivistyspöytäkirjaa, jossa on esitetty ainakin:

- pudotuspaino
- pudotuskorkeus
- pudotusten määrä kierroksella
- sekä jokaisen pudotuserän jälkeen mitatut pudotuskuoppien syvyydet.

6221.4.2 Louhetta tai paksun louhekerroksen alla olevia maakerroksia tiivistettäessä työn onnistumista seurataan suunnitelmissa osoitetulla tavalla. Painuman kehittymistä tarkkailtavissa pudotuspisteissä mitataan sekä seurataan kuoppien täyttöön kuluvan murskeen määrää. Ellei suunnitelmassa edellytetä muuta, on tiiviysvaatimus enintään 150 mm painuma pudotuskohdissa pudotuskierrosta kohti.

- 6221.4.3 Luonnollisia maakerroksia ja lohkarrettomia täyttöjä tiivistettäessä laatua seurataan suunnitelmissa esitetyillä kairausmenetelmillä.
- 6221.4.4 Tiivistyksen aikaisten mittausten tulokset, tiivistyksen jälkeen tehdyt kairaukset ja tiivistyspöytäkirja liitetään laatuasiakirjoihin.

## **6260 SYVÄSTABILOINTI**

### **6260.1 Sideaineiden laatuvaatimukset**

- 6260.1.1 Sideaineiden yleiset laatuvaatimukset
- 6260.1.1.1 Sideaineen tulee täyttää ympäristövaatimukset, eikä siitä saa liueta ympäristöönsä haitallisia aineita.
- 6260.1.1.2 Sideaineen juoksevuuden tulee olla sellainen, että se liikkuu säiliössä ja putkistossa hyvin.
- 6260.1.2 Kalkin laatu
- 6260.1.2.1 Kalkkipilareiden stabilointiaineena käytetään poltettua kalkkia. Kalkin tuotevaatimukset osoitetaan suunnitelmassa. Ellei vaatimuksia ole asetettu, noudatetaan seuraavia tuotevaatimuksia.
- kalkki on hienojakoista, rakeisuudeltaan 0 - 0,2 mm siten, että vähintään 80 % läpäisee seulakoon 0,2 mm ja maksimiraekoko < 1 mm.
  - kalkin aktiivinen CaO-pitoisuus on vähintään 75 %
- 6260.1.2.2 Mikäli aktiivisen CaO:n määrä alittaa 75 %, on suunnitelmissa osoitettua kalkkimäärää kg/pilarimetri lisättävä sen CaO pitoisuuden suhteessa.
- 6260.1.3 Sementin laatuvaatimukset
- 6260.1.3.1 Sementin on oltava standardin SFS-EN 197-1 Cement. Part 1: Composition, specifications, and conformity criteria for common cements (Sementti. Osa 1: Tavallisten sementtien koostumus, laatuvaatimukset ja vaatimustenmukaisuus) ja siitä Suomessa annettujen viranomaimääräysten mukaista sementtiä. Standardin SFS-EN 197-1 siirtymäkautena voidaan käyttää standardin SFS 3165 mukaista sementtiä.
- 6260.1.4 Seossideaineiden laatuvaatimukset
- 6260.1.4.1 Seossideaineiden osalta tulee ilmoittaa kaikkien sideaineessa käytettyjen aineiden koostumus. Jos käytettävässä seoksessa on mukana kalkkia tai sementtiä tulee niiden täyttää kohtien 6260.1.1 ja 6260.1.2 vaatimukset.
- 6260.1.4.2 Seossideaineen tulee reagoida tunnetusti sekoitettavan maakerrosten kanssa. Sideaineen käyttäytyminen osoitetaan laboratoriokokein. Kokeisiin on käytettävä edustavia, rakennuspaikalta otettuja maanäytteitä.
- 6260.1.4.3 Seossideaineesta on ympäristön kannalta merkittävien kemiallisten aineiden määrät on ilmoitettava.
- 6260.1.4.4 Kalkin ja sementin seossuhteen poikkeama saa olla keskimäärin  $\pm 5$  %-yksikköä. Enimmillään seossuhde saa poiketa suunnitellusta  $\pm 10$  %-yksikköä.

## 6260.2 Sideaineiden materiaalin laadun toteaminen

- 6260.2.1 Sideaineen laatua tarkkaillaan, ellei sitä muuten voida todeta, syöttöletkun kautta puhalletuista sideainenäytteistä (noin 2 kg), jotka tutkitaan laboratorioissa. Sideainenäytteet otetaan tällöin työn alussa ja kerran jokaista 10 000 j m kohti.
- 6260.2.2 Kalkin laatu todetaan materiaalin toimittajan laatutositteista. Laatutositteet liitetään laatuasiakirjoihin. Laatutositteista tulee ilmetä kalkin CaO-pitoisuus sekä rakeisuus.
- 6260.2.3 Sementin ja seossideaineiden laatu todetaan materiaalin toimittajan laatutositteista. Laatutositteista tulee ilmetä myös seossideaineen komponenttien määrät.

## 6260.3 Syvästabiloinnin laatuvaatimukset

- 6260.3.1 Kohdissa 6260.3, 6260.4, 6260.5 sekä 6260.6 esitettyjä kelpoisuusvaatimuksia sovelletaan penkereen alla oleville pilareille, joiden leikkauslujuus on pienempi tai yhtä suuri kuin 200 kPa.
- 6260.3.2 Esitöihin kuuluu raivaus, mahdollinen humusmaan poisto, työalueen tasaus ja pintakuivatus.
- 6260.3.3 Ennen stabilointityön aloittamista tehdään työ- ja laaduntarkkailusuunnitelma, jonka tulee sisältää:
- Selvitys olemassa olevista rakenteista ja työtä rajoittavista esteistä pilaroitavalla alueella. Tällaisia voivat olla esimerkiksi putkijohdot, maakaapelit, ilmajohdot sekä maastolliset esteet.
  - Suunnitelma pilaroinnin edellyttämistä alustavista rakennustoimenpiteistä, joita ovat mm. johtojen merkitseminen tai siirto, työalustan rakentaminen, työtä rajoittavien täyttöjen ym. poistaminen sekä suojaustoimenpiteet.
  - Suunnitelma pilarien sijoittamisesta eri osa-alueilla sekä osa-aluekartta.
  - Pilarien numerointijärjestelmä.
  - Aikataulu ja työjärjestys.
  - Laaduntarkkailumittaukset
  - Työn toteutuksen seuranta.
  - Työnsuojelutoimenpiteet.
- 6260.3.4 Pilarien sijaintitarkkuus on pengerkohteissa  $\pm 200$  mm. Putkijohtojen alla, seinämäisessä sekä blokkimaisessa stabiloinnissa sijaintitarkkuudet määritetään suunnitelmassa. Mikäli poikkeama ylittyy, tehdään ylisuureen väliin lisäpilari.
- 6260.3.5 Pilarien kaltevuuden enimmäispoikkeamana sallitaan 20 mm/m.
- 6260.3.6 Stabilointikoneet varustetaan mittareilla, joista voidaan jatkuvasti seurata syötettävän sideaineen määrää 200 mm välein.

Sideaineen syötön vaihtelulle asetetaan suunnitelmassa esitetyt vaatimukset. Ellei vaatimuksia ole esitetty noudatetaan tässä kohdassa esitettyjä vaatimuksia:

- mittauksen tarkkuuden on oltava vähintään  $\pm 5\%$  / pilarimetri
- yksittäispoikkeama kg/m saa olla enintään  $\pm 10\%$
- pilarin keskimääräinen laskettu sideainemäärä saa poiketa suunnitelman arvosta enintään  $\pm 5\%$

- 6260.3.7 Pilarit ulotetaan suunnitelmissa osoitettuun syvyyteen.
- 6260.3.8 Pilareiden valmistusta tarkkaillaan suunnitelmissa ja työn aikana osoitetulla tavalla pitämällä pilarikohtaista pöytäkirjaa, josta tulee ilmetä:
- pilarin pituus
  - numero
  - sideainemenekki pilarimetriä kohti
  - tekopäivä
  - pilarin sijainti kentässä
  - paineilman menekki pilaria kohden, mikäli suunnitelmassa sitä edellytetään
  - käytetty syöttöpaine
  - pilarien ylä- ja alapään tasot
  - pilarin kaltevuus
  - nostonopeus (mm/kierros)
  - mahdolliset katkokset pilareissa
- Kaikki häiriötekijät sideaineen syötössä on kirjattava pöytäkirjaan. Pöytäkirjoista tulee myös ilmetä hylättyjen pilareiden tilalle tehdyt uudet pilarit. Pöytäkirjan liitteinä esitetään yhteenveto pilarointityön aikana ja pöytäkirjan tarkastuksen yhteydessä havaituista poikkeamista laatuvaatimukseen verrattuna sekä laboratoriotutkimus-lomakkeet sideainesseoksen ja sen ainesosien kelpoisuudesta. Pöytäkirjat liitetään laatuasiakirjoihin.
- 6260.3.9 Stabilointityössä käytetty laitteisto tulee hyväksyttäväksi suunnittelijalla, erityisesti sekoitinkärki ennen pilaroinnin aloittamista. Sekoitinkärjen osalta on esitettävä kvaalisesti ja tarvittaessa sanallisesti: terätasojen määrä, muoto ja kallistukset sekä sideaineen syöttöaukkojen määrä ja sijainti.
- 6260.3.10 Stabiloinnissa käytettävä sekoitustyön määrä [kärjen nostonopeus (mm/kierros) ja terätasokierrosten lukumäärä (kpl/m)] määritetään alustavasti suunnitelmassa. Työ aloitetaan koepilarointiluonteisesti, jolloin suunnitelmassa esitetyt arvot tarkastetaan. Tarvittaessa tehdään erillinen koepilarointi. Vaadittavaan sekoitustyön määrään vaikuttavat erityisesti maaperäolosuhteet, sideaineen laatu ja juoksevuus sekä vispilän rakenne. Sekoitustyön homogeenisuuteen pyritään varmistamalla, että sideaineen syöttö on tasaista ja että sideaine leviää tasaisesti koko pilarin poikkipinnalle. Työtavan osalta on sekoitustyön määrän lisäksi esitettävä seuraavat asiat:
- käytetäänkö esisekoitusta
  - puhalletaanko kärjen alastyöntövaiheessa ilmaa syöttöaukosta ja kuinka paljon
  - syöttöpaine
  - kierrosnopeus
  - koneasetukset esim. sideaineen tasaisen syötön varmistamiseksi
- Puhallettavan ilmamäärän tulee sideaineen syöttövaiheessa olla mahdollisimman pieni. Alastyöntövaiheessa suositaan sellaisia ratkaisuja, joissa ilmaa ei puhalleta maahan.
- 6260.3.11 Stabilointityössä tulee ottaa huomioon työturvallisuuden ja ympäristönsuojelun edellyttämät toimenpiteet (Työturvallisuusasiakirja koskien stabilointiurakkaa).

- 6260.3.12 Stabiloidun alueen pengerrys tehdään kerrospengerryksenä.
- 6260.3.13 Pengerryksen saa pilareiden lujittumisen takia aloittaa suunnitelmissa osoitetun ajan tai aikaisintaan kolmen kuukauden kuluttua stabilointityöstä.

#### **6260.4 Työohjeet**

- 6260.4.1 Pilareita rakennettaessa tulee kiinnittää erityistä huomiota sekoitustekniikkaan. Sekoituksen tehokkuus voidaan määrittää terätasokierrosten lukumäärällä. Terätasokierroslukumäärä on terätasojen lukumäärä kerrottuna sekoituskerrosten lukumäärällä pilarimetriä kohti. Terätasoksi lasketaan taso, jonka kaltevuus kulkusuuntaan on vähintään 15°.
- 6260.4.2 Kalkki-sementti –sideaineella käytetään sekoitustyön määrää, joka vastaa vähintään arvoa 200 terätasokierrosta/m. Esimerkiksi, jos sekoitinkärjessä on 3 terätasoa, sekoittimen nostonopeus saa olla enintään 15 mm/kierros. Sementtipohjaisille sideaineille tulisi sekoitustyön määrän olla suurempi. Pelkkää kalkkia käytettäessä päästään lujuuden osalta homogeeniseen tulokseen pienemmälläkin sekoitustyön määrällä.
- 6260.4.3 Stabiloidun penkereen painumia tarkkaillaan asentamalla painumatarkistimia suunnitelmissa tai työn aikana osoitettuihin poikkileikkauksiin.

#### **6260.5 Valvontaohjeet**

- 6260.5.1 Stabilointikoneen puomin pystykaltevuus on mittava jokaisen pilarin kohdalla ennen työn aloittamista.
- 6260.5.2 Valvoja valitsee tutkittavat pilarit heti niiden tekemisen jälkeen. Suositeltavaa on asentaa tutkittavien pilarien keskelle merkkipaalut tai tangot. Mikäli pilarien yläpää on suunniteltu päättyviksi syvemmälle maanpinnasta, tulisi tutkittavat pilarit tehdä 0,25 m päähän maanpinnasta.
- 6260.5.3 Syöttökärjen kuntoa tarkkaillaan silmämääräisesti ennen jokaisen pilarin tekoa.

#### **6260.6 Stabiloinnin kelpoisuuden toteaminen**

- 6260.6.1 Pilareista tutkitaan vähintään 1,0 %, kuitenkin vähintään 5 pilaria. Tutkimusten määrää voidaan työn aikana lisätä, mikäli pilarointityön ja pilarien laadunvaihtelu tai kairaustulosten tilastollinen luotettavuus sitä edellyttävät.
- 6260.6.2 Pilarien laatu tutkitaan suunnitelmassa esitetyllä tavalla. Tutkimusmenetelmänä suositellaan käytettäväksi pilarikairaa ja puristinkairaa. Pelkkiä puristinkairauksia käytetään, jos pilari on niin kovaa, ettei pilarikaira tunkeudu siihen. Näiden tutkimusmenetelmien kalibrointia varten tehdään pilarisiipikairauksia suunnitelman mukaisesti. Mikäli pilarin yläosa on niin luja, ettei sitä voida lävistää em. tutkimusmenetelmillä, esiporataan siihen reikä, jota kautta pilarin alaosa voidaan tutkia. Tämän lisäksi pilareista voidaan ottaa näytteitä laboratoriokeita varten.
- 6260.6.3 Pilarien lujuustutkimuksista laaditaan tutkimusraportti, jossa esitetään kairaustulokset, kairausten perusteella lasketut pilarien leikkauslujuudet, leikkauslujuuksien keskiarvot ja vaihtelu sekä lujuuspoikkeamat suunnittelulujuuteen verrattuna.
- 6260.6.4 Pengerkohteissa pilaroinnille voidaan sallia suunnitelmassa esitetyt lujuuden alitukset tai ellei niitä ole annettu, tässä kohdassa esitetyt lujuuden alitukset:

- yksittäisessä pilarissa saa olla katkoksia (leikkauslujuus < 30% suunnittelulujuudesta) enintään 10 %. Pilareita, jossa on katkoksia, saa olla enintään 5 % pilareista.
- 5 % tutkittavien pilarien yhteenlasketusta pituudesta saa olla osuuksia, joiden lujuus on 30 - 70 % vaaditusta lujuudesta mukaan lukien katkosten määrät
- 10 % tutkittavien pilarien yhteenlasketusta pituudesta saa olla osuuksia, joiden lujuus on 70 - 90 % vaaditusta lujuudesta mukaan lukien alhaisemman lujuuden (< 70 % vaaditusta lujuudesta) osuudet
- kun osuuden lujuus on 90 - 100 % vaaditusta lujuudesta, selvitetään hyväksymiskriteerit tapauskohtaisesti

6260.6.5 Valmistuksen aikaiset pilarikohtaiset pöytäkirjat sekä pilaritutkimusten tulokset liitetään laatuasiakirjoihin.

## **6280 LUJITTEET JA TELAT**

### **6281 MUOVIPOHJAISET LUJITTEET**

#### **6281.1 Materiaalin laatuvaatimukset**

6281.1.1 Suunnitelmissa esitetään lujitteelta vaadittavat ominaisuudet kuten pitkä- tai lyhytaikainen vetolujuus ja sitä vastaava muodonmuutos, ankkurointipituus jne. ja mahdollisesti tarvittavat laadunvalvontatutkimukset. Lujitteiden lujuus-, muodonmuutos- ja muut ominaisuudet testataan CEN -standardien mukaisesti.

6281.1.2 Materiaalin ja saumojen tarkistuskokeet on tehtävä ennen lujitteen päälle pengertämistä.

#### **6281.2 Materiaalin laadun toteaminen ja varastointi työmaalla**

6281.2.1 Materiaalin toimittajan tulee esittää puolueettomissa laboratorioissa tehdyt lujuus- ja muodonmuutoskokeiden tulokset ja osoittaa, että tuote täyttää suunnitelmassa esitetyt laatuvaatimukset. Jos lujitteet yhdistetään toisiinsa muuten kuin limittämällä, esitetään suunnitelmassa saumojen laadunvarmistus.

6281.2.2 Silmämääräisesti tarkistetaan, että lujite on rakenteeltaan ehjää ja tasalaatuista. Lujiteverkkojen osalta laatu voidaan todeta yleensä mittaamalla vahvisteverkkojen vetoelementtien ja aukkojen dimensiot. Laatu voidaan arvioida myös mittaamalla neliöpaino.

6281.2.3 Vetokokeita tehdään suunnitelmassa esitetty määrä tai tarvittaessa laadun alitusta epäiltäessä. Vahvisteiden vetokokeet tehdään SFS-EN ISO 10319 sekä saumojen lujuuden osalta SFS-EN ISO 10321 standardeja noudattaen. Koestaminen tehdään sekä pituus- että poikkisuunnista sekä saumoista. Kussakin koestuksessa tehdään vähintään 5 vetoa, joista lasketaan 95 %:n luotettavuusrajaa vastaava arvo. Vahvisteiden lujuus- ja muodonmuutosarvojen tarkistusvetokokeet tehdään puolueettomassa, asianmukaisissa koestuslaitteissa omaavassa laboratorioissa.

6281.2.4 Muovipohjaisten lujitteiden käsittelyssä ja varastoinnissa on otettava huomioon seuraavia seikkoja:



- Rullat on varastoitava irti maasta ja suojattava suojapeittein.
- Varastoinnin on tapahduttava siten, ettei työmaaliikenne vaurioita rullia.
- Talviaikana on käytettävä sisävarastoa tai katoksellista ulkovarastoa.
- Rullan noston on tapahduttava nostoliinoilla.
- Rullia ei saa pyörittää vedessä eikä kuraisessa maassa.

6281.2.5 Varastoitaviin avattuihin rulliin tulee aina merkitä lujitteen tuotenimi sekä lujuus. Suositeltavaa on lisäksi merkitä, paljonko rullassa on jäljellä lujitetta.

### **6281.3 Lujiterakenteen laatuvaatimukset**

6281.3.1 Lujitteet asennetaan suunnitelmien ja valmistajan ohjeita noudattaen. Lujitteen alustan ja sitä ympäröivien materiaalien laatuvaatimukset esitetään suunnitelmas-  
sa.

6281.3.2 Lujiterakenteen tekemisestä tehdään erillinen työ- ja laaduntarkkailusuunnitelma, mikäli sitä ei ole muualla esitetty. Suunnitelman tulee sisältää vähintään seuraavat asiat:

- Selvitys olemassa olevista rakenteista ja työtä rajoittavista esteistä
- Suunnitelma työalustan ja täytteiden rakentamisesta
- Suunnitelma lujitteiden asennusjärjestyksestä, limityksistä, saumauksista jne.
- Aikataulu ja työjärjestys.
- Laadun tarkkailumittaukset.
- Työn toteutuksen seuranta
- Työnsuojelutoimenpiteet.

6281.3.3 Lujiteverkot ja -kankaat asennetaan oikein suunnattuna ts. lujuusominaisuudet huomioonottaen.

6281.3.4 Muovipohjaisten lujitteiden saumaus tehdään huolellisesti suunnitelmia noudattaen. Saumauksessa ja limityksessä noudatetaan seuraavia ohjeita:

- käytetään mahdollisuuksien mukaan esisaumattuja kappaleita
- ompelu tehdään vahvisteiden ompeluun tarkoitettulla laitteella
- saumaustyö tehdään kuivissa olosuhteissa tasaisella pohjalla
- sauma tehdään mahdollisimman suorana
- limitettäessä huolehditaan riittävästä limityspituudesta
- saumauksen sijaista voidaan joissakin tapauksissa käyttää kahta ristikkäis-  
suuntaista vahvistekerrosta, joiden väliin on aina rakennettava kitkamaa-kerros
- pehmeällä pohjamaalla on suositeltavaa jättää vahvisteverkot kiinnittämättä  
toisiinsa pengerryksen etenemissuunnassa käytettäessä päätypengerrystä,  
jolloin pengertä ajettaessa venyvät verkot voivat siirtyä penkereen edellä siten,  
ettei muodostu haitallisia verkon poimuja
- limitettäessä vahvistetta tulevan täytön suunnassa, tulee jälkimmäinen verkko  
asentaa aina edellisen verkon limityksen alapuolelle, jolloin verkko ei karkaa  
täytön edetessä.

6281.3.5 Penkereeseen asennettavien lujitteiden pohjat rakennetaan suunnitelman mukaisesta materiaalista. Muovipohjaiset lujitteet suojataan molemmin puoleisella suojaiekkakerroksella.

6281.3.6 Verkkomaisilla, sileillä muovipohjaisilla lujitteilla, joiden toiminta perustuu rakeiden lukkiutumiseen verkon silmäaukkoihin, täytön keskimääräisen raekoon  $d_{50}$  on oltava 1.5 - 2.0 kertaa suurempi kuin verkon silmäkoko.

#### **6281.4 Työohjeet**

6281.4.1 Ennen lujitteiden asentamista tarkistetaan, että lujitteen alusta täyttää työselityksessä esitetyt vaatimukset tasaisuuden ja rakeisuuden suhteen. Penkereen alle asennettavat lujiteverkot ja -matot levitetään maapohjalle, josta kannot ja kivet on poistettu ja kuopat tasattu.

6281.4.2 Jos suunnitelmassa ei esitetä muuta, lujitteen päälle tuleva täyttökerros rakennetaan seuraavasti: kiviaineskuorma kipataan muutaman metrin päähän täyteen reunasta. Puskutraktorilla tai pyöräkuormaajalla työnnetään kiviaines lujitteen päälle päätypenkereen tapaan. Kiviainesta ei saa työntää pitkin lujitetta. Jos lujitekerroksia on useita, pyritään täyte rakentamaan siten, että se saumojen kohdalla etenee muun täytön edellä. Täyte tiivistetään alustavasti ajamalla levityskoneella edestakaisin täyteen päällä.

6281.4.3 Liikennettä tai työkoneita ei sallita lujitteiden päällä ennen suojaavan kerroksen levittämistä (vähintään 300 mm).

6281.4.4 Lopullinen tiivistäminen tehdään suunnitelman mukaan.

#### **6281.5 Valvontaohjeet**

6281.5.1 Asennustyön aikana on valvottava, että lujitteiden liittäminen tehdään työselityksen tai materiaalin toimittajan ohjeiden mukaisesti ja että lujitteiden päälle tulevan materiaalin ominaisuudet täyttävät niille esitetyt laatuvaatimukset.

#### **6281.6 Kelpoisuuden toteaminen**

6281.6.1 Kuormakirjat, materiaalin ja saumojen valvontamittausten tulokset yms. dokumentit liitetään laatuasiakirjoihin.

### **6282 TERÄSLUJITTEET**

#### **6282.1 Materiaalilaatuvaatimukset**

6282.1.1 Teräslujitteiden teräsluokka, yksittäisten terästen paksuudet ja k/k-välit esitetään suunnitelmassa.

6282.1.2 Käytettäessä teräslujitteita vakavuuden lisäämistarkoituksessa korroosio otetaan huomioon joko ylimitoituksena tai käyttämällä muovipinnoitettuja tai galvanoituja teräksiä. Kun käytetään lujitetta painumien tasaamiseen, voidaan korroosiovaraksi olettaa 1 mm.

## **6282.2 Materiaalin laadun toteaminen ja varastointi työmaalla**

6282.2.1 Materiaalin laatu tarkistetaan työmaalla kuormakirjoista sekä silmäämääräisesti.

6282.2.2 Varastoitaviin avattuihin rulliin tai levypinoihin tulee aina merkitä terästiedot.

## **6282.3 Lujiterakenteen laatuvaatimukset**

6282.3.1 Lujitteet asennetaan suunnitelmien ja valmistajan ohjeita noudattaen, niiden alustan ja sitä ympäröivien materiaalien laatuvaatimukset esitetään suunnitelmassa.

6282.3.2 Lujiterakenteen tekemisestä tehdään erillinen työ- ja laaduntarkkailusuunnitelma, mikäli sitä ei ole muualla esitetty. Suunnitelman tulee sisältää vähintään seuraavat asiat:

- Selvitys olemassa olevista rakenteista ja työtä rajoittavista esteistä
- Suunnitelma työalustan ja täytteiden rakentamisesta
- Suunnitelma lujitteiden asennusjärjestyksestä, limityksistä, saumauksista jne.
- Aikataulu ja työjärjestys.
- Laadun tarkkailumittaukset.
- Työn toteutuksen seuranta
- Työnsuojelutoimenpiteet.

6282.3.3 Penkereeseen asennettavien lujitteiden perustat rakennetaan suunnitelman mukaisesta materiaalista.

6282.3.4 Teräsverkot asennetaan tien pituussuunnassa puskusaumaan ilman limitystä tai yhteen sitomista. Verkot tulee asentaa siten, että pituussuuntainen ohuempi lanka jää päällimmäiseksi jänteiden tai reunojen nousemisen estämiseksi.

## **6282.4 Työohjeet**

6282.4.1 Ennen lujitteiden asentamista tarkistetaan, että lujitteen alusta täyttää työselityksessä esitetyt vaatimukset tasaisuuden ja rakeisuuden suhteen. Penkereen alle asennettavat lujiteverkot levitetään maapohjalle, josta kannot ja kivet on poistettu ja kuopat tasattu.

6282.4.2 Teräspoimulevyarinoita käytettäessä ne on painettava tiiviisti pohjamaata vasten siten, että arinan alle ei jää tyhjätillaa. Jos on aihetta epäillä levyn tiivistä tukeutumista pohjamaata vastaan, asennetaan levyn alle noin 100 mm kerros asennushiekkaa.

## **6282.5 Valvontaohjeet**

6282.5.1 Asennustyön aikana on valvottava, että lujitteiden liittäminen tehdään työselityksen tai materiaalin toimittajan ohjeiden mukaisesti ja että lujitteiden päälle tulevan materiaalin ominaisuudet täyttävät niille esitetyt laatuvaatimukset.

## **6282.6 Kelpoisuuden toteaminen**

6282.6.1 Kuormakirjat, materiaalin ja rakenteen valvontamittausten tulokset yms. dokumentit liitetään laatuasiakirjoihin.

## **6283 TELAT**

### **6283.1 Materiaalin laatuvaatimukset**

6283.1.1 Puutavaraksi hyväksytään terve, yleensä tuore puu.

6283.1.2 Telamateriaalin laadun on täytettävä seuraavat vaatimukset:

- puutavaran lahottomuus
- puutavara on riittävän pitkää
- puutavara on riittävän järeää

### **6283.2 Telojen laatuvaatimukset**

6283.2.1 Tela (tyyppi 1, tela) rakennetaan läpimitaltaan vähintään 100 mm karsitusta havupuutavarasta.

6283.2.2 Tyyppi 2A, harva telalava ja tyyppi 2B, tiivis telalava: Juoksujen tulee olla latvaläpimitaltaan vähintään 75 mm ja vähintään 10 m pituista havupuutavaraa.

6283.2.3 Risumattoon (tyyppi 3) käytetään pientä jätetuuta kuten näreet, haot ja risut, jotka ladotaan ristiin ja limitetään yhtenäiseksi matoksi.

6283.2.4 Telojen tyyppi ja leveys osoitetaan suunnitelmissa.

6283.2.5 Telojen päälle tuleva materiaalin laatu ja sen tiivistäminen on esitetty suunnitelmassa. Työmaaliikenne vaatii vähintään 300 mm peitekerroksen telan päälle.

### **6283.3 Työohjeet**

6283.3.1 Tela tyyppissä 1 samassa kerroksessa sijaitsevien puunrunkojen etäisyys on k/k 0,5 m. Alimmat rungot tuetaan pohjamaahan koko pituudeltaan. Puut ladotaan latvat ulospäin symmetrisesti ristiin kahteen kerrokseen siten, että ne muodostavat 45 ... 60 asteen kulman tien keskilinjaan nähden, jolloin kerrosten puut joutuvat 90 ... 120 asteen kulmaan toistensa kanssa. Risteyskohdissa puut tukevat toisiinsa. Tarvittaessa risteyskohdat kiilataan tai veistetään. Puut sidotaan toisiinsa vähintään joka toisesta risteyskohdasta lyömällä hakkupultit tai harjateräksestä katkaistut naulat puiden läpi porattuihin reikiin.

6283.3.2 Tyyppi 2A: Telalava rakennetaan karsitusta puusta siten, että tien pituussuuntaan asetetaan juoksut 2 m välein. Juoksut tuetaan pohjamaahan ja asennetaan siten, että tyvet ja latvat vuorottelevat eivätkä vierekkäiset jatkokset tule samalle kohdalle. Jatko pituus on 2 m. Juoksujen päälle ladotaan puut tien poikkisuuntaan k/k 0,5 m tyvet ja latvat vuorotellen. Puiden latvaläpimita on vähintään 100 mm ja puiden pituus sama kuin telan leveys. Puut sidotaan toisiinsa samoin kuin tyyppissä 1.

- 6283.3.3 Tiivis telalava 2B tehdään kuten tyyppi 2A, mutta juoksujen päälle tulevat tela-puut ladotaan yhteen vieri viereen sitten, että muodostuu yhtenäinen lava. Puita ei tarvitse sitoa toisiinsa.
- 6283.3.4 Tyyppi 3, risumatto tehdään latomalla risut ristiin ja limittämällä ne yhtenäiseksi matoksi. Risumaton on oltava tiheä ja sen tulee ulottua suunnitellulle leveydelle. Maton paksuus mitoitetaan miehen painon kantavaksi ja tiivistettynä 0, 15 ... 0,2 m paksuksi.
- 6283.3.5 Telapuita saa jatkaa mikäli puiden pituudeksi tulisi yli 10 m. Jatkospituus on 2 m. Vierekkäisiä puita ei saa jatkaa samalta kohdalta.
- 6283.3.6 Tela peitetään lahoamisen estämiseksi kosteutta pidättävällä maalla kuten hienorakenteisella moreenilla tai savella. Maa ei saa olla niin pehmeää, että se estää päälle tulevien kerrosten tiivistämisen.
- 6283.3.7 Jos tela ja pengerrus aiotaan rakentaa talvella, tielinjalla liikkumista vältetään ennen rakennustyön aloittamista maan routautumisen estämiseksi. Pohjan raivauksen jälkeen tarkistetaan, ettei telan alle jää lunta tai jäätä. Pengerrus ajetaan mahdollisimman pian telan rakentamisen jälkeen, jotta estetään maan tarpeeton jäätyminen.

#### **6283.4 Valvontaohjeet**

- 6283.4.1 Työn kuluessa valvotaan, että ristikko on kiinnitykseltään, jatkoksiltaan ja paksuudeltaan laatuvaatimusten mukainen. Myös telan leveyden riittävyys on tarkistettava.
- 6283.4.2 Peitemaan laatu ja tiiviys on tarkistettava vähintään silmämääräisesti tai suunnitelman mukaisesti.

#### **6283.5 Telarakenteen kelpoisuuden toteaminen**

- 6283.5.1 Tarkistetaan seuraavat kohdat silmämääräisesti ja/tai mittaamalla:
- juoksujen latvaläpimitta
  - juoksujen pituus
  - juoksujen sijoittelu
  - poikkipuiden paksuus
  - jatkosten pituus
  - telan leveys

## **6284 LUISKAPAALUTUS**

Luiskapaalutuksella lisätään luonnontilaisten, työaikaisten tai rakennettujen luiskien vakavuutta.

### **6284.1 Luiskapaalujen materiaali, laatuvaatimukset**

6284.1.1 Luiskapaaluina käytetään yleensä puupaaluja, jotka on kuorittu paljaksi. Muuten materiaalivaatimukset ja laadun toteaminen ovat kohdan 6110.1 mukaiset.

### **6284.2 Luiskapaalutuksen laatuvaatimukset ja työohjeet**

6284.2.1 Paalut lyödään suunnitelmassa esitettyyn kaltevuuteen ja syvyyteen. Paalujen yläpäät jätetään noin 200 mm syvyyteen tulevan leikkausluiskan pinnasta. Leikkaustyön saa aloittaa vasta, kun huokospaine on mittausten mukaan laskenut paalutustyötä edeltäneeseen tasoon, kuitenkin aikaisintaan 4 viikon kuluttua paalutustyön lopettamisesta.

6284.2.2 Paalutustyön aikana pidetään pöytäkirjaa paalujen pituuksista, määristä, paalujen päiden tasoista, kaltevuuksista jne. Pöytäkirjat liitetään laatuasiakirjoihin. Loppulyönneistä ei tarvitse pitää pöytäkirjaa. Tunkeumapiirustusta ei myöskään tarvita.

## **6290 MAAPOHJAN JÄÄDYTYKSET**

### **6291 MUUT MAAPOHJAN VAHVISTUKSET**

#### **6291.1 Yleistä**

6291.1.1 Saven kuivakuorikerrosta voidaan kasvattaa jäätymisilmiön avulla. Jäätymis-sulamisilmiön seurauksena saven vesipitoisuus laskee ja lujuus kasvaa. Tarkemmat työohjeet esitetään suunnitelmassa.

6291.1.2 Jäädystä voidaan käyttää myös työteknisenä lujitusmenetelmänä esimerkiksi kuivakuoren alle tehtävässä leikkauksessa tai suoalueilla. Tällöin penkereen ala-osa voidaan tehdä jäätyneen maan varaan.

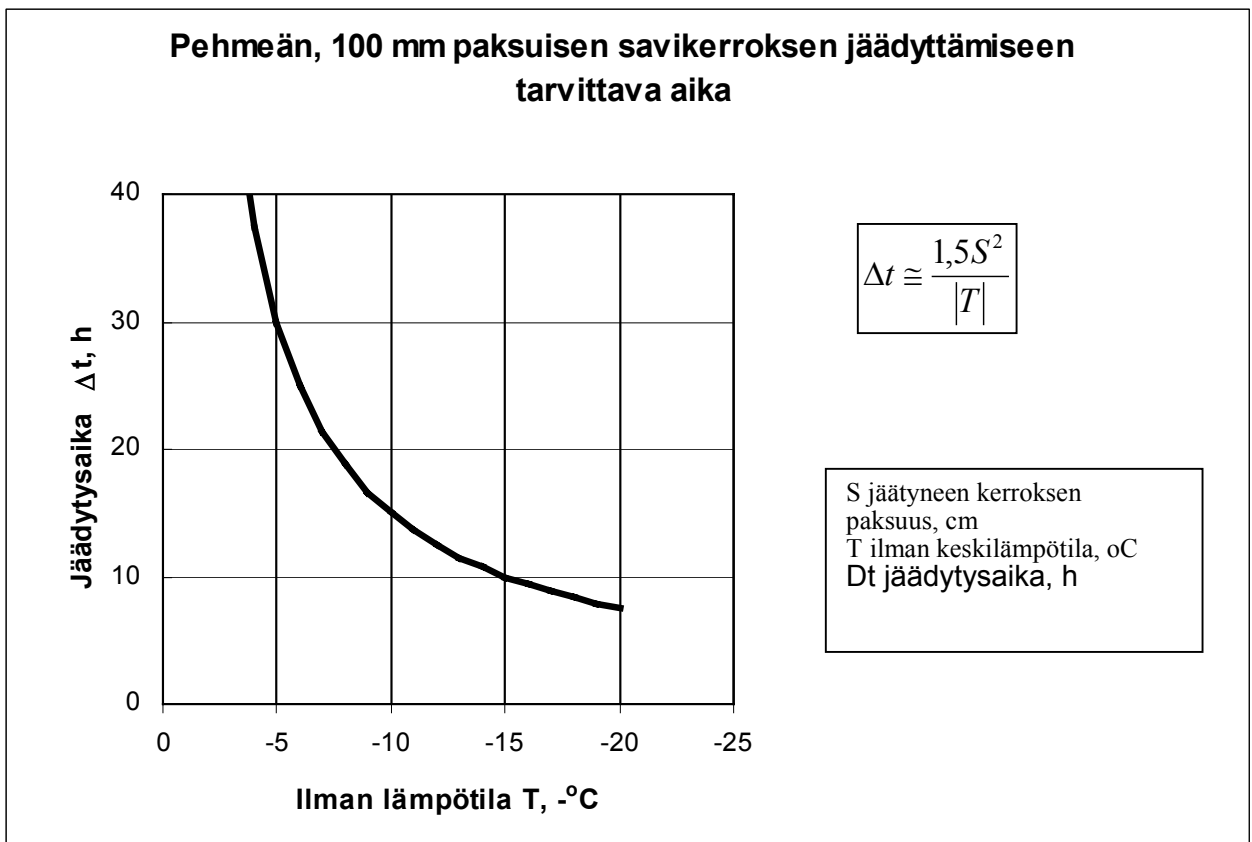
#### **6291.2 Jäädetyksen laatuvaatimukset ja työohjeet**

6291.2.1 Esityöt tehdään hyvissä ajoin loppusyksystä. Pakkasten hyväksikäyttöön varataan riittävästi aikaa.

6291.2.2 Veden kyllästäjän pehmeän savimaan jäädetykseen tarvittavaa aikaa voidaan arvioida kuvan 3 esittämällä tavalla. Jäätyneen maakerroksen sopiva paksuus tarkistetaan ennen sen kuormitusta.

6291.2.3 Pintavesi, jää ja lumi poistetaan säännöllisesti jäädetyttävältä alueelta. Maan pinta kuivatetaan ojittamalla. Sopiva jäädetytyspaksuus on n. 100 mm. Paksu jäädetytty kerros aiheuttaa maanpinnan painumista sulamisvaiheessa.

6291.2.4 Maanvaraisissa rakenteissa on varmistuttava, että jäädetytty kerros ehtii sulaa ennen rakennekerrosten valmistumista.



Kuva 3.

### 6291.3 Valvontaohjeet / kelpoisuuden toteaminen

- 6291.3.1 Jäätyneen maakerroksen sopiva paksuus työteknisessä jäädytyksessä tarkistetaan kairauksin.