

A photograph of a construction site for a pile foundation. In the foreground, a large area of dark, muddy ground is covered with numerous small, circular wooden pile caps. A yellow excavator with 'A. RUUSUNEN OY' and '830' on its side is positioned in the middle ground, working on a row of vertical wooden piles. To the right, a large pile of cut logs is stacked. The background shows a line of trees under a cloudy sky.

Puupaalupohjanvahvistus, tilannekatsaus

Pohjanvahvistuspäivä 20.8.2026

Matias Napari, Ramboll Finland Oy

Puupaalut pohjanvahvistuksena vai perustuksena

Puupaalut perustuksena

1. Valtaosa kuormista välittyy paalujen kautta kovaan pohjaan (tukipaalu/ kitkapaalu)
 2. Paaluja ympäröivän maan merkitys rajautuu paalujen tukemiseen
- Tavoitteena painumaton rakenne

Puupaalut pohjanvahvistuksena

1. Yhteistoiminta maan kanssa
 - Osa kuormista maalle, osa paaluille
 - Koheesiopaalut (maa painuu -> paalut painuu)
 2. Maan ominaisuuksien parantaminen
 - Konsolidoituminen häiriintymisen jälkeen
 - Adheesio kasvaa ajan myötä (kuivuminen)
- Tavoitteena painumien vähentäminen

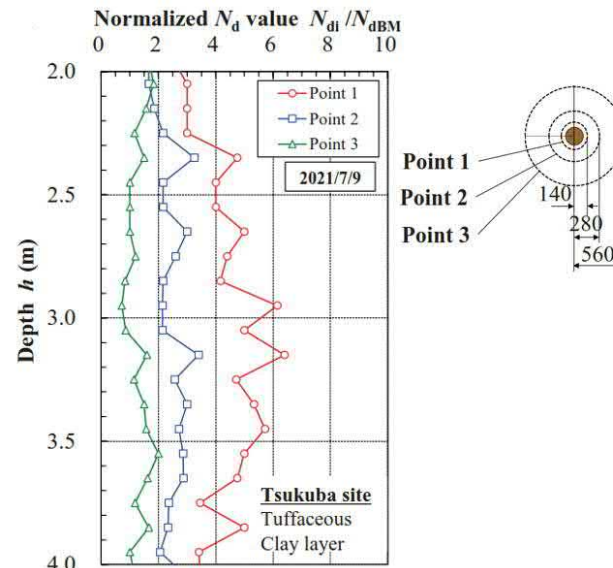
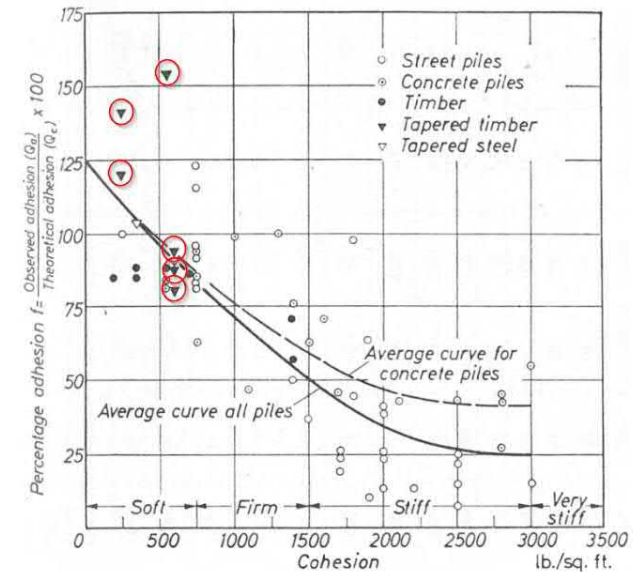


Figure 9: Relationship between Normalized N_d value and ground depth (218 days after build of timber piles)

Hara et al., 2023. Havaittu saven lujuuden kasvua jopa 50 cm etäisyydellä paalusta.



Tomlinson, 1957.

Havaitut adheesiokertoimet välillä 0,75...1,5. Adheesiokerroin korkeimmillaan pehmeissä savissa.

Puupaalut pohjanvahvistuksessa nyt ja tulevaisuudessa

Tavoite

- Puupaalutus vakiintuu pohjanvahvistusmenetelmäksi. Pohjanvahvistaminen perustuu mm. stabiliteetin parantamiseen rakenteellisena elementtinä mutta myös yhteistoiminnassa maan kanssa.
- Puupaalut toimivat koheesiopaaluina. Puupaalut kyllästyvät vedellä, joka on peräisin ympäröivästä savesta. Ympäröivän saven lujuus nousee.
- Toiminta hiilivarastona. Puupaalut sitovat hiiltä maaperään noin 700-900 kgCO₂e/m³ → 18 kgCO₂e/m (150 mm paaluhalkaisija)



Ojapuiston koerakenne, kuva: Jaakko Soinio



Kuva: Luleå University of Technology
– Optimizing Light embankment Piling

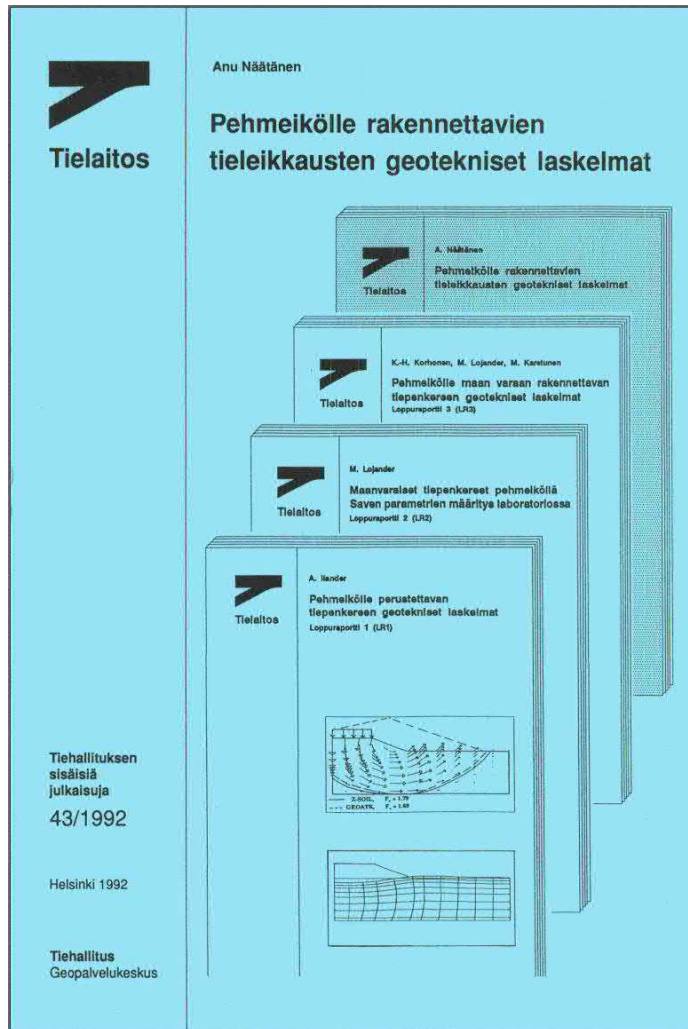
Puupaalut pohjanvahvistuksessa nyt ja tulevaisuudessa

Mahdolliset käyttökohteet

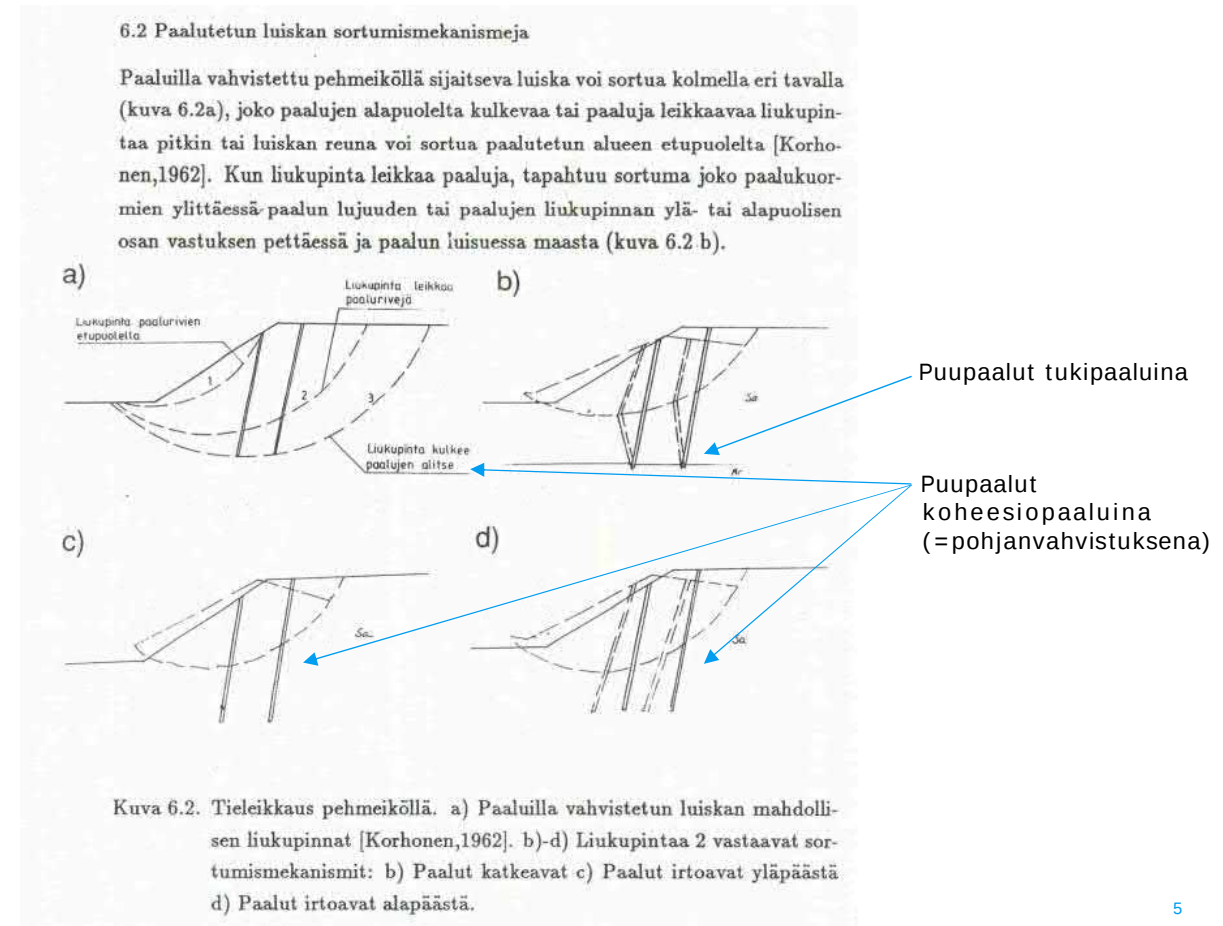
- Penkereiden ja luiskien stabiliteetin parantaminen pehmeikköalueilla (uomat, ranta-alueet, maastomuotoilut)
- Kaivantojen ja työnaikaisten rakenteiden tuenta työn aikana (väliaikaisesti tai pysyvästi).
- Kevyen liikenteen väylät, meluvallit, puistorakenteet, kevyet teollisuus- ja varastokentät.
- Muut toissijaisemmat kohteet, joissa mahdollinen paalun yläpään lahoaminen ei merkittävästi heikennä laatua.
- Pilaristabiloinnin tukena.
 - Stabilointikenttien reunat, joissa ei varsinaista tuettavaa rakennetta, kuten katu/jalkakäytävää (penkereiden luiskat, korotetut niittyntaisten alueet, viherkaistat yms.)
- Herkkien vesistöjen lähistöt (mm. taimenpurot)
- Väyläkohteissa vastapenkereet, välivarastojen perusrakenteet, paalutuksen työpetinä



Puupaalut pohjanvahvistuksena, käytännöt nyt



Puupaalujen mitoitus tehdään tällä hetkellä yli 30 v vanhoilla ohjeilla



Toimenpide-ehdotus puupaalujen hyödyntämisen edistämiseksi

Vuosi *arvio	Toimenpide	Tilanne
2025-2026	Diplomityö puupaalujen hyödyntämisestä pohjanvahvistuksessa Helsingin infrakohteissa	Jaakko Soinion DI-työ valmistunut <i>Case Studies of Timber Piles as a Ground Improvement in Infrastructure</i>
2025-2026	Pilottikohteiden suunnittelu ja toteutus (mm. Ojapuiston alue, Malminkenttä ym.)	- Ojapuiston puupaalupohjanvahvistuksen tehty (jkip levennys, kuulantyöntökentän koerakenne) - Malminkentän puupaalupohjanvahvistusrakenteen seuranta jatkuu - Malminkentän korroosiokoe kentän yhteydessä puupaalujen lahoamiskoe
2026	Innovaatioprojekti puupaalusuunnittelun peruserätyö (Metropolia, Rambollin rahoittama opiskelijatyö)	Tehty alkuvuodesta 2026. Sisälsi haastattelututkimuksen ja periaateratkaisujen esittämisen esitteen muodossa.
2026	Helsingin kaupungin Infran geosuunnitteluohje	"Puupaalujen käyttömahdollisuudet tulee tarkastella hankkeessa aina. Puupaalupohjanvahvistus tarkastellaan ensisijaisena pehmeikön pohjanvahvistusmenetelmänä."
2026	Päivitykset Ihkuun	Tulossa lähiaikoina
2026	Pilotointi ja kokemusten keräys	Jatkuu edelleen
2026-2027	Kandityöaihe puupaalujen kustannusten muodostumisesta	Aihe esitelty Aalto-yliopistolle
2026-2027*	Käsikirja: Puupaalut pohjanvahvistuksena	
2027-2028*	Puupaalujen käyttö pohjanvahvistuksessa, opas rakennushankkeisiin suunnittelusta toteutukseen	
2028*	Koulutus (yliopistojen luentomateriaalit, erillinen webinaari)	
2028*	Päivityksiä InfraRYL, Määrämittausohje etc.	
202X*	Tietojen koonti SGY julkaisukirjastoon?	
202X*	Puupaalupohjanvahvistuksen suunnitteluohje (Väyläviraston ohjeita?)	

Miten minä voin asiaan vaikuttaa?

Suunnittelijana

- Ota puupaalupohjanvahvistus tarkasteluissa ensimmäiseksi vaihtoehdoksi
- Varmista riittävät pohjavesitiedot
- Tarkastele jo suunnitteilla olevia kohteita, ja pohdi voiko näissä hyödyntää puupaaluja pohjanvahvistuksessa



Tilaajana

- Kysy, onko puupaaluja harkittu pohjanvahvistuksessa
- Edellytä edes lyhyttä perustelua, miksi menetelmä ei sovellu
- Kysy vielä, onko suunnitelmassa alueita, joissa puupaalut tukisivat kokonaisuutta



Urakoitsijana

- Ehdota puupaaluja kohteissa, joissa ne ovat teknisesti toteutettavissa ja helpottavat työsuoritetta
- Suunnitelmasta poikkeamiset aina geosuunnittelijan kanssa läpi ennen toteutusta
- Dokumentoi työ ja toteuma tarkasti



Miten minä voin asiaan vaikuttaa?

Suunnittelijana

- Ota puupaalupohjanvahvistus tarkasteluissa ensimmäiseksi vaihtoehdoksi
- Varmista riittävät pohjavesitiedot
- Tarkastele jo suunnitteilla olevia kohteita, ja pohdi voiko näissä hyödyntää puupaaluja pohjanvahvistuksessa



Tilaajana

- Kysy, onko puupaaluja harkittu pohjanvahvistuksessa
- Edellytä edes lyhyttä perustelua, miksi menetelmä ei sovellu
- Kysy vielä, onko suunnitelmassa alueita, joissa puupaalut tukisivat kokonaisuutta



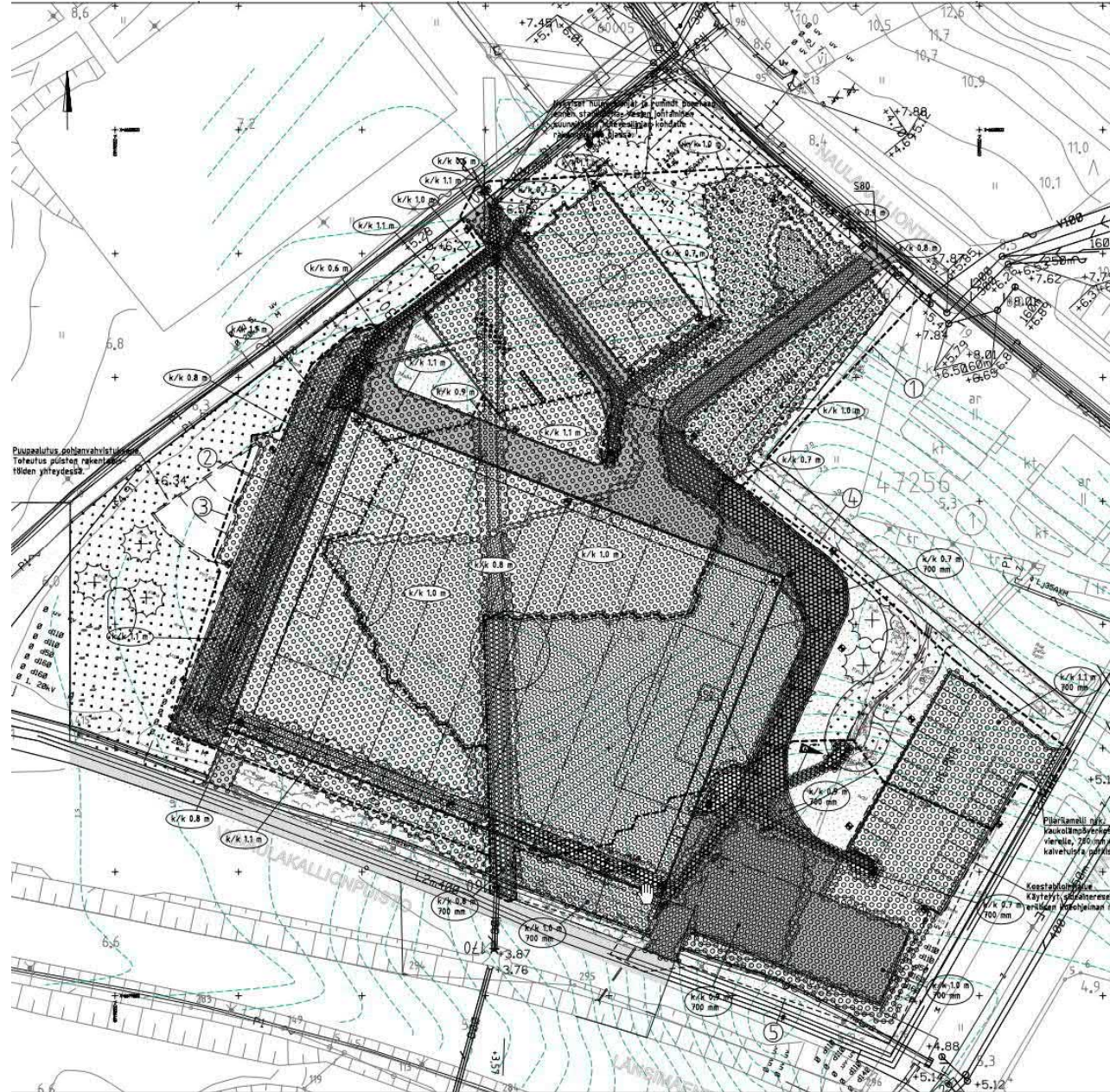
Urakoitsijana

- Ehdota puupaaluja kohteissa, joissa ne ovat teknisesti toteutettavissa ja helpottavat työsuoritetta
- Suunnitelmasta poikkeamiset aina geosuunnittelijan kanssa läpi ennen toteutusta
- Dokumentoi työ ja toteuma tarkasti



Missä puupaalut voisivat tukea kokonaisuutta

- Pohjanvahvistusvaihtoehtojen vertailussa puupaalut jäivät kohteessa pois, koska:
 - Saven paksuus kasvaa merkittävästi kaakkoon
 - Vesihuoltoa raittien kohdilla
 - GW vaihtelu, GWmin vaatisi lisäkaivua puupaaluille vs. stabilointi
 - Tarkoitus oli tulla asfaltoidut raitit ja P-alue
 - Kenttien painuminen piti minimoida haastavissa, vaihtelevissa pohjaolosuhteissa → varman ratkaisun valinta
- Kustannusvaikutus riski
 - Turhan arvokas kohde koerakenteeksi



Entä jos luovutaan vastakkainasettelusta?

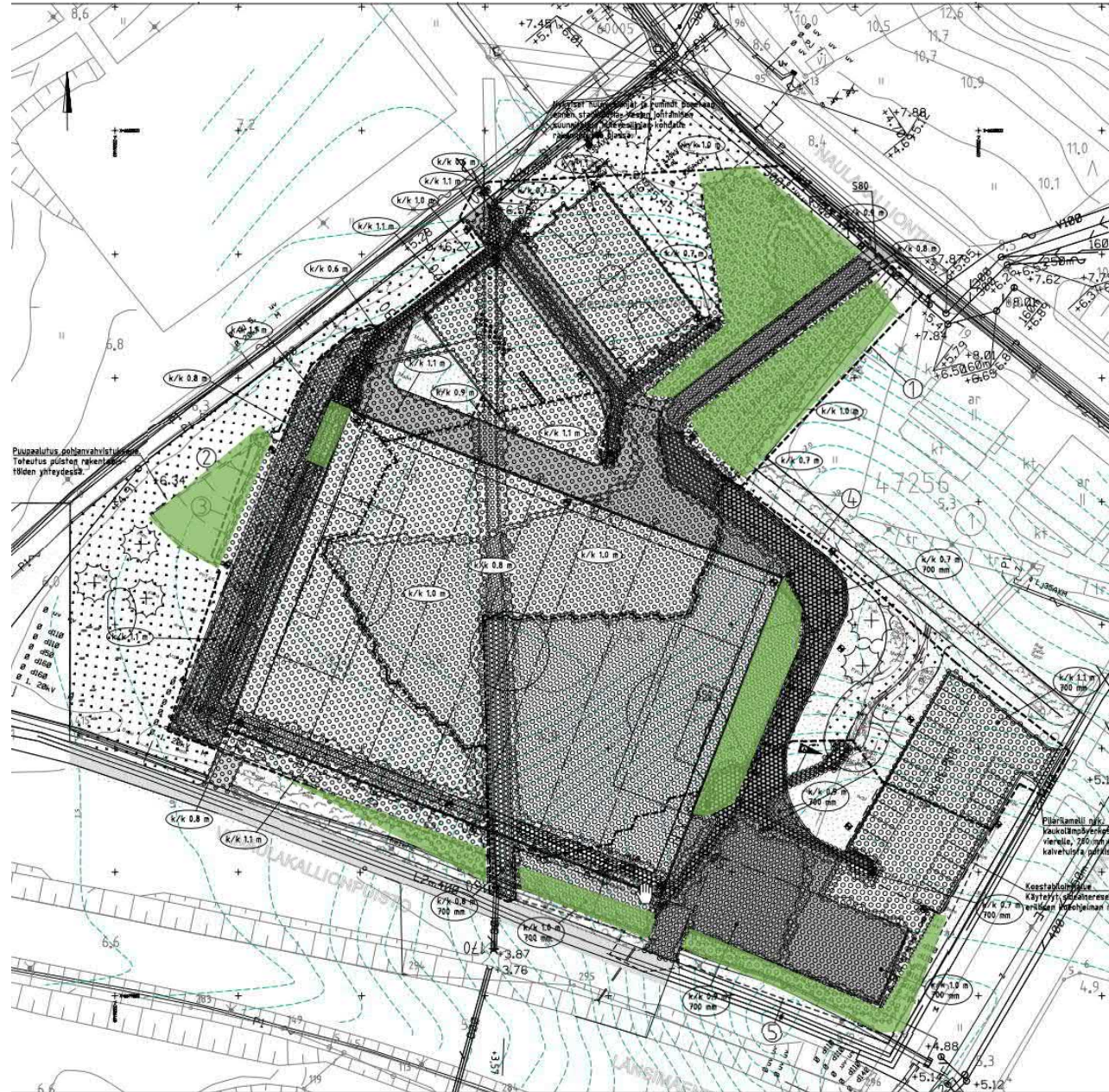
- Ei tehdä vertailua soveltuu/ei sovellu, vaan ratkaisu voisi olla yhdistelmä stabilointia ja puupaalutusta
- Stabiloinnin valintaan ohjaa etenkin tunnettuus, mitoituskäytäntöjen selkeys
- Puupaalupohjanvahvistuksen valintaan ohjaa etenkin ympäristönäkökulma

Ajatus: katsotaan vanhoja (jo toteutettuja) suunnitelmia ja pohditaan, missä paikoissa puupaalutukselle ei olisi sittenkään ollut estettä. Toisin sanoen, löytyykö kohtia, jossa pienimuotoinen yläosan lahoaminen ei olisi ollut ongelmallista.

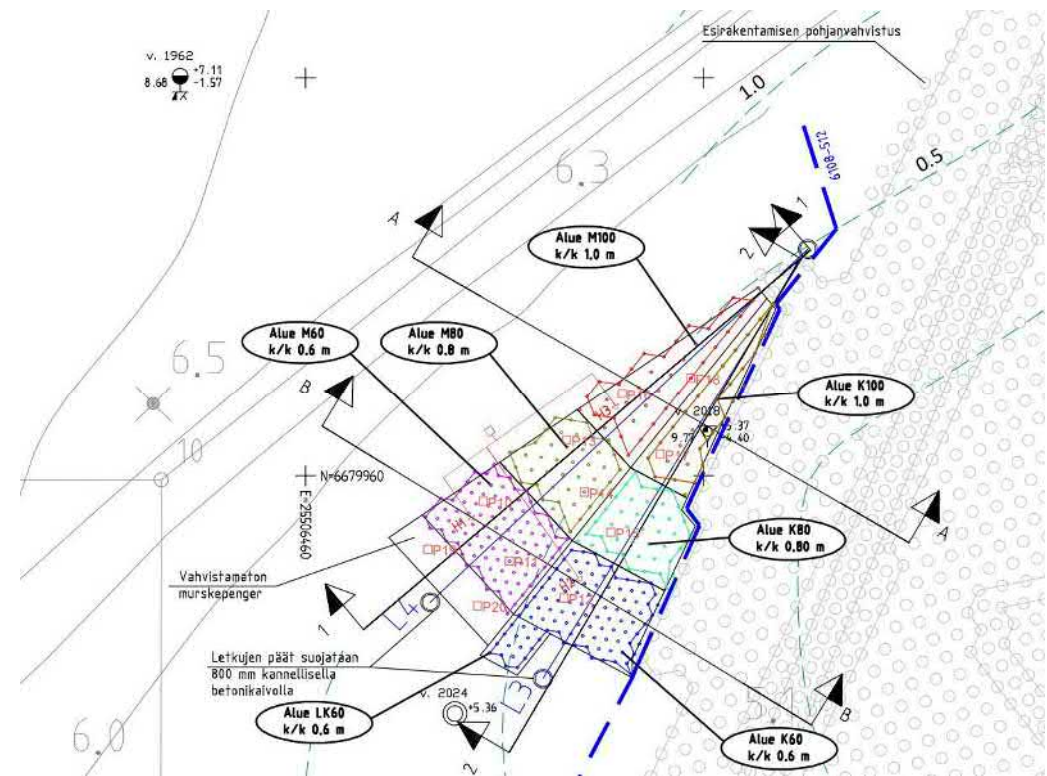
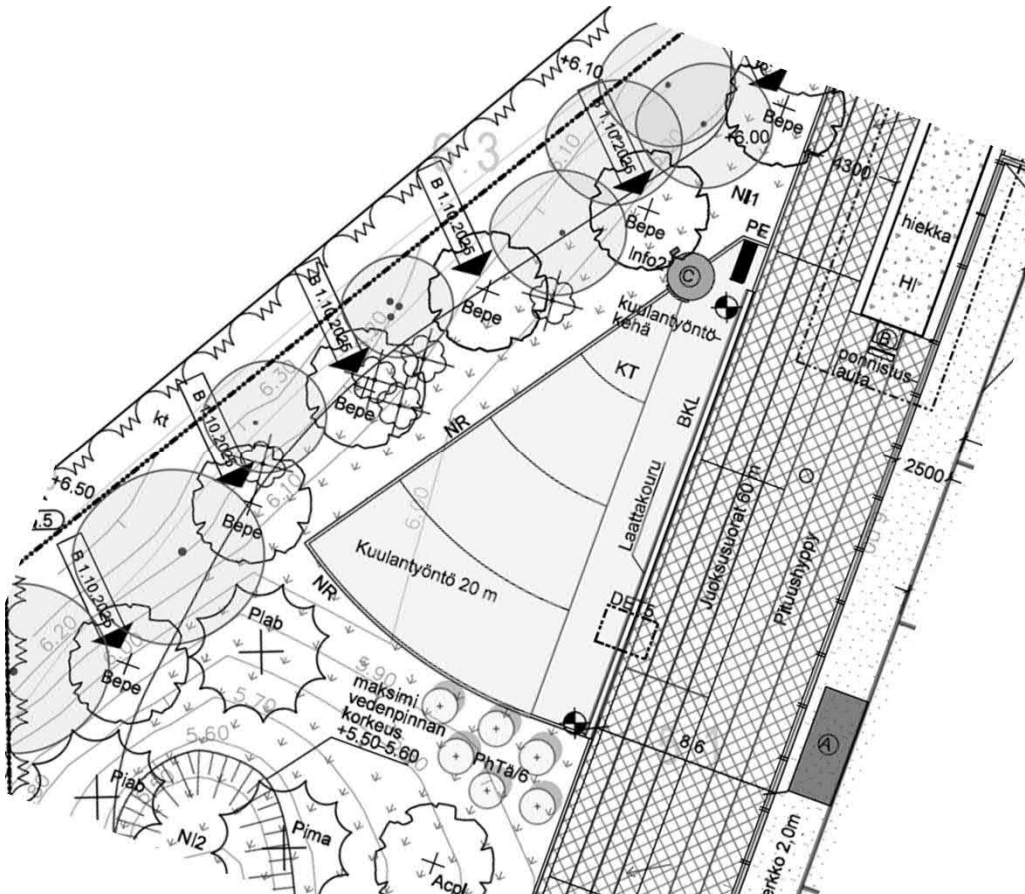
- raittien viereiset luiskat
- viheralueet, joissa tasaus muuttuu
- yms.

Missä puupaalut voisivat tukea kokonaisuutta

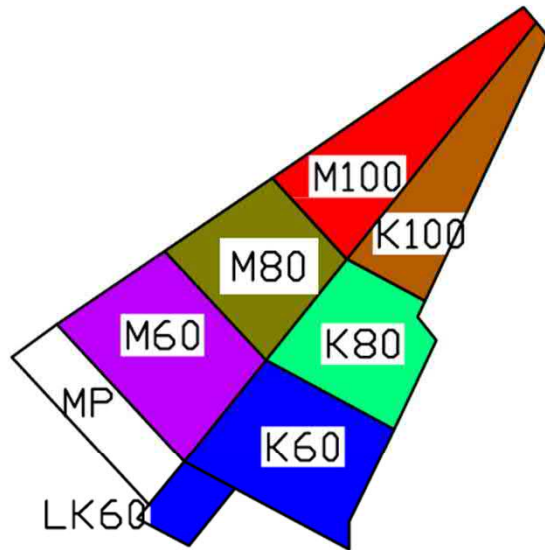
- Kaikki edellä mainitut "syyt" koskivat rakenteellisesti herkempiä kohtia (kentät, raitit, VH)
- Stabilointia oli kuitenkin mitoitettava kuormitustilanteen huomioiden myös "herkempien kohtien" ulkopuolella
- Olisiko näissä voitu tukea suunnitelmaa **puupaalupohjanvahvistuksella**?
- Arviolta 1/5 pilareista olisi voinut olla puupaalutusta → lähes hiilineutraali esirakentamisen suhteen, kun huomioidaan varastoitunut hiili.
- Kohteita lienee muitakin ja jo nyt suunnitellaan vastaavanlaisia, joissa asiaan voidaan vielä vaikuttaa.



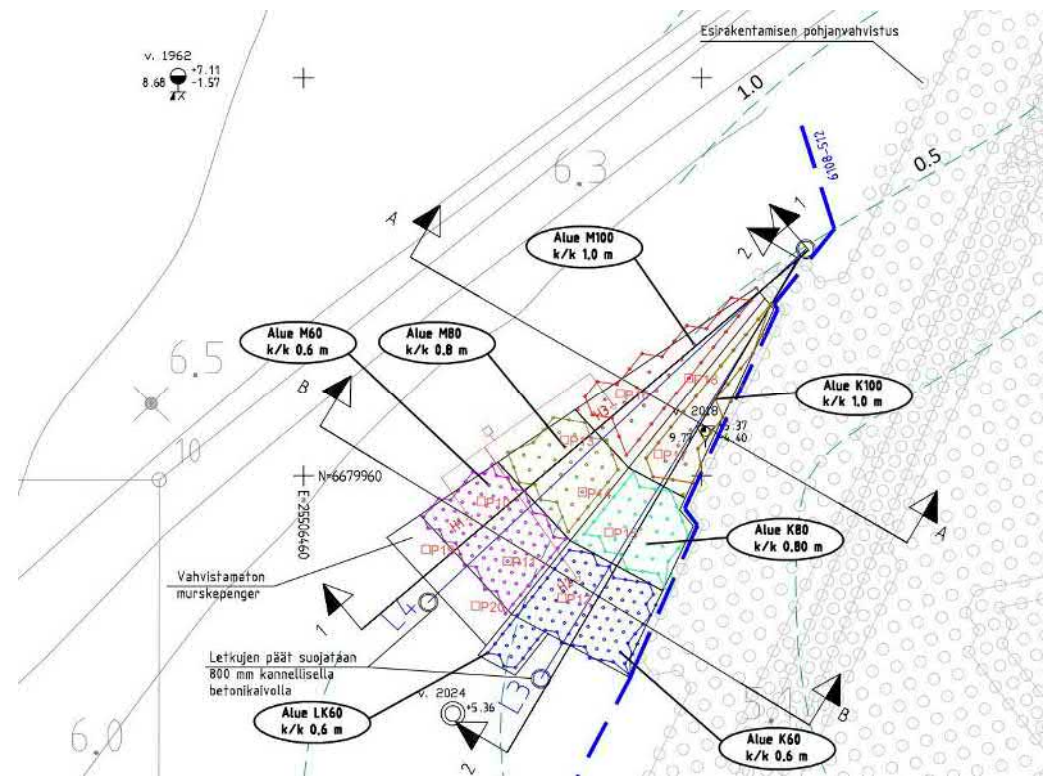
Ojapuiston kuulantöytäkentän koerakenne



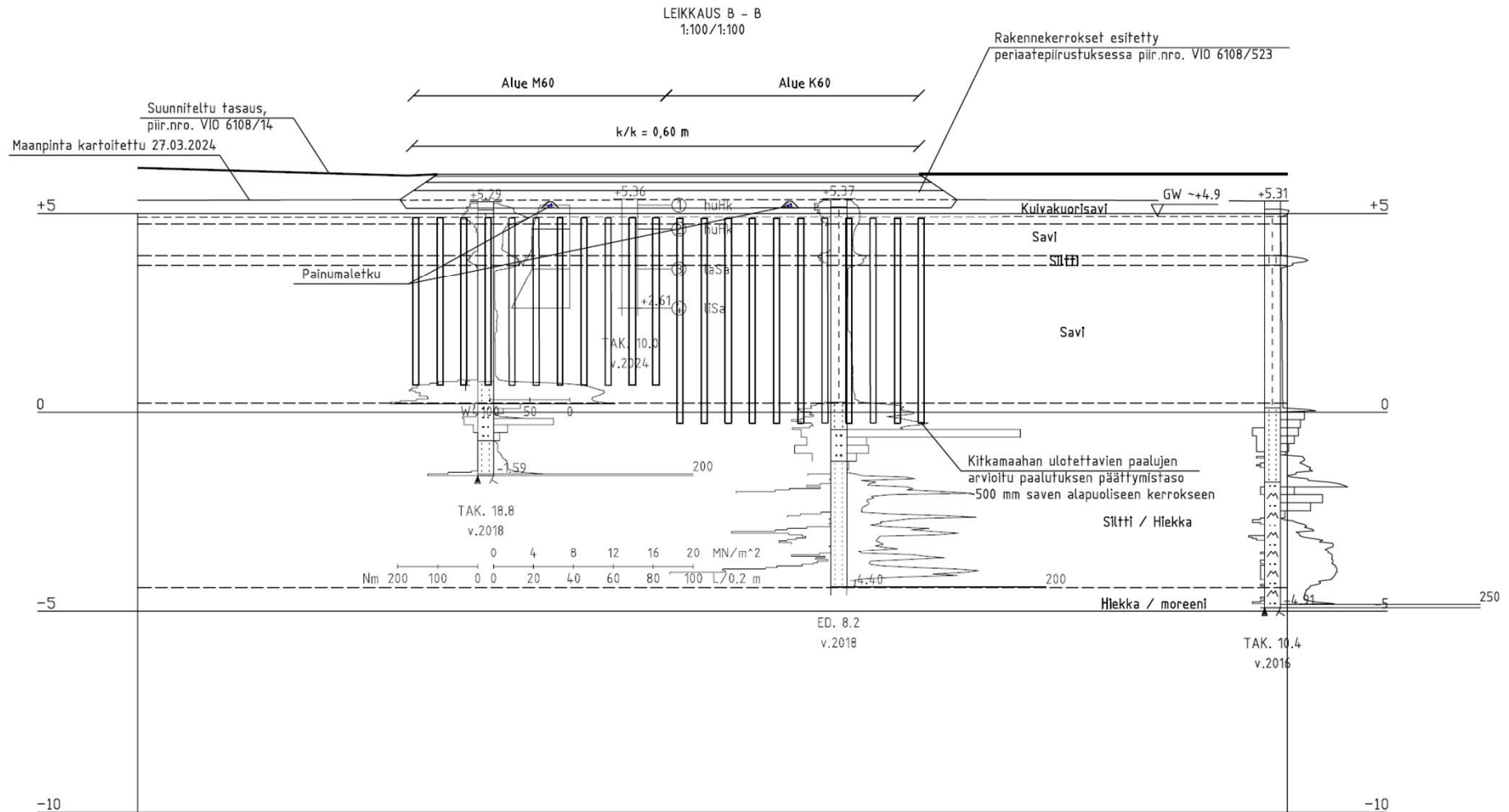
Ojapuiston kuulantyyöntökentän koerakenne



		yläp.	alap.
LK60	Kitkamaahan ulotettavat paalu k/k 0,6 m Alue levykuormituskokeita varten	+4,90	n.-0,25
K60	Kitkamaahan ulotettavat paalu k/k 0,6 m	+4,90	n.-0,25
K80	Kitkamaahan ulotettavat paalu k/k 0,8 m	+4,90	n.-0,25
K100	Kitkamaahan ulotettavat paalu k/k 1,0 m	+4,90	n.-0,25
M60	Määrämittainen (4,2m) k/k 0,6 m	+4,90	+0,70
M80	Määrämittainen (4,2m) k/k 0,8 m	+4,90	+0,70
M100	Määrämittainen (4,2m) k/k 1,0 m	+4,90	+0,70
MP	Vahvistamaton murskepenger		



Ojapuiston kuulantyöntökentän koerakenne





Kiitos

Lähteet:

Hara T., Kubojima Y., Kato H., and Sonoda S. Ground improvement effect of timber piles buried in soft clay ground. In World Conference on Timber Engineering, Oslo, Norway, 2023.

Tomlinson M.J. The adhesion of piles driven in clay soils. 4th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, 1957.

Soinio J. Case Studies of Timber Piles as a Ground Improvement in Infrastructure. Master's Thesis, Aalto University, Espoo, 2026.

Kysymys yleisölle:

Mikä olisi hyvä termi puupaalupohjanvahvistukselle?