

## 13213 Puupaalut

### Ohje

Tässä luvussa käsitellään lyömällä asennettavia puupaaluja sekä luiskapaalutusta. Luiskapaalutuksella lisätään luonnontilaisten, työaikaisten tai rakennettujen luiskien vakavuutta. Ensisijaisesti puupaalutukset tehdään pohjavedenpinnan alapuolisina rakenteina.

### Vaatimukset

Ratarakenteissa puupaaluja saa käyttää Ratahallintokeskuksen päätösten mukaisesti vain luiskien tukemiseen ja työnaikaisissa rakenteissa.

## 13213.1 Puupaalujen materiaalit

### 13213.1.1 Puupaalujen materiaalit, yleistä

#### Vaatimukset

Paalupuuksi hyväksytään terve, suorakasvuinen mänty tai kuusi. Muut paalun laatuvaatimukset ovat julkaisun *Lyöntipaalutusohjeiden (LPO-2005) kohdan 12.1.1* mukaiset.

#### Ohje

Paalumateriaalina voidaan käyttää myös muita puulajeja, jotka lujuus- ym. ominaisuuksiltaan vastaavat kotimaista kuusta tai mäntyä.

Paalun pituus on suunnitelma-asiakirjoissa esitetyn kantavuustavoitteen mukainen.

#### Ohje

Työn alussa tehtävällä koepaalutuksella tarkennetaan suunnitelmassa esitetyt paalupituudet siten, että vaaditut kantavuustavoitteet voidaan saavuttaa.

Mikäli suunnitelma-asiakirjoissa ei ole muuta esitetty pohjavedenpinnan yläpuolella oleva paalu tai paalun osa on painekyllästetty, ks. *kohta 41310.1.5*. Työnaikaisissa rakenteissa paaluja ei tarvitse kyllästä.

#### Vitteet

- *41310 Puurunkorakenteet, InfraRYL osa 3.*

Painekyllästetty puutavara täyttää standardin *SFS 3974 A*-luokan vaatimukset. Ensisijaisesti käytetään mäntyä.

#### Ohje

Jos puupaalut kyllästetään, kyllästys tehdään standardin *SFS 3974 A*-luokan mukaisesti.

Paalun kärjet ovat julkaisun *LPO-2005 kohdan 6.3* mukaiset ja paalun pää suojataan *kohdan 6.4 mukaan*.

Alle 12 m:n puupaalua ei jatketa. Yli 12 m:n paaluissa saa olla yksi jatkos. Jatkokset tehdään julkaisun *LPO-2005:n kohdan 12.1.4* ohjeiden mukaan.

Puupaalun jatkos täyttää julkaisun *LPO-2005 kohdan 12.1.4* vaatimukset ja sille haetaan tilaajan käyttö lupa.

#### Ohje

Kuvassa *13213:K1* esitetään vaatimukset täyttävä jatkos.

#### ***Viihteet***

- *RIL 223-2005. Lyöntipaalutusohje LPO-2005. Teräsbetoni- ja puupaalut.*
- *SFS 3974 Kyllästetty puutavara. Laatuvaatimukset.*

Sorvattujen paalupuiden halkaisija jatkoskohdassa on vähintään 210 mm.

Tukipaaluista kuoritaan vain betonin sisään jäävä paalun osa. Kitkapaalut kuoritaan puolipuhdiksi ja lisäksi poistetaan kaikki helposti irtoava kuori. Koheesiopaalut kuoritaan täyspuhtaiksi.

Paalun suurin käyritymä saa olla enintään 1/100 mittauspisteiden välimatkasta, joka on vähintään 3 m. Jatketun koheesiopaalun alapaalussa saa mainittu poikkeama olla kuitenkin enintään 1/200 mittauspisteiden välisestä etäisyydestä.

#### **Ohje**

Paaluun kohdistuvien lyöntirasitusten vuoksi tukipaalun latvaläpimitan tulee olla vähintään 150 mm.

Paalun suunnitelma-asiakirjoissa osoitetut poikkileikkausmitat (kuoritun paalunpään keskimääräinen latvaläpimita) sekä suoruus tarkistetaan silmämääräisesti kaikista paaluista, sekä mittaamalla vähintään 5 % paaluista. Kuitenkin kaikki paalut, joiden laatua epäillään, mitataan.

Tarkistetaan silmämääräisesti, että paalu täyttää muut julkaisun *LPO-2005 kohdassa 12.1.1* esitetyt vaatimukset. Paalutoimitukseen liittyvät kuormakirjat yms. asiakirjat liitetään kelpoisuusasiakirjaan.

Painekyllästetyissä 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 lähetetään tutkittavaksi hyväksytyyn testauslaboratorioon.

### **13213.1.2 Luiskapaalujen materiaalien vaatimukset**

#### **Vaatimukset**

Luiskapaalut ovat puupaaluja, jotka on kuorittu paljaaksi, ellei suunnitelma-asiakirjoissa muuta vaadita. Muuten materiaalivaatimukset ja laadun toteaminen ovat *kohdan 13213.1.1* mukaiset.

### **13213.2 Puupaalutuksen työalusta**

#### **Vaatimukset**

Paalutusalue rakennetaan suunnitelma-asiakirjojen ja/tai käytettävän lyöntikaluston edellyttämään kantavuuteen ja tasoon.

#### **Ohje**

Paalutusalue on aina suunniteltava tapauskohtaisesti ottaen huomioon maaperän lujuus ja paalutukseen käytettävä kalusto.

### **13213.3 Puupaalujen asentaminen**

#### **13213.3.1 Puupaalutuksen asentaminen, yleistä**

#### **Vaatimukset**

Paalutustyöstä laaditaan työ- ja laatusuunnitelma.

Puupaalujen asentamisessa noudatetaan soveltuvin osin *kohtaa 13211.3*.

Kun paalun kärki ulottuu suunnitelma-asiakirjoissa edellytettyyn maakerrokseen ja paalun painuma selvästi vähenee, lyödään loppulyönnit, yleensä 3...5 sarjaa á 10 lyöntiä. Paalun painuma saa

loppulyöntien aikana olla enintään *taulukon 13213:T1* mukainen järkäleen pudotuskorkeuden noudattaessa taulukossa erilaisille järkäleille ja paaluille esitettyjä suosituksia.

**Taulukko 13213:T1.** Puupaalun loppulyöntiohjeet yksinkertaisella vaijerilla ripustettua järkälettä käytettäessä.

Paalun latva, d, mm	Järkäleen massa, kN	Suurin sallittu painuma, mm, 10 iskulla	Iskun pituus, m, paalun pituuden ollessa		
			10 m	10...15 m	15...20 m
150	20	50	0,30	0,35	0,40
	30	60	0,20	0,25	0,30
175	20	40	0,35	0,40	0,50
	30	50	0,25	0,30	0,35
200	20	35	0,40	0,50	0,60
	30	50	0,30	0,40	0,50

Puupaalujen katkaisutaso on suunnitelma-asiakirjojen mukainen.

#### Ohje

Puupaalujen sopivan katkaisutason määrittämistä varten suunnitelma-asiakirjoissa selvitetään alin odotettavissa oleva pohjavedenpinnan korkeusasema. Puupaalujen katkaisutason määrittävää pohjavedenpinnan tasoa selvitetessä on otettava huomioon mm. rakenteiden suunnittelun olemassaolon aikana tapahtuva maannousu sekä sen ympäristössä odotettavissa olevien rakennustoimenpiteiden ja kuivatusten pohjavedenpintaa alentava vaikutus.

#### Viitteet

- 13211 Teräsbetonipaalut, InfraRYL osa 1.
- RIL 223-2005 Lyöntipaalutusohje LPO-2005. Teräsbetoni- ja puupaalut.

### 13213.3.2 Luiskapaalutuksen työohjeet

#### Vaatimukset

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

### 13213.4 Valmis puupaalutus

#### Vaatimukset

Yksittäisen paalun, paalulaatan tai paaluhatturakenteen paalun sallittu poikkeama teoreettisesta sijaintipaikastaan on *taulukon 13213:T2* mukainen.

**Taulukko 13213:T2. Yksittäisen paalun, paalulaatan tai paaluhatturakenteen paalun sallittu poikkeama teoreettisesta sijainnista.**

	Suurin sallittu poikkeama teoreettisesta sijainnista, mm	
	Sijaintiluokka 2 <sup>1)</sup>	Luiskapaalutus <sup>1)</sup>
Yksittäinen paalu	200	300
Paalurivin tai -ryhmän painopisteen poikkeama	100	200
Paalurivin yksittäinen paalu	200	300
Paaluryhmän yksittäisen paalun - pieni paaluryhmä 4-8 paalua	200	300
Paalukentän yksittäinen paalu	200	300
<sup>1)</sup> poikkeaa LPO-2005 vaatimuksesta		

**Ohje**

Taulukon käyttöohje, ellei suunnitelmissa muuta esitetä.  
Luokka 2: Normaali luokka.

**Ohje**

Paaluriviksi käsitetään pitkänomaisen anturan alla olevat paalut, kun paaluja on vain yksi kappale poikkileikkauksessa.

**Viitteet**

- *Lyöntipaalutusohje LPO-2005.*

Paalukaltevuuksien suurin sallittu poikkeama on yksittäisessä paalussa 4 % (40 mm/m) ja samansuuntaisten paalujen ryhmässä keskimäärin 2 % (20 mm/m).

Kaltevien paalujen suurin sallittu poikkeama horisontaalisuunnasta (projektio vaakatasossa) esitetään suunnitelma-asiakirjoissa.

**Ohje**

Kaltevien paalujen horisontaalisuunnan (projektio vaakatasossa) sallittu poikkeama on enintään 10° suunnitelmassa esitetystä suunnasta, ellei lähistön rakenteet edellytä muuta.

Puupaalutuksessa noudatetaan julkaisun *LPO-2005* paalutusluokkaa III.

**Viitteet**

- *Lyöntipaalutusohje LPO-2005*
- *13211 Teräsbetonipaalut, InfraRYL osa 1.*

## 13213.5 Puupaalutuksen vaatimustenmukaisuuden osoittaminen

### 13213.5.1 Puupaalutuksen vaatimustenmukaisuuden osoittaminen, yleistä

#### Vaatimukset

Lyötyjen paalujen korkeusasemaa tarkkaillaan vaaitsemalla suunnitelma-asiakirjojen mukaisesti.

**Ohje**

Suunnitelma-asiakirjoissa esitetään mittaustavat, -pisteet ja -tiheys. Työnlaisessa paalukentässä tarkkaillaan vähintään kolmen paalun liikkeitä.

Käytettäessä paaluhattuja pehmeällä, kokoonpuristuvalla savikolla on paalujen ympäristön painumaa seurattava mittaamalla paalujen korkeusaseman mittauksen yhteydessä.

Kaikkien paalujen sijainti mitataan paalukentän tai sen osan valmistuttua.

Paalujen geoteknisen kantokyvyn varmistamiseen tähtäävien loppulyöntien aikana paalun painuma mitataan painumattomalta alustalta.

Paalujen sijainti mitataan vähintään 10 mm:n tarkkuudella.

#### **Ohje**

Mittaustiedot kirjataan paalutuspöytäkirjaan.

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. Toteutumapiirros liitetään kelpoisuusasiakirjaan.

#### **Ohje**

Tukipaalutuksessa tulisi verrata myös vierekkäisten paalujen ja paaluryhmien tunkeutumissyvyysiksiä.

Jos paalutuksessa tapahtuu poikkeamien ylityksiä, niistä laaditaan lisäksi erillinen laatupoikkeamaraportti.

Työmaalla jatkuvasti ajan tasalla pidettävään kelpoisuusasiakirjaan liitetään seuraavat rakennuttajan tarkastamat asiakirjat:

- paalutuspöytäkirjat
- paalujen mittaus- ja sijaintitiedot
- raportit koekuormituksista
- toteutumapiirustukset
- laatupoikkeamaraportit.

Paalutustyön vaatimustenmukaisuus todetaan paalutustyön aikana tehtyjen tarkemittausten ja paalutuspöytäkirjojen avulla.

Paalutuksen vaatimustenmukaisuus todetaan *kohdan 13211.5* mukaisesti puupaaluihin soveltaen.

#### ***Viitteet***

- *Lyöntipaalutusohje LPO-2005*
- *13211 Teräsbetonipaalut, InfraRYL osa 1.*

### **13213.5.2 Luiskapaalutuksen vaatimustenmukaisuuden osoittaminen**

#### **Vaatimukset**

Paalutustyön aikana pidetään pöytäkirjaa paalujen pituuksista, määristä, paalujen päiden tasoista, kaltevuuksista jne. Pöytäkirjat liitetään laatuasiakirjoihin.

#### **Ohje**

Loppulyönneistä ei tarvitse pitää pöytäkirjaa. Tunkeumapiirustusta ei myöskään tarvita.

### **13213.6 Tekemisen ympäristövaikutukset**

#### **Vaatimukset**

Ympäristövaikutusten osalta noudatetaan soveltavin osin *kohdan 13211.6* vaatimuksia.

#### ***Viitteet***

- *13211 Teräsbetonipaalut, InfraRYL osa 1.*

