

---

## ESIRAKENTAMISEN KEHITTÄMINEN

---

## TIIVISTELMÄ

Tiedotteessa esitetään esirakentamisen kehittämistä vuosina 1981-1985 valvoneen työryhmän työskentelyn aikana Helsingissä aikaansaadun kehitystyön pääpiirteet. Esirakentaminen sisältää ennakkotoimenpiteet, joiden jälkeen maa- ja vesialueet on rakennettavissa yleisesti käytössä olevin menetelmin. Sen avulla voidaan huonopohjaiset alueet muuttaa rakentamiskelpoiksi ja kunnallisteknisten järjestelmien sekä liikenneväylien toimivuus varmistaa pitkällä tähtäyksellä. Näin joutoalueille voidaan luoda kaavoitusmahdollisuudet.

Esirakentamisen ensisijaisena tavoitteena ovat rakentamisalueiden lisääminen ja laatutason parantaminen. Jotta esirakentamisen tarpeessa olevat alueet voidaan kartoittaa, tiedotteessa on esitetty ehdotus painumien raja-arvoiksi eri tyyppisillä kaava-alueilla. Esirakentaminen liittyy kiinteästi kaavoitukseen ja sen ajoittaminen alueen muuhun rakentamiseen vaatii esirakentamisen kytkemistä kavasuunnitteluun. Esirakentamista edellyttäviä alueita ovat ennen muuta pehmeiköt, mutta soveltamisalueita voivat olla myös laajalaisia maarakennustöitä vaativat ranta-alueet, mäet, kalliot ja painanteet sekä täyttöalueet. Pehmeikön esirakentamistapoja ovat ylipengerrys joko liuskapystyöjituksen kanssa tai ilman, syvästabilointi, vahvistinkankaiden ja verkkojen käyttö, keventäminen sekä massanvaihto. Toimenpiteiden aika ja kustannukset vaihtelevat mm. käytettävän menetelmän, pohjasuhteiden ja rakennusmaa-ainesten saatavuuden mukaan. Esimerkiksi 10 m paksulla savikolla syvästabilointi vaatii aikaa 3 - 6 kk ja maksaa noin 250 mk/maa-m<sup>2</sup> ja vastaavasti liuskapystyöjitys ja ylipengerrys vaatii noin 2,5 v ja maksaa noin 100 mk/maa-m<sup>2</sup>, kun käytetään ostomassoja. Tontin vuokramiehelle koituu kaupungin suorittamasta esirakentamisesta sekä laadullista että rahallista hyötyä, minkä vuoksi kaupunki voi periä kustannukset vuokramieheltä takaisin parhaaksi katsomallaan tavalla. Esirakentamisen ohjelmointi ja rahoitus tulee kytkeä vuotuisen talousarvion ja pitemmällä aikavälillä kuntasuunnitelmaan ja ohjelmointi suoritetaan yhdessä Kv:n geoteknisen osaston, Ksv:n teknis-taloudellisen toimiston ja kaupunginkanslian kehittämistoimiston kesken.

Syksyyn 1985 mennessä toteutettuja suuria esirakentamiskohteita ovat Torpparinmäen asuntoalue, Mellunmäen keskustan asuntoalue, Kurkimäen asuntoalue, sekä osa Vanhankaupunginlahden länsirannan täytöstä. Näiden yhteenlaskettu pinta-ala on noin 30 ha ja niiden esirakentamiskustannukset ovat syyskuun 1985 hintatasossa noin 18,5 milj. mk eli noin 62 mk/maa-m<sup>2</sup>. Asuntoalueita on esirakennettu noin 18 ha ja niille rakennettava kerroala on yhteensä noin 108 500 k-m<sup>2</sup>. Niiden kustannukset ovat yhteensä noin 7,0 milj. mk eli noin 39 mk/maa-m<sup>2</sup> ja 65 mk/k-m<sup>2</sup>. Edullisuus perustuu siihen, että on voitu käsitellä riittävän laajoja yhteinäisi alueita ja käyttää kaupungin omia maamassoja.

## ALKUSANAT

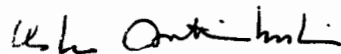
Geoteknisen osaston tiedote 43 "Esirakentamisen kehittäminen" on laadittu kesän ja syksyn 1985 kuluessa. Siinä on selostettu esirakentamistoiminnan kehittymistä Helsingin kaupungissa.

Tiedotteessa on kiinnitetty huomiota esirakentamisen tavoitteisiin ja esirakentamistoiminnan organisointiin sekä taloudellisiin seikkoihin. Lähemmin on selostettu neljää laajaa esirakentamistyötä. Rakennusvirasto on toteuttanut samanaikaisesti useita pienempiä kunnallistekniikan töitä, joissa on käytetty menestyksellisesti uusimpia pohjanvahvistusmenetelmiä.

Helsingillä on edessä useita laajoja esirakentamistöitä esimerkiksi Pikku-Huopalahden alueella ja eräillä ranta-alueilla. Tämän vuoksi tehty selvitys selventää niitä toimenpiteitä, joita tarvitaan näiden alueiden tonttien rakentamiskelpoiseksi saattamiseksi.

Johtajistotoimikunnan asettama työryhmä (7.10.1981/§ 130) on valvonut tiedotteen laatimista ja raportin on pääosaltaan laatinut Kiinteistöviraston geoteknisen osaston jaospäällikkö Jorma Havukainen. Lisäksi eräitä osia ovat kirjoittaneet geoteknisen osaston osastopäällikkö Usko Anttikoski ja Kaupunkisuunnitteluviraston yleiskaavaosaston teknis-taloudellisen toimiston toimistopäällikkö Mauri Isotalo.

Helsingissä, lokakuun 31. päivänä 1985.



Usko Anttikoski  
osastopäällikkö

## SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
TIIVISTELMÄ .....	I
ALKUSANAT .....	II
1. JOHDANTO .....	1
2. ESIRAKENTAMISEN TAVOITTEET .....	4
2.1 Rakentamisalueiden lisääminen .....	4
2.2 Rakentamisalaueiden laadun parantaminen ja laatuvaatimukset .....	4
3. ESIRAKENTAMISEN LIITTYMINEN KAAVOITUKSEEN JA ALUEEN MUUHUN RAKENTAMISEEN .....	10
3.1 Kaavasuunnittelu ja esirakentamisen suunnittelu .....	10
3.2 Lupa esirakentamiseen .....	12
3.3 Esirakentamisen ajoitus .....	12
3.4 Suunnittelun kulku .....	14
3.5 Lupakäsittelyn ja toteutuksen kulku ....	15
4. ESIRAKENTAMISTA EDELLYTTÄVÄT ALUEET .....	16
4.1 Aluetyypit .....	16
5. ESIRAKENTAMINEN JA TALOUSSUUNNITTELU .....	18
5.1 Kuntasuunnittelu .....	18
5.2 Talousarvion laadinta .....	18
6. PEHMEIKKÖJEN ESIRAKENTAMINEN .....	19
6.1 Pehmeikkötyypit .....	19
6.2 Pehmeikköalueille soveltuvat esirakentamismenetelmät ja niiden kustannukset .....	19
7. ESIRAKENTAMISEN HYÖTY JA SEN KUSTANNUSTEN JAKAMINEN .....	29
7.1 Esirakentamisen hyöty .....	29
7.2 Esirakentamiskustannusten takaisinperintä	29
8. ESIRAKENTAMISEN OHJELMOINTI JA ESIRAKENTAMISEN KYTKEMINEN ALUEEN KOKONAISTOTEUTUKSEEN .....	31
8.1 Ohjelmointi .....	31
8.2 Kytkentä alueen kokonaistoteutukseen ...	31

## IV

	Sivu	
9.	ALUSTAVIA KOKEMUKSIA ESIRAKENTAMISKOHTEISTA	32
	9.1 Toteutetut kohteet .....	32
	9.2 Torpparinmäen asuntoalue .....	33
	9.3 Mellunmäen keskustan asuntoalue .....	37
	9.4 Kurkimäen asuntoalueet (I, II ja III) ..	43
	9.5 Vanhankaupunginlahden länsiranta .....	47
	9.6 Yhteenveto toteutettujen esirakentamis- kohteiden kustannuksista .....	49
10.	EHDOTUS JATKOTOIMENPITEISTÄ .....	51

## LIITTEET:

Liite 1: Luettelo kaupungin eri hallintokuntien yhteistyö-  
vaiheista Mellunmäen keskustan (Vesalan) pehmeikön  
esirakentamisessa.

Liite 2: Mellunmäen keskustan (Vesalan) pehmeikön esirakenta-  
misen työohjelma.

## 1. JOHDANTO

Helsingissä on suurin osa pohjasuhteiltaan hyvistä alueista jo käytetty ja uudisrakentaminen on jouduttu suuntaamaan huonopohjaisille pehmeikkö-alueille. Tämä on lisännyt tuntuvasti geoteknisiä ongelmia samalla kun pohjarakennuskustannukset ovat nousseet merkittävästi. Huolimatta siitä, että rakennukset ja putkijohdot on tarvittaessa pystytty perustamaan perinteistä paalutusmenetelmää käyttäen painumattomiksi, pehmeiköille rakennettujen alueiden laatutaso huononee vuosi vuodelta paaluttamattomien alueiden painumisen vuoksi sekä korjaus- ja kunnossapitokustannukset lisääntyvät rakenteiden vaurioitua entistä useammin. Ongelmien vähentämiseksi on Helsingissä ryhdytty parantamaan huonopohjaisia alueita esirakentamalla.

### Esirakentaminen

- sisältää ennakkotoimenpiteet, joiden jälkeen maa- ja vesialueet on rakennettavissa yleisesti käytössä olevin menetelmin
- on alueen muuttamista rakentamiskelpoiseksi
- on alueen kunnallisteknisen järjestelmän ja liikenneväylien toimivuuden varmistamista pitkällä tähtäyksellä
- on rakennusoikeuden edellytysten ja kaavoitusmahdollisuuksien luomista joutoalueille

Geoteknisen osaston aloitteesta ja johtajistotoimikunnan päätöksellä (7.10.1981, § 130) perustettiin esirakentamista valvova työryhmä, jonka tavoitteiksi määriteltiin:

1. Seurata ensimmäisen, Torpparinmäessä toteutettavan esirakentamiskokeilun teknistä ja taloudellista tulosta.
2. Selvittää koko kaupungin kattavasti esirakentamistarpeet ja mahdollisuudet sekä laatia esirakentamisohjelma.
3. Selvittää esirakentamiskustannusten jakoperusteet.

Torpparinmäen esirakentamiskokeilu toteutettiin syksyn 1981 ja helmikuun 1985 välisenä aikana noin 1 ha suuruisella alueella käyttäen liuskapystyöjitystä ja ylipengerrystä. Huolimatta ylipenkereen rakentamisaikataulun venymisestä ja poikkeuksellisen ankaran talven 1984-1985 aiheuttamasta penkereen poistamisvaikeudesta kokeilu onnistui teknisesti tyydyttävästi ja alueen painumista saatiin

noin 300 mm poistetuksi ennen maaliskuussa 1985 käynnistynyttä talorakentamista. Kohde on hyvä lähtökohta esirakentamisen periaatteen käyttöön soveltamiselle. Alueelle rakennettavista 19 rakennuksesta perustetaan esirakentamisen ansios- ta 6 kpl maanvaraisina. Niiden sekä alueen mui- den osien painumakäyttäytymistä seurataan jatkos- sa kaupungin toimesta.

Esirakentamisen periaate on työryhmän aikana laa- jennettu kattamaan pehmeikköalueiden esirakenta- misen lisäksi myös muut laaja-alaiset toimenpi- teet, joilla käyttöön otettavan alueen rakenta- misen tai muunlaisen hyödyntämisen edellytyksiä parannetaan. Esirakentamistarpeen ja toteutusmah- dollisuuksien arviointiperusteena pidetään kustan- nushyötyä sekä aikataulu- ja laatutekijöitä.

Torpparinmäen kohteen lisäksi on Helsingissä to- teutettu jo useita muitakin merkittäviä esiraken- tamisprojekteja. Kurkimäen kaava-alueilla (I, II ja III) on tehty vuosina 1982-1985 laaja massan- vaihtotyö, jossa 0,5 - 4,5 m paksu turvekerros on kaivettu pois ja hyödynnetty suureksi osaksi puisto-osaston tarpeisiin. Tilalle on ajettu pääosin metrotöiden yhteydessä vapautuneita hyvälaatuisia leikkausmassoja. Vesalan keskustan pehmeikköalu- eella on toteutettu vuoden 1984 aikana vaativa kak- sivaiheinen esirakentaminen, jonka ensimmäisessä vaiheessa pehmeän savikon päällä ollut 0,5 - 2,5 m paksu turvekerros on korvattu metron leikkausmas- soilla ja turve on myyty yksityiselle ostajalle. Toisessa vaiheessa liuskapystyöjitystä ja ylipen- gerrystä sekä vähemmän vaativilla alueilla pelkkää ylipengerrystä käyttäen pyritään savikerroksen hai- talliset painumat poistamaan 2 - 3 vuoden kuluessa.

Rantojen esirakentamisesta on mittavana esimerkki-nä Vanhankaupunginlahden länsirannan meneillään oleva täyttötyö, jossa käytetään uudenlaista vah- vistinkankaalla lujitetun penkereen menetelmää. Lähitulevaisuudessa käynnistyvistä mittasuhteil- taan samaa luokkaa olevista töistä mainittakoon Pikku-Huopalahden alueen esirakentamisen, Ala-Vuo- saaren leikkaus-, louhinta- ja täyttötyöt sekä Pu- kinmäen kolmion alueen ja Tattarisuon liikennekou- lutuskeskuksen esirakentaminen.

Työryhmän työskentelyn aikana on päästy tärkeim- miltä osin asetettuihin tavoitteisiin ja pohja vakiintuvalle esirakentamiskäytännölle on luotu.

Helsingin kaupungin hallintokunnilta vaaditaan kuitenkin edelleen aktiivista yhteistoimintaa vie- lä selvittämättä olevien, esirakentamistoiminnan

kehittämisen kannalta tärkeiden kysymysten ratkaisemiseksi.

Esirakentamisen pääperiaatteet on esitetty vuonna 1983 valmistuneessa esitteessä: "Esirakentaminen - rakentamisen edellytys". Sen englanninkielisen painoksen sekä geoteknisen osaston muun tiedotustoiminnan ansiosta Helsingin kaupungin esirakentamisen kehittämistyö on herättänyt myös kansainvälistä kiinnostusta.

Tämä tiedote on liite esirakentamista vuosina 1981 - 1985 valvoneen työryhmän johtajistotoimikunnalle laatimaan esirakennustoiminnan kehittämistä koskevaan selostuskirjeeseen. Siinä käsitellään vain esirakentamisen tärkeintä aluetta, pehmeikköjen esirakentamista. Se palvelee osaltaan esirakennustoiminnan tulevaa kehitystyötä. Tiedotteessa keskitytään nimenomaan laajojen alueiden esirakentamiseen. Esitettyjä esirakentamismenetelmiä voidaan soveltaa myös pienehköillä osa-alueilla, kuten kunnallisteknisten rakenteiden tai yksittäisten tonttien pohjanvahvistustöissä.



## 2. ESIRAKENTAMISEN TAVOITTEET

### 2.1 Rakentamisalueiden lisääminen

Esirakentamisen päätavoitteena Helsingissä on yleis- ja osayleiskaavoissa rakentamiskelvottomien rakentamisalueiksi osoitettujen alueiden saattaminen esirakentamisen avulla rakentamiskelpoisiksi. Tällainen uusi alue voi olla joko mantereen sisällä tai rantavesialueella.

Tyypillisiä alueita, joiden rakentaminen edellyttää esirakentamistoimenpiteitä, ovat turvealueet, suunnittelelmattomasti täytetyt paksut savikot sekä lähellä murtumistilaa olevat ranta-alueet. Esimerkkeinä tämän tyyppisistä alueista ovat mm. Kurkimäen ja Mellunmäen keskustan (Vesala) jo esirakennetut turvealueet, Pikku-Huopalahden ja Pukinmäen kartanon vielä esirakentamattomat alueet, joille on ajettu menneinä aikoina suunnittelelmattomasti ylijäämämassoja sekä Vanhankaupunginlahden esirakenteilla oleva, huonopohjainen länsiranta.

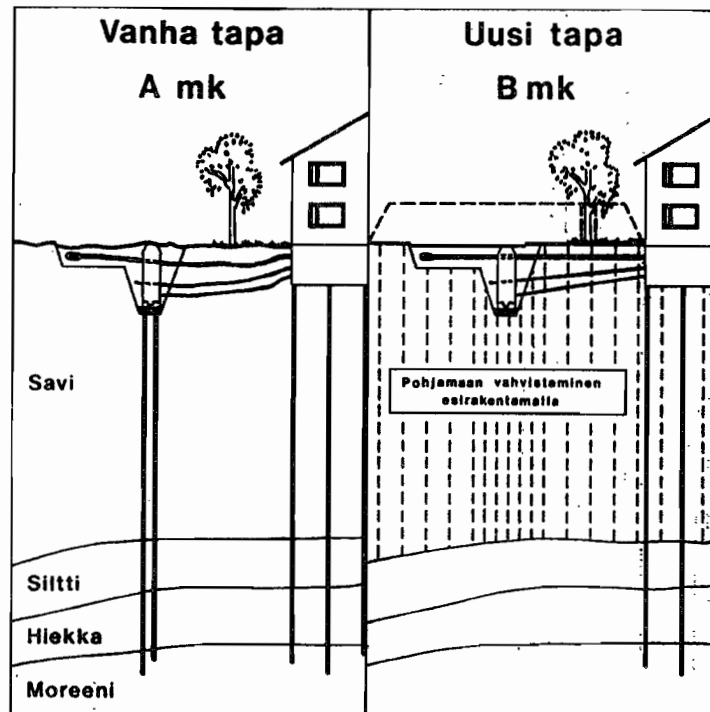
Edellä mainittujen esimerkkialueiden lisäksi Helsingin alueella on runsaasti vastaavanlaisia jouctoalueita, joiden käyttöönoton edellytyksenä on esirakentaminen.

### 2.2 Rakentamisalueiden laadun parantaminen ja laatuvaatimukset

Huonopohjaisten alueiden laadun parantaminen sille tasolle, johon on perinteisesti totuttu hyvälaatuisilla pohjamailla, edellyttää pohjanvahvistustoimenpiteitä. Vanhastaan tunnettu tapa on pehmeikköalueilla rakennusten ja putkijohtojen perustaminen paaluilla kiinteän pohjamaan varaan. Huolimatta siitä, että em. rakenteet saadaan painumattomiksi, ei koko alueen laatutasoa kuitenkaan voida juuri parantaa ilman lisätoimenpiteitä. Pehmeä pohjamaa ja maanvaraisesti perustetut rakenteet painuvat alueen rakentamisen aikana jopa vuosikymmeniä ja alueella syntyy kuivanapitoa haittaavia epätasaisuuksia ja rakenteet vaurioituvat usein paalutettujen ja paaluttamattomien rakenteiden liitoskohdissa.

Esirakentamisen avulla voidaan pehmeikköalueen laatua parantaa poistamalla haitalliset pitkäaikaiset painumat ja lisäämällä maaperän kantokykyä.

Ennen varsinaista rakentamista tehtävien pohjavahvistustoimenpiteiden laajuus ja tekotapa määritetään tarkoitusta varten laadittavassa esirakennussuunnitelmassa.



Kuva 1. Vanhalla ja uudella tavalla rakennettu alue.

Alueen rakentamisen laatua koskevat vaatimukset esitetään rakennuslakiin perustuvan säädösjärjestelmän puitteissa. Rakentamista koskevat sekä yleiset että tiettyä aluetta koskevat alueelliset säädökset.

Yleisiä rakentamista koskevia säädöksiä ovat:

- rakennuslain ja -asetuksen säännökset
- Suomen rakentamismääräyskokoelma.

Alueellisia säädöksiä ovat:

- rakennusjärjestys
- kaavat
- tonttijako

Rakennuslaissa ja -asetuksessa ei ole esitetty selkeästi rakennettavan alueen maaperälle ja itse rakentamiselle laatuvaatimuksia. Nämä on esitetty lähinnä yleisinä tavoitteina, joita ovat asumisturvallisuuden, terveellisyyden ja viihtyvyyden eli hyvän rakennustavan edistäminen. Koska lainsäädäntö

on tältä osin ns. joustava, ei siihen perustuvissa muissakaan säädöksissä ole rakentamisalueiden laatuvaatimuksia selkeästi määritelty. Rakennusten turvallisuutta koskevien määräysten sisällön tarkistamiseksi ja uusimiseksi julkaistussa Suomen rakentamismääräyskokoelmassa asetetaan rakentamiselle koko maata koskien yhtenäinen vaatimustaso.

Pohjarakentamisen osalta yhtenäinen vaatimustaso on asetettu pohjarakennusohjeissa (RIL 129, 1979, SFS 4315), jotka perustuvat rakentamismääräyskokoelman pohjarakennusta koskeviin ohjeisiin. Ohjeissa on esitetty ne periaatteet, joita on noudatettava perustuksia ja muita maata kuormittavia sekä maan kuormittamia rakenteita suunniteltaessa ja rakennettaessa.

Pohjarakennusohjeissa on esitetty, että kaikki rakenteet on mitoitettava siten, että otetaan huomioon sekä maapohjan varmuus murtumista vastaan että sallitut painumat. Varmuudelle murtumista vastaan on esitetty selvät numeeriset vaatimukset (taulukko 1). Ohjeissa on esitetty myös perustusten tasaisien kokonaispainumien ja kulmakiertymien raja-arvot kantavien ylärakenteiden käyttökelpoisuuteen perustuen (taulukko 2).

Taulukko 1. Kokonaisvarmuuskertoimien minimiarvoja (Pohjarakennusohjeet, RIL 129, 1979).

Kohde	Varmuuskerroin
Rakennuspohjan sortuma	1,8
Anturan kantokyky	2,0
Liukuminen tai kaatuminen perustustasossa	1,5
Paalun kantavuus koekuormituksen perusteella	1,8
Paalun kantavuus koepaalutuksen, kairausvastuksen tai leikkauslujuuden perusteella	2,2
Maata tukevan pysyvän rakenteen sortuma	1,8
Rakennusaikaisen kaivannon liukusortuma ja pohjannousu sekä tukirakenteen sortuma	1,5
Hydraulinen murtuminen koheesiomaassa ja suhteistuneessa kitkamaassa	1,5
Hydraulinen murtuminen tasarakeisessa karkeasiltissä ja hienohiekassa	2,0
Vedennoste	1,2

Taulukko 2. Tasaisten kokonaispainumien ja kulma-kiertymien raja-arvoja (Pohjarakennusohjeet RIL 129, 1979).

Rakennetyyppi	Kokonaispainuman raja-arvo (mm)	Kulma-kiertymän raja-arvojen vaihteluväli	
		Kitkamaa	Koheesiomaa
Massiiviset jäykät rakenteet	100...150	$\frac{1}{250} \dots \frac{1}{200}$	$\frac{1}{250} \dots \frac{1}{200}$
Staattisesti määrätty rakenteet ja puurakenteet	100...150	$\frac{1}{400} \dots \frac{1}{300}$	$\frac{1}{300} \dots \frac{1}{200}$
Teräsrakenteet	80...100	$\frac{1}{500} \dots \frac{1}{200}$	$\frac{1}{500} \dots \frac{1}{200}$
Muuratut rakenteet	40... 80	$\frac{1}{1000} \dots \frac{1}{600}$	$\frac{1}{800} \dots \frac{1}{400}$
Teräsbetonirakenteet	60...100	$\frac{1}{1000} \dots \frac{1}{500}$	$\frac{1}{700} \dots \frac{1}{350}$
Teräsbetonielementtirakenteet	40... 80	$\frac{1}{1200} \dots \frac{1}{700}$	$\frac{1}{1000} \dots \frac{1}{500}$
Teräsbetonikehärakenteet	30... 60	$\frac{1}{2000} \dots \frac{1}{1000}$	$\frac{1}{1500} \dots \frac{1}{700}$

Piha-alueille, putkijohdoille, kaduille ja muille rakennusten ulkopuolisten alueiden painumille ei ole esitetty yleisiä sallittuja arvoja lukuunottamatta eräitä tiettyihin tarkoituksiin laadittuja erillisohjeita. Taulukossa 3 on esitetty eräs ohje viemärien toimivuuden varmistamiseksi.

Taulukko 3. Viemärien toimivuuden kannalta sallitut kaltevuus- ja korkeuspoikkeamat (Espoo-Helsinki-Vantaa, Kunnallisteknisten töiden yleinen työselitys. 1000 Yleiset työt, Helsinki 1978).

Suunnitelman mukainen kaltevuus	Kaltevuuspoikkeama (‰)	Korkeuspoikkeama (mm)
> 5 ‰	1.5	50
4-5 ‰	1.0	40
3-4 ‰	0.5	30
< 3 ‰	0.3	20

Esimerkiksi 5 ‰ kaltevuuteen suunnitellulle viemärielle sallitaan taulukon 3 mukaan 1 ‰ kaltevuuden muutos, mikä vastaa 20 mm painumaeroa 20 m matkalla. Vastaavasti korkeuspoikkeama voi olla suunnitellusta tasosta 40 mm.

Taulukossa 4 on esitetty eräs ehdotus teiden sallituista kokonaispainumista ja routanousuista.

Taulukko 4. Sallitut painumat ja routanousut TVL:n erään ehdotuksen mukaan (Hartikainen, O-P, Maarakenustekniikka. Otakustantamo 435. Espoo 1981).

Väylätyyppi	Sallittu pituus- kaltevuuden muu- tos ‰/‰	Sallittu koko- naispainuma (cm)	Sallittu routanousu (cm)
Moottoriväylät	4 - 6	20-30/150 m	4 - 7
Valta- ja kantatiet	5 - 8	20-30/100 m	5 - 10
Seudulliset tiet	7 - 11	20-30/ 50 m 50-70/150 m	8 - 20
Kokoojatiet	9 - 16	50-70/100 m	15 - 30
Yhdystiet (vähäliikenteiset tiet)	15	70	20

Esimerkiksi vähäliikenteisellä tiellä sallittaisiin taulukon mukaan 300 mm painumaero 20 metrin matkalla ja kokonaispainuma saisi olla 700 mm.

Alueiden vähimmäislaatuksen säilyttämiseksi tehtävää esirakentamistarpeen kartoitusta varten tarvitaan myös ohjeellinen taulukko, jossa on esitetyt sellaiset painumien raja-arvot, joiden perusteella erotellaan esirakennettavat alueet muista alueista. Taulukossa 5 on esitetty geoteknisen osaston ehdotus raja-arvoiksi, joita suuremmat painumat edellyttäisivät alueen esirakentamista. Esirakentamisen ratkaisee kuitenkin lopullisesti aikataulu- ja kaavoitustilanne. Taulukossa on esitetty painumien raja-arvot, kun rakentamisen päättymisestä on kulunut 1 v, 10 v ja 50 v. Taulukon laadinnassa on lähtökohtana pidetty 50 v sallittua kokonaispainumaa ja muut arvot on määritetty 5 - 20 m paksuisten savikkojen aika-painumalaskelmin. Laskelmissa on oletettu, että saven keskimääräinen konsolidaatiokerroin ( $c_v$ ) on  $0,5 \text{ m}^2/\text{v}$ . Helsingin savien konsolidaatiokerroin vaihtelee likimäärin  $0,2$  ja  $1,0 \text{ m}^2/\text{v}$  välillä. Lisäksi on oletettu, että savikerroksen kokoonpuristumisen yhteydessä savesta vapautuva vesi pääsee poistumaan sekä savikerroksen ala- että yläpuolelle. Taulukkoa laadittaessa on käsitelty sallittuja painumia eri ajankohtina aika-painumateorian pohjalta. Sen sijaan suunnittelijan on alueen tulevia painumia arvioidessaan tiedettävä likimäärin alueen tuleva maanpinnan korkeustaso, pohjavedenpinnan taso, saven paksuus ja vesipitoisuus (luotettavamman arvioon tekemiseksi myös saven kokoonpuristuvuuspara-

metrit ja  $c_v$ -arvo), muiden maakerrosten laatu (vedenläpäisevyys), sekä rakennettavan alueen tyyppi (esim. asuntokorttelialue, teollisuuskorttelialue, katualue, torialue, puistoalue).

Taulukko 5. Ehdotus alueen (ei rakenteiden) painumien raja-arvoiksi esirakentamistarpeen arvioimiseksi. Painumattomiin rakenteisiin liittyvien alueiden ja maanvaraan perustettavien rakenteiden painumarvot määritetään erikseen tapauskohtaisesti niiden pohjarakennussuunnittelun yhteydessä.

Alueen tyyppi	Suurin sallittu painuma (mm)		
	1 v rakentamisesta	10 v rakentamisesta	50 v rakentamisesta
Asuntokortteli	50 - 75	150 - 250	300 - 450
Teollisuuskortteli	75 - 100	250 - 350	450 - 600
Katualue x)	75 - 100	250 - 350	450 - 600
Torialue x)	75 - 100	250 - 350	450 - 600
Puistoalue	100 - 150	350 - 450	600 - 900

x) Putket, pinnoitteet jne. voivat vaatia huomattavasti tiukemmat rajat.

### 3. ESIRAKENTAMISEN LIITTYMINEN KAAVOITUKSEEN JA ALUEEN MUUHUN RAKENTAMISEEN

#### 3.1

#### Kaavasunnittelu ja esirakentamisen suunnittelu

##### 3.11

##### Yleiskaavatasoinen suunnittelu

Helsinki on pääosin yleiskaavoitettu kantakaupungin ja esikaupunkialueiden yleiskaavojen avulla. Näissä kuten yleensäkin yleiskaavoissa on osoitettu rakentamisalueet eri yhdyskuntatoiminnoille aluerajausten ollessa yleispiirteisiä. Kyseisten yleiskaavojen perusteella on näinollen mahdollista tarkastella eri rakentamisalueiden sijoittumista maaperän suhteen ja arvioida mahdollista esirakentamistarvetta pidemmällä aikavälillä. Lopullista päätöstä esirakentamisen tarpeellisuudesta ja laajuudesta jollekin kyseisten yleiskaavojen sisältämillä alueilla ei voida kuitenkaan tehdä näiden yleiskaavojen yleispiirteisyyden vuoksi.

##### 3.12

##### Osayleiskaavatasoinen suunnittelu

Kantakaupungin ja esikaupunkialueiden yleiskaavojen ulkopuolelle on jäänyt muutamia alueita, joiden maankäyttöön ei ole voitu ottaa kantaa, vaan niille laaditaan osayleiskaavat. Näissä osayleiskaavoissa voidaan jo huomattavasti tarkemmin selvittää eri rakentamisalueiden maaperäkysymyksiä ja vastaavasti esirakentamisen tarvetta ja sen laajuutta. Kuitenkaan osayleiskaavaankaan liittyvässä geoteknisessä ja kaavataloudellisessa suunnittelussa ei voida ottaa lopullista kantaa esirakentamisen tarpeellisuudesta ja laajuudesta, koska osayleiskaavakin rajaa vain eri rakentamisalueet ottamatta kantaa katualueiden ja korttelialueiden rajaukseen.

##### 3.13

##### Kaavarunkotasoinen suunnittelu

Kaavarunkosuunnitelma laaditaan usein asemakaavoituksen pohjaksi sellaisille yleiskaava-alueille, missä yleis- tai osayleiskaava ei ole tarkkuudeltaan riittävä asemakaavoituksen pohjaksi. Kaavarunko on yleensä lähellä asemakaavaa suunnittelutarkkuutensa osalta, joten siihen liittyvä geotekninen ja kaavataloudellinen suunnittelu esirakentamisen osalta voi usein sisältää esirakentamisen osa-alueiden ja tapavaihtoehtojen sekä esirakentamisen taloudellisten perusteiden määrittämisen.

## 3.14

## Asemakaavatasoinen suunnittelu ja esirakentaminen

Asemakaava määrittää mm. kortteli- ja tonttialueet, katu- ja puistoalueet sekä asettaa yleensä rajat rakennusten enimmäiskorkeudelle. Myöskin asemakaava sijoittaa nämä rakentamisen osa-alueet tarkasti maaperään nähden kaava-alueensa sisällä. Näinollen asemakaava luo yleensä hyvät edellytykset esirakentamisen tarpeen ja laajuuden määrittämiselle ottaen huomioon kuitenkin samalla myös asemakaavan kaavataloudelliset tekijät.

Asemakaava-alueen kaavataloudellisessa suunnittelussa on erikoisesti otettava huomioon mm. esirakentamisen vaatimien rahapanosten suhde kaava-alueen kerrosalatuottoon ja kunnossapitosäästöihin. Myöskin on huomioitava esirakentamisen mahdollisesti aiheuttamat säästöt rakenteiden mm. kunnallistekniikan perustamisessa. Esirakentaminen on nähtävä erityisesti myös asemakaava-alueen laatua parantavana.

Asemakaava-alueen esirakentamissuunnitelmaluonnos laaditaan samanaikaisesti asemakaavaluonnoksen kanssa. Vastaavasti alueen esirakentamissuunnitelmaehdotus laaditaan rinnan asemakaavaehdotuksen kanssa. Esirakentamissuunnitelma sisältää myös sen perustelut. Esirakentaminen kuvataan pääkohdiltaan asemakaavaselostuksessa.

Esirakentamissuunnitelmaehdotus palvelee asemakaavan hyväksymis- ja vahvistamiskäsittelyä. Toteutuksen osalta se palvelee kaupungin teknisiä hallintokuntia alueen taloussuunnitteluehdotusten laadinnassa ja toteutustasoisessa teknisessä suunnittelussa. Alueen tontin rakentajien osalta esirakentamissuunnitelmaehdotus luo pohjan tontin, rakennusten, tonttijohdojen ja piha-alueiden pohjarakennussuunnittelulle. Esirakentamissuunnitelmaehdotuksen tulee olla niin tarkka, että siinä on esitetty esirakentamisosajen rajaus ja näiden osa-alueiden suositeltava esirakentamistapa sekä alustavat osa-alueiden esirakentamistapasuunnitelmat. Alueen yksityiskohtainen esirakentamissuunnitelma laaditaan tämän jälkeen esirakentamisen pohjaksi.

## 3.15

## Valmiiksi asemakaavoitetut alueet

Alueilla, joilla on jo voimassa asemakaava, toteutetaan mahdollinen esirakentaminen joko ko. asemakaavan tai tarpeen mukaan laaditun asemakaavamuu-  
toksen pohjalta.



### 3.2

#### Lupa esirakentamiseen

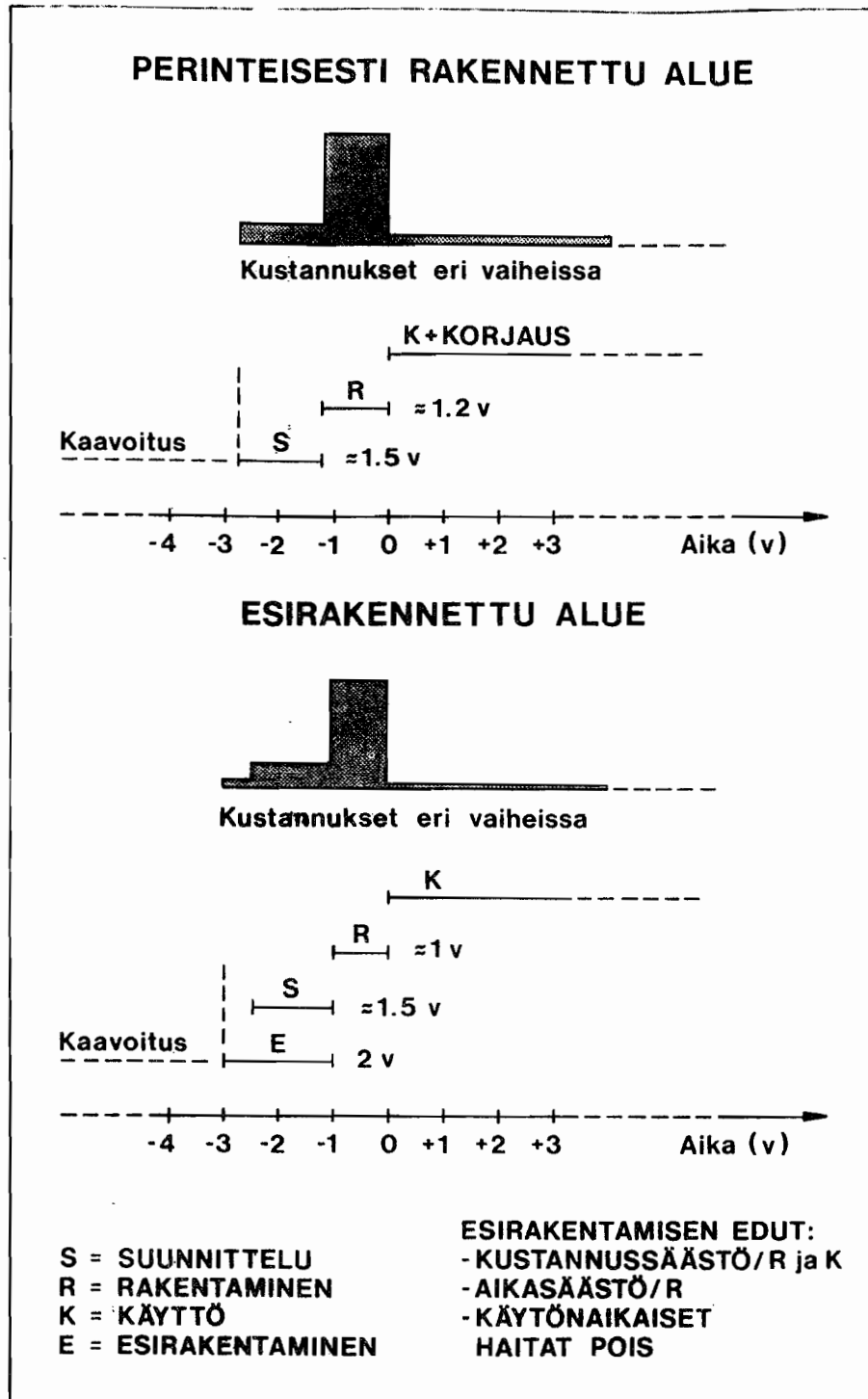
Luvan esirakentamiseen myöntää Khs Rak L:n 124 a §:n perusteella. Luvan Khs myöntää sillä perusteella, ettei toimenpide vaikeuta alueen käyttämistä kaavassa varattuun tarkoitukseen eikä turmele kaupunki- tai maisemakuvaa. Toimenpiteen eli esirakentamisen perustuessa Kslk:n hyväksymään asemakaavaluonnokseen tai -ehdotukseen tai valtuuston hyväksymään asemakaavaan 124 a §:n edellyttämä peruste toimenpiteen suorittamiselle on tällöin olemassa.

### 3.3

#### Esirakentamisen ajoitus

Esirakentaminen tulisi sen toteutuksen vaatiman ajan vuoksi aloittaa mahdollisimman aikaisin. Aikaisin vaihe, jolloin esirakentaminen voidaan aloittaa, on asemakaavaluonnosvaihe, jolloin kaupunginhallituksella on ensi kerran edellytykset käsitellä esirakentamisen lupaa RakL:n 124a §:n edellyttämällä tavalla. Tällöin voi kuitenkin olla alueesta riippuen riskejä sille, että asemakaavaluonnos ja vastaava esirakentamissuunnitelma muuttuu. Vähemmän riskejä sisältävä tapa on se, että esirakentaminen aloitetaan Kslk:n hyväksymän asemakaavaehdotuksen pohjalta. Suositeltavin tapa riskien pienentämisen kannalta on kuitenkin se, että esirakentaminen aloitetaan valtuuston hyväksymään asemakaavaan sisältyvän esirakentamissuunnitelman pohjalta kaupunginhallituksen annettua siihen luvan RakL:n 124a §:n pohjalta. Mikä tapa valitaan, on harkittava kussakin tapauksessa erikseen. Asiaan vaikuttaa paljon myös mm., onko kysymys alueellisesta tai osittaisrakentamisesta.

Kuvassa 2 on esitetty yksinkertaistettu periaate eri vaiheiden ajoittumisesta rakennushankkeessa perinteistä rakennustapaa ja esirakentamistapaa käytettäessä.

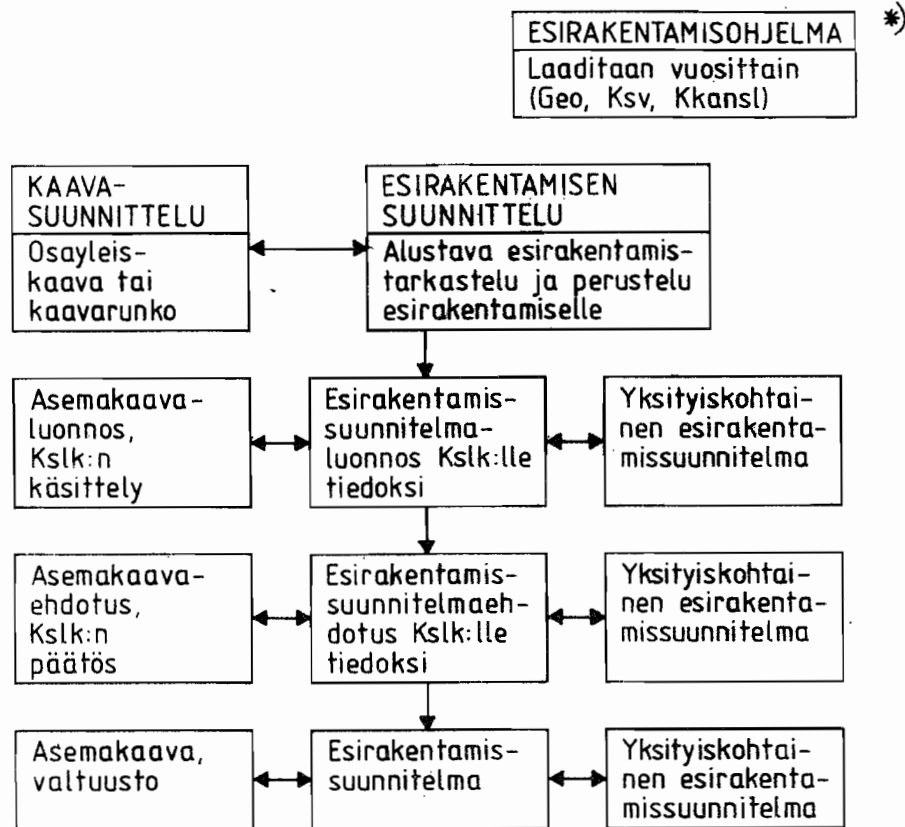


Kuva 2. Periaate eri vaiheiden ajoittumisesta ja kustannusten muodostumisesta rakennushankkeessa perinteisesti rakennetulla ja esirakennetulla alueella sekä esirakentamisella saavutettavista eduista.

## 3.4

## Suunnittelun kulku

Alla olevassa kaaviossa on kuvattu kaavasuunnittelun ja esirakentamisen suunnittelun kulku.



a), b) ja c): Kh:n RakL:n 124a §:n edellyttämän luvan pohjaksi

a'), b') ja c'): Esirakentamisen tekninen rakennesuunnitelma tehdään HKR:n katuosaston toimeksiannosta joko Kslk:n hyväksymään asemakaavaehdotukseen tai valtuuston hyväksymään asemakaavaan perustuen riippuen siitä, milloin esirakentamisen toteutukseen on päätetty ryhtyä.

\* Esirakentamishjelma käsittää luettelon tulevista esirakentamiskohteista ja niiden talousarviossa esitettävät määräraha-arviot. Tämän lisäksi vastaava pitemmän ajanjakson ohjelma esitetään kuntasuunnitelmassa.

Asemakaavaan liittyvät vastaavan vaiheen esirakentamissuunnitelmat laatii joko geotekninen osasto tai geoteknisen alan konsulttitoimisto Ksv:n toimesta. Vastaavasti yksityiskohtainen esirakentamissuunnitelma laaditaan HKR:n katuosaston toimeksiannosta.

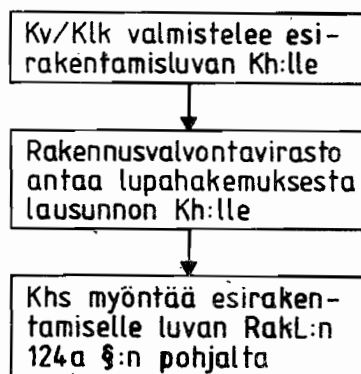
Esirakentamisen suunnittelu tarkentuu kaavasuunnittelun edistyessä ja sen sisältö eri vaiheissa määräytyy tapauskohtaisesti. Pehmeikköjen esirakentamismenetelmät esitetään luvussa 6. Muilla alueilla esirakentamisen suunnittelu ja toteuttaminen on pääpiirteissään perinteistä maarakentamista.

## 3.5

## Lupakäsittelyn ja toteutuksen kulku

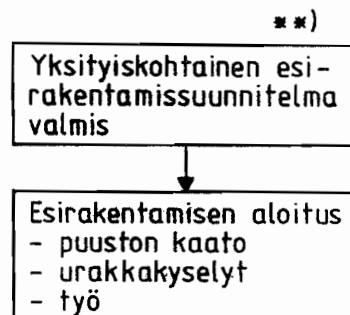
Alla olevassa kaaviossa on kuvattu lupakäsittelyn ja toteutuksen kulku.

## LUPAKÄSITTELY \*)



\*)  
Pienissä kohteissa voidaan luvan hakeminen hoitaa myös virastokirjeellä. Tällöin kiinteistövirasto toimittaa lupahakemuksen kirjeellä rakennusvalvontavirastoon, joka antaa lupahakemuksesta lausunnon Kh:lle esirakentamisluvan myöntämistä varten.

## TOTEUTUS



\*\*) Yksityiskohtainen esirakentamissuunnitelma valmistellaan joko Ksk:n hyväksymän asemakaavaluonnoksen tai -ehdotuksen tai valtuuston hyväksymän asemakaavan pohjalta.

Esirakentamisluvan hakemiseen tarvittavat asiakirjat:

- 1) Lupahakemus, joka sisältää mm. aluekuvauksen ja alueen maanomistussuhteet.
- 2) Toimenpidesuunnitelma, joka käsittää mm. yleiselostuksen esirakentamistöistä sekä suunnitelmaan tarvittavien maanainesten ottamisesta ja vapautuvien ylijäämämaiden sijoittamisesta tarvittavine karttapiirustuksineen.
- 3) Maanomistajien suostumus.

#### 4. ESIRAKENTAMISTA EDELLYTTÄVÄT ALUEET

##### 4.1 Aluetyypit

Esirakentamisen piiriin lasketaan laajassa mielessä kuuluvaksi kaikki sellaiset toimenpiteet, joilla käyttöön otettavan alueen rakentamisen tai muunlaisen hyödyntämisen edellytyksiä parannetaan. Esirakennettavan alueen on kuitenkin oltava yhtenäinen ja riittävän laaja (vähintään 0,5 ha), jotta toimenpiteet ovat esimerkiksi tonttikohtaisesti erilisinä töinä tehtäviä toimenpiteitä edullisempia. Soveltamisalueita ovat muunmuassa:

- pehmeiköt
- ranta-alueet ja matalikot
- mäet, kalliot ja painanteet
- täyttöalueet.

Suurin esirakentamistarve kohdistuu geoteknisesti ongelmallisimpina pidettäville pehmeikköalueille, jotka ovat savi- ja turvealueet. Näiden alueiden pohjanvahvistusmenetelmät ovat viime vuosina voimakkaasti kehittyneet.

Ranta-alueet ovat geoteknisessä mielessä myös yleensä pehmeikköjä, joiden esirakentamisessa sovelletaan näille kehitettyjä menetelmiä. Ranta-alueiden ja matalikoiden käyttöönotto edellyttää yleensä myös ruoppaustöitä, mitkä voidaan menetelmänä laskea kuuluvaksi alueellisiin leikkaustöihin. Veteen tehtävillä täyttötöillä taas vallataan maata merestä hyötykäyttöön.

Mäkimuodostumia, kallioita ja painanteita voidaan joutua tasoittamaan alueellisia leikkaus-, louhintaj- ja täyttötöitä käyttäen.

Suunnittelemattomasti menneinä vuosikymmeninä tehtyjä ylijäämämassojen täyttöalueita voidaan myös joutua esirakentamaan. Usein tällaiset täytöt on tehty joutoalueina pidetyille pehmeiköille ja epätasaisesti ajatut täytekerrokset ovat jatkuvassa painumistilassa, eikä alueen jäljellä olevia painumia voida ilman esirakentamistoimenpiteitä hallita. Menetelminä voivat tulla kysymykseen täytteen alla olevan pehmeikön pohjanvahvistaminen sekä kuormituksen keventäminen täytekerrosta leikkaamalla.

Edellä esitetyt soveltamisalueet eivät ole ehdottoman yksikäsitteisiä, vaan erilaiset aluetyypit ja niillä sovellettavat menetelmät voivat mennä osit-

tain päällekkäin. Tässä esityksessä keskitytään jatkossa tarkastelemaan tärkeintä esirakentamisen soveltamisaluetta, pehmeiköitä, ja näillä käytettäviä pohjanvahvistusmenetelmiä.

## 5. ESIRAKENTAMINEN JA TALOUSSUUNNITTELU

### 5.1 Kuntasuunnittelu

Yleiskaavat, osayleiskaavat ja asemakaavat luovat pohjaa kaava-alueiden esirakentamisen kytkemiselle kuntasuunnitelmaan. Kytkeä on sitä huonompi mitä yleispiirteisemmän maankäyttösuunnitelman pohjalta esirakentamisalueen rajat joudutaan arvioimaan kuntasuunnitelmaehdotusta varten, koska tällöin esirakentamistarpeen arviointi on tarkkuudeltaan vasta alustava.

### 5.2 Talousarvion laadinta

Jotta esirakentamisen rahan tarve voitaisiin arvioida riittävän luotettavasti, tulee tavoitteena olla, että esirakennettavasta alueesta on käytettävissä asemakaavan esirakentamisehdotus tai vastaavaa tarkkuutta oleva esirakentamissuunnitelma. Niiden alueiden kohdalla, joista edellä esitettyä tarkkuutta oleva esirakentamissuunnitelma puuttuu kaavasuunnitteluvaiheesta johtuen, jää myös esirakentamista koskeva talousarvioehdotus alustavaksi samoin kuin muutkin alueen rakentamisinvestointiesitykset.

## 6. PEHMEIKKÖJEN ESIRAKENTAMINEN

### 6.1 Pehmeikkötyypit

Pehmeikköalueita ovat savialueet, turvealueet sekä alueet, joilla esiintyy sekä savea että turvetta. Savikerroksissa esiintyy usein myös liejua. Savialueilla, joiden savi- ja liejukerrokset ovat ohuita, (alle 5 m), ei laaja-alaisia pohjanvahvistustöitä yleensä tarvita, vaan esirakentaminen hoidetaan rakennekohtaisesti (esim. putkijohtolinjat). Sen sijaan turvekerrokset on paksuudesta riippumatta poistettava aina ennen rakennekerrosten tekemistä. Ohuiden (alle 0,5 m) turvekerrosten poistaminen on tarkoituksenmukaisinta hoitaa hankekohtaisesti.

Esirakentamistarve tulisi selvittää seuraavilla alueilla:

- Savialue, jolla savikerroksen paksuus on 5 m tai enemmän, riippumatta siitä, miltä syvyydeltä savikerros alkaa.
- Turvealue, jolla turvekerroksen paksuus on 0,5 m tai enemmän.
- Yhdistetty turve- ja savialue, jolla turvekerroksen paksuus on vähintään 0,5 m sekä turve- ja savikerroksen yhteispaksuus vähintään 5 m.

Kannattavuusrajana alueelliselle esirakentamiselle voidaan pitää noin 0,5 - 1,0 ha aluekokoa. Tätä pienempien alueiden pohjanvahvistustyöt on hoidettava tarvittaessa hanke- tai rakennekohtaisesti.

### 6.2 Pehmeikköalueille soveltuvat esirakentamismenetelmät ja niiden kustannukset

Savialueilla on tarkoituksena poistaa ennakkoon savikerroksen kokoonpuristumisesta aiheutuvat haitalliset pitkän ajan (1 - 50 v) kuluessa syntyvät painumat. Saven kokoonpuristuminen johtuu siitä, että kun saveen kohdistuu luonnontilaista suurempi kuorma, savesta alkaa poistua huokosvettä ja savihiukkaset alkavat puristua lähemmäksi toisiaan sitä mukaa, kun huokosvettä poistuu. Kokoonpuristuminen pysähtyy vasta, kun huokosvedenpaine saavuttaa tasapainotilan. Mikäli kuormitusta jälleen lisätään käynnistyy painumisprosessi uudelleen, kunnes ko. kuormitusta vastaava tasapainotila saavutetaan. Tasapainotilan saavuttamiseen kuluva aika riippuu savikerroksen paksuudesta, saven veden-



läpäisevyydestä sekä savikerrosta rajoittavien maakerrosten vedenläpäisevyydestä kaavan (1) mukaisesti. Kokoonpuristuminen on alussa nopeinta ja hidastuu loppua kohden. Esimerkiksi siltti- ja hiekkakerroksen päällä oleva 8 m paksu savikerros, jonka konsolidaatiokerroin ( $c_v$ ) on  $0,5 \text{ m}^2/\text{v}$ , puristuu tietyllä kuormituksella 1 v kuluessa noin 20 %, 10 v kuluessa noin 60 % ja 37 vuoden kuluessa noin 95 % kokonaispainumasta.

$$t = \frac{T_v \cdot d^2}{c_v} \quad (1), \quad \text{missä}$$

$t$  = savikerroksen kokoonpuristumisaika (v)

$T_v$  = aikatekijä, jonka arvo on yleensä 0.2, kun 50 % kokoonpuristumisesta on tapahtunut eli konsolidaatioaste  $U_t = 0.5$  ja 1.17, kun 95 % kokoonpuristumisesta on tapahtunut eli  $U_t = 0.95$ .

$c_v$  = konsolidaatiokerroin ( $\text{m}^2/\text{v}$ ), joka riippuu saven vedenläpäisevyydestä ja muista kokoonpuristuvuusominaisuuksista.

Suomalaisten savien  $c_v \approx 0.2 - 1.5 \text{ m}^2/\text{v}$ .

$d$  = huokosveden poistumismatka, joka on yleensä keskimäärin puolet savikerroksen paksuudesta.

Savikerroksen kokoonpuristumisen suuruus ja  $c_v$ -arvo määritetään laboratoriossa tehtävien ödometrikokeiden tulosten perusteella. Koska saven kokoonpuristumisaika on hyvin pitkä (yleensä 20 - 50 v), on kehitetty esirakentamismenetelmiä, joilla kokoonpuristumista joudutetaan niin paljon, että haitallisia painumia ei enää syntyisi rakentamisen jälkeen.

Painumien vähentämisen lisäksi, tai joissakin tapauksissa jopa niiden sijasta, esirakentamisen avulla pyritään parantamaan saven tai liejun leikkaukslujuutta.

Pehmeikköjen esirakentamiseen kehitettyjä menetelmiä ovat:

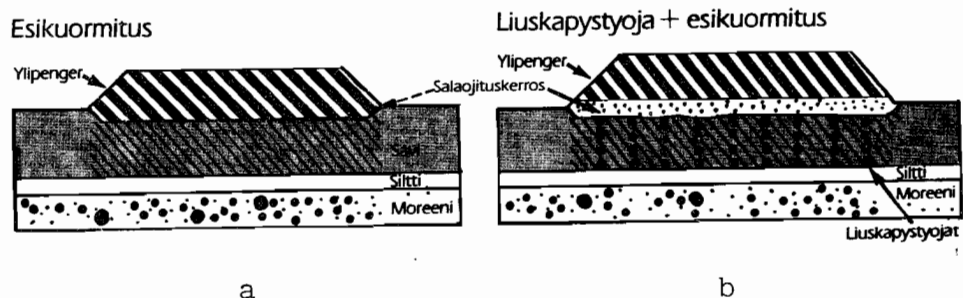
- esikuormittaminen ylipenkereen avulla
- pystyjoitus ja esikuormittaminen ylipenkereen avulla
- syvästabilointi
- vahvistinkankaiden ja -verkkojen käyttö
- keventäminen
- massanvaihto.

## 6.21

## Esikuormittaminen ylipenkereen avulla

Menetelmä perustuu siihen, että savikerroksen päälle ajetaan niin korkea pengeri, yleensä 1,5 - 2,5 m, että sen kuormitus on suurempi kuin alueen rakentamisen jälkeinen pysyvä kuormitus. Veden poistumisen helpottamiseksi savikerroksen päälle tehdään usein 0,3 - 0,5 m paksu hyvin vettäläpäisevä hiekka- tai sorakerros. Ylipenger kantaa yleensä rakentaa kokonaan hiekasta tai sorasta, jotta materiaali voitaisiin paremmin jatkossa hyödyntää. Ylipenger poistetaan suunniteltuun tasoon, kun painumaseurantatulosten perusteella todetaan, että tavoiteltu kokoonpuristuvuusaste on saavutettu. Menetelmän periaate on esitetty kuvassa 3a.

Menetelmä soveltuu yleensä vain alle 6 m paksuille savikoille, koska tätä paksummat savikot vaatisivat liian pitkän ajan. Vaadittava aika on noin 2,5 - 5 v. Esirakentamiskustannukset riippuvat pääasiassa ylipengermassojen ajomatkoista ja jatko-hyödyntämisestä. Vuoden 1985 syyskuuhintatasossa on kustannus Helsingissä 20 - 40 mk/maa $\cdot$ m<sup>2</sup>.



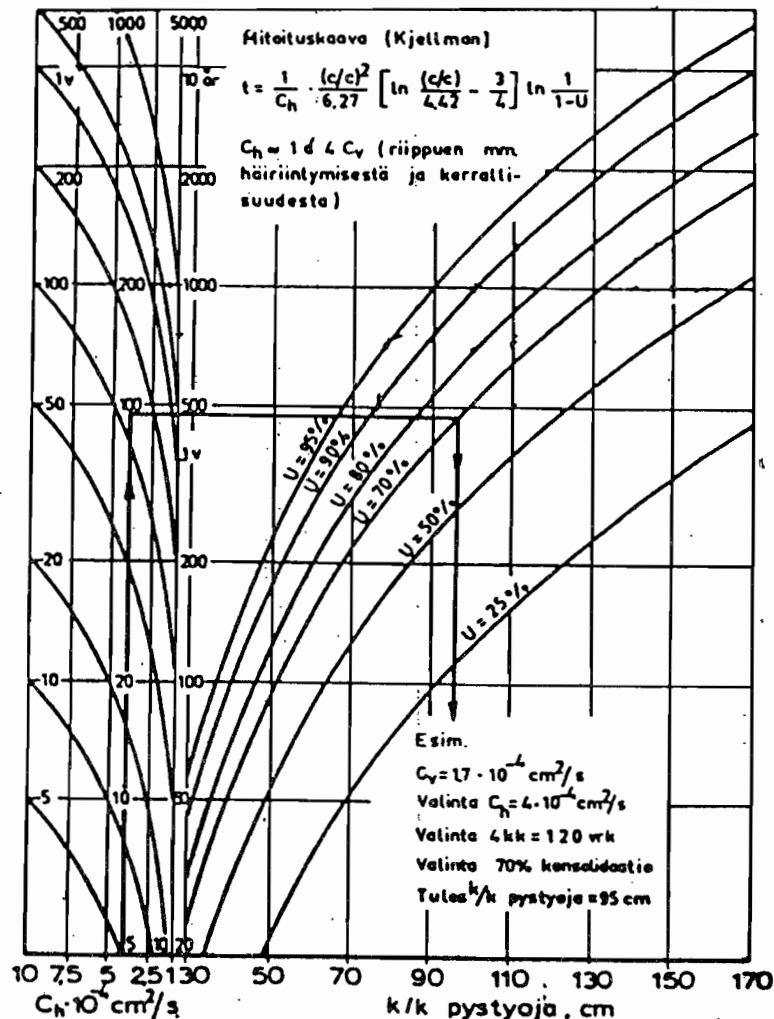
Kuva 3. Esikuormittaminen ylipenkereen avulla (a) sekä liuskapystyöjitus ja esikuormittaminen ylipenkereen avulla (b).

## 6.22

## Pystyöjitus ja esikuormittaminen ylipenkereen avulla

Menetelmä on muuten sama kuin edellä, mutta veden poistumista nopeutetaan saveen upotettujen pysty-suorien, hyvin vettäläpäisevien ojien avulla. Aikaisemmin ojat tehtiin ns. hiekkapystyöjina korvaamalla suojaputken avulla noin 0,2 m läpimittainen savipatsas hiekalla. Nykyisin ollaan siirrytty käyttämään pelkästään profiililtaan litteätä n. 4 x 100 mm nauhamaista liuskapystyöjää, jonka ydin-

osan muodostaa vesiurilla varustettu muovisydän, jota ympäröi suodatinkankaasta tehty vaippa. Liuskapystyöjat asennetaan rullalta erityisellä, tarkoitukseen rakennetulla koneella saveen painamalla. Pystyväli riippuu saveen paksuudesta, käytössä olevasta ajasta, ylipenkereen korkeudesta ja tavoitellusta kokoonpuristuvuusasteesta. Ylipenkereen korkeuden ja pystyöjavälin optimointi muodostuu usein keskeiseksi pystyöjitus suunnitelmaa tehtäessä. Yleensä pystyöjat asennetaan 1 - 1,8 m ruudukkoon. Pystyöjien kautta purkautuu vesi savesta paljon nopeammin kuin ilman niitä, joten 0,3 - 0,5 m paksu salaojituskerros on välttämätön vesien poisjohtamiseksi. Menetelmän periaate on esitetty kuvassa 3b. Kuvassa 4 on esitetty mitoitusnomogrammi pystyöjavälin määrittämiseksi.

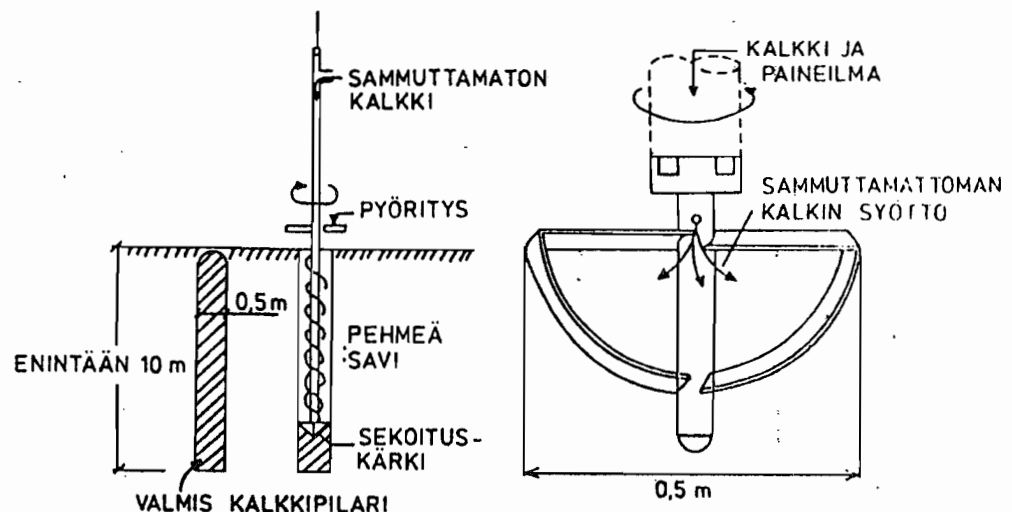


Kuva 4. Mitoitusnomogrammi pystyöjavälin määrittämiseksi, kun käytetään kooltaan  $\approx 100 \times 4$  mm liuskapystyöjanauhaa.

Liuskapystyjoitus ja esikuormittaminen ylipenkereen avulla sopii hyvin erityisesti paksuille, yli 6 m, savikoille, koska pystyjojen käyttö nopeuttaa saven kokoonpuristumista ratkaisevasti. Vaadittava aika on noin 1,5 - 3 v. Liuskapystyjojan hinta on syyskuun 1985 hintatasossa asennettuna 7 - 10 mk/jm. Esirakentamiskustannus on 10 m savikolla 60 - 100 mk/maa-m<sup>2</sup>.

## 6.23 Syvästabilointi

Menetelmässä savikerrokseen sekoitetaan vispilämäisen laitteen avulla savea lujittavaa stabilointiainetta, useimmiten kalkkia, jolla savi lujittuu ns. kalkkipilareiksi. Kuvassa 5 on esitetty kalkkipilarin valmistusperiaate. Kalkkipilarin poikkiläpimitta on vähintään noin 0,5 m ja nykyisillä koneilla tehtävän stabiloidun pilarin maksimipituus on noin 15 m. Pilariväli on yleensä 0,7 - 2,0 m.

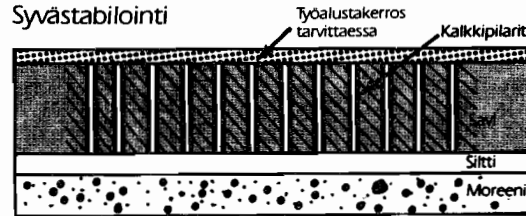


Kuva 5. Kalkkipilarin valmistusperiaate ja sekoitus-kärki.

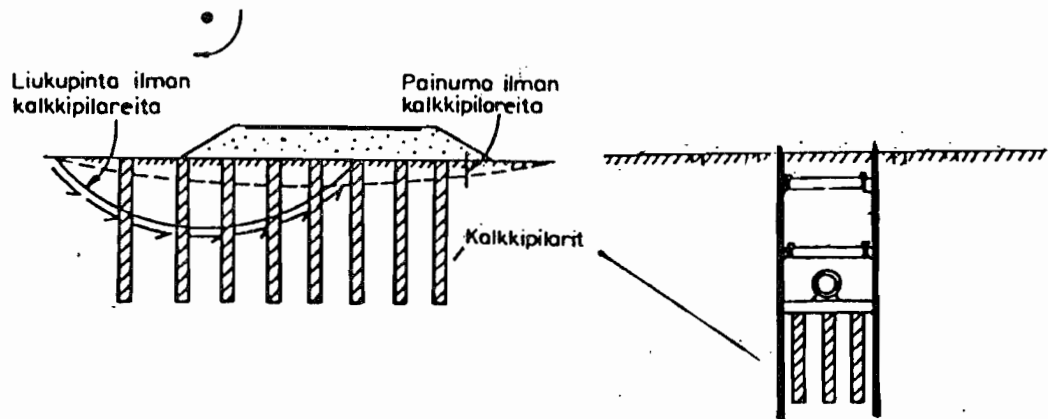
Syvästabilointi ei kalkkia käytettäessä sovellu hyvin liejupitoiselle savelle. Myös saven runsas rikkipitoisuus estää lujittumisen. Muita kalkkia korvaavia sideaineita on alustavasti kokeiltu, tulokset ovat olleet lupaavia ja alan tutkimus- ja kehitystyö on käynnissä. Nykyään kalkkipilareita tehdään Suomessa vuosittain yli 50 000 jm/v.

Syvästabiloinnin avulla saadaan savi lujittumaan noin 5 - 10-kertaiseksi alkuperäisestä lujuudestaan samalla kun painumat saadaan pienemmiksi ja tasoisemmiksi. Kalkkipilarointi soveltuu hyvin myös siirtymärakenteen tekemiseen, kun siirrytään kan-

tavalta maalta pehmeikölle. Kuvassa 6 on esitetty syvästabiloinnin periaate ja kuvassa 7 sen yleisimmät käyttökohteet.



Kuva 6. Syvästabiloinnin periaate.



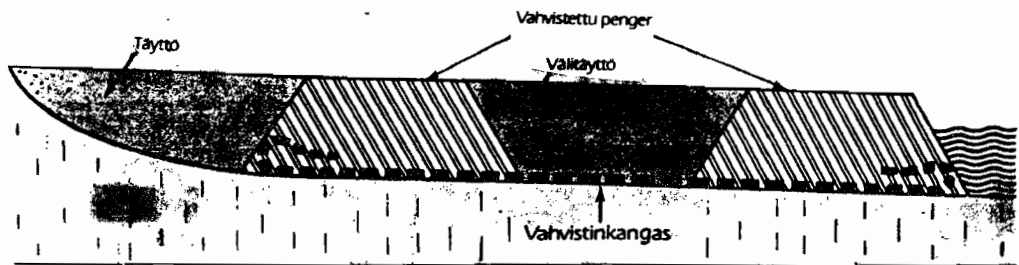
Kuva 7. Syvästabiloinnin yleisimmät käyttökohteet.

Syvästabilointi soveltuu myös paksuille savikoille, mutta kalkkipilarointi ei onnistu paksun täytekerroksen läpi. Menetelmän etuna on sen vaatima lyhyt aika, 3 - 6 kk. Kalkkipilari maksaa syksyn 1985 hintatasossa 25 - 35 mk/jm. Esirakentamiskustannukset ovat 5 m savikolla noin 100 - 250 mk/maa-m<sup>2</sup> ja 10 m savikolla 200 - 400 mk/maa-m<sup>2</sup>.

#### 6.24

#### Vahvistinkankaiden ja -verkkojen käyttö

Pehmeikölle tehtävien maarakenteiden geoteknistä kantavuutta voidaan parantaa geotekniikan uusimpiin sovellutuksiin kuuluvien vahvistinkangas- ja verkkomateriaalien käytöllä. Nämä vahvistinmateriaalit soveltuvat tyypistä riippuen sekä pengertuiskien vakavuuden parantamiseen että maarakenteiden pohjavahvistustöihin. Ne sopivat erityisen hyvin rantarakentamiseen (kuva 8).



Kuva 8. Vahvistinkankaan käyttö Vanhankaupunginlahden länsirannan täytössä.

Vahvistinmateriaalien lujittava vaikutus perustuu materiaalikutujen suureen vetolujuuteen, minkä täysimääräisen hyödyntämisen estää kuitenkin niiden runsas venyminen suurilla kuormituksilla.

Muita rajoittavia tekijöitä ovat joidenkin materiaalilaatujen heikko ultraviolettisäteilyn kestävyys. Maaperän aggressiivisuuden ne kuitenkin kestävät hyvin.

Vahvistinkankaiden ja -verkkojen avulla ei voida vähentää ratkaisevasti painumia, mutta kylläkin voidaan tasoittaa niitä paketoitun maan käyttäytyessä tavanomaista yhtenäisemmin. Sen sijaan maarakenteen kokonaisvakavuutta voidaan yleensä parantaa merkittävästi.

Vahvistinkankaiden ja -verkkojen hinnat vaihtelevat suuresti tyypistä riippuen ja esirakentamiskustannukset vaihtelevat syksyn 1985 hintatasossa 20 ja 100 mk välillä/maa-m<sup>2</sup>.

## 6.25 Keventäminen

Savi- tai liejukerroksen painumia voidaan vähentää ja kantavuutta lisätä suorittamalla päällä olevien maakerrosten kuormitusten keventäminen. Tämä voi tapahtua joko korvaamalla tietyn paksuinen luonnonmaakerros kevyemmällä materiaalilla, esimerkiksi kevytsoralla tai kivihiilituhkalla. Toinen tapa on ylimääräisen maakerroksen leikkaaminen. Tämä tapa voi tulla kysymykseen esimerkiksi alueella, jossa saven päälle on ajettu suunnittelemattomasti täytettä.

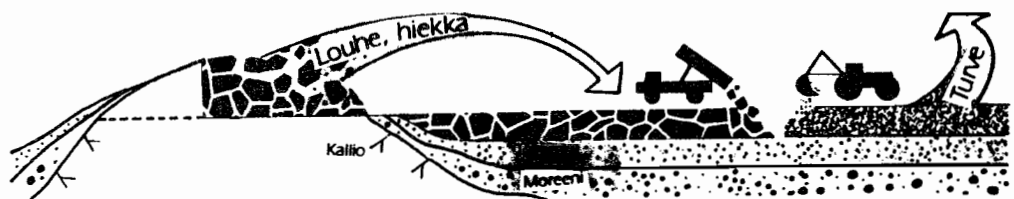
Menetelmän hinta vaihtelee tapauskohtaisesti eikä sille voida ilmoittaa yleistä hintatasoa. Leikkaustyö kuljetuksineen maksaa syksyn 1985 hintatasossa 20 - 40 mk/m<sup>3</sup>ktr(= kiintoteoreettinen), kun poistettavien massojen kuljetusmatka on enintään 5 km. Ke-

vytsoran hinta on noin  $150 \text{ mk/m}^3 \text{rtr}$  (= rakenne-teoreettinen) ja kivihiilituhkan keskimäärin noin  $25 \text{ mk/m}^3 \text{rtr}$ . Metrin paksuisen kevytsorakompensoinnin kevennysvaikutus on noin  $15 \text{ kN/m}^2$  ja yastaava vaikutus kivihiilituhkalla on noin  $5 \text{ kN/m}^2$ , kun taas 1 m luonnonmaakerroksen leikkaaminen keventää kuormitusta noin  $20 \text{ kN/m}^2$ . Kun ei oteta huomioon maanpinnan tasolle todellisessa kohteessa asetettuja vaatimuksia ja oletetaan, että kaikki kevennysmahdollisuudet soveltuisivat jollakin tietyllä alueella, maksaisi  $20 \text{ kN/m}^2$  keventäminen leikkamalla  $20 - 40 \text{ mk/maa-m}^2$ , kevytsorakompensoinnilla  $230 - 270 \text{ mk/maa-m}^2$  ja kivihiilituhkaompensoinnilla  $180 - 260 \text{ mk/maa-m}^2$ . Tässä tapauksessa maanpinta tulisi olemaan leikkausvaihtoehdossa 1 m alempana kuin kompensointivaihtoehdoissa.

## 6.26 Massanvaihto

Perinteisesti tunnettu ohuehkon alle 3 m pehmeikön pohjanvahvistustapa on massanvaihto. Kuitenkaan se ei ole nykyisin usein aivan ohuita alle 1 m savikoita lukuunottamatta taloudellisesti perusteltua. Alle 5 m savikoilla jäävät painumat kuitenkin yleensä niin pieniksi, että esirakentamista ei tarvita.

Sen sijaan turvekerros on paksuudestaan riippumatta aina poistettava ennen rakennekerrosten tekemistä. Kun turvetta on yli 0,5 m vähintään 0,5 - 1,0 ha alueella, on alueellinen esirakentaminen massanvaihtoa käyttäen taloudellisempaa kuin hankekohtainen turpeen poistaminen. Kuvassa 9 on esitetty massanvaihdon periaate. Työt on pyrittävä järjestämään siten, että lähistöltä rakentamisen yhteydessä vapautuvat massat voidaan hyödyntää.



Kuva 9. Massanvaihto turvealueella lähialueen rakentamisesta vapautuvia massoja hyödyntämällä.

Massanvaihdon kustannukset ovat syyskuun 1985 hinnatasossa noin  $40 - 80 \text{ mk/m}^3 \text{rtr}$  eli esimerkiksi keskipaksuudeltaan 2 m turvelueella noin  $80 - 160 \text{ mk/maa-m}^2$ . Edullinen massojen saantitilanne voi kuitenkin alentaa hintaa tuntuvasti.

6.27  
Kustannukset

Esirakentamisen kustannuksiin vaikuttaa valittavan esirakentamismenetelmän hinnan (kohdan 6.2) lisäksi tarvittavan työn volyymi/maa-m<sup>2</sup>. Nämä ovat puolestaan riippuvaisia maaperän ominaisuuksista sekä tavoitteena olevasta laatutasosta. Lisäksi kustannuksiin merkittävästi vaikuttava tekijä on massojen saantitilanne. Välillinen kustannustekijä on myös esirakentamiseen käytettävissä oleva aika (taulukko 6).

Taulukko 6. Esirakentamismenetelmien soveltamisalueet, kustannukset ja niiden tarvittava aika.

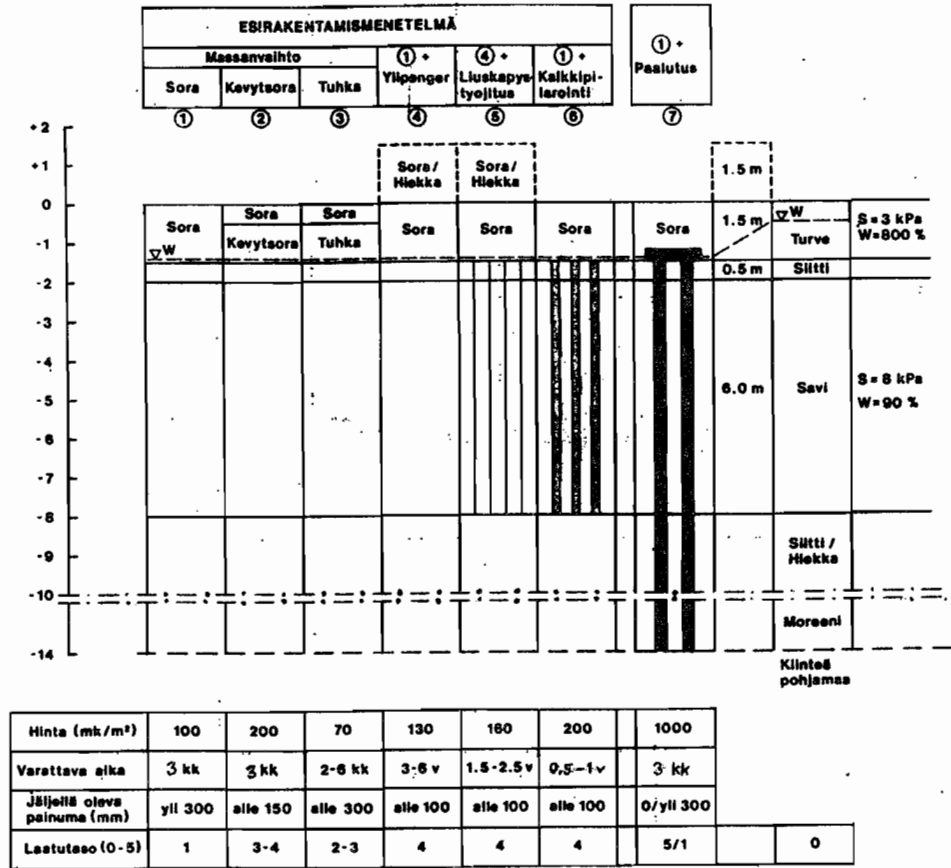
ESIRAKENTAMIS-MENETELMÄ	SOVELTAMIS-ALUE	KUSTANNUKSET *)	AJAN TARVE
YLIPENGERRYS	SAVIALUEET SAVEA ≤ 6 m	20 - 40 mk / maa - m <sup>2</sup>	2.5 - 5 v
PYSTYOJITUS + YLIPENGERRYS	SAVIALUEET SAVEA > 5 m	60 - 100 mk / maa - m <sup>2</sup> **)	1.5 - 3 v
SYVÄSTABILOINTI	SAVIALUEET	200 - 400 mk / maa - m <sup>2</sup> **)	3 - 6 kk / ha
VAHVISTINKANKAAT JA VERKOT	SAVIALUEET RANTA-ALUEET	20 - 100 mk / maa - m <sup>2</sup>	< 1 kk / ha
KEVENTÄMINEN LEIKKAAMALLA	SAVIALUEEN TÄYTTEET	20 - 40 mk / maa - m <sup>2</sup> / 20kPa	< 1 kk / ha
KEVENTÄMINEN KEVYTSORALLA	SAVIALUEET	230 - 270 mk / maa - m <sup>2</sup> / 20kPa	< 1 kk / ha
MASSANVAIHTO	TURVEALUEET, SAVI- ALUEET (SAVEA < 2 m)	40 - 80 mk / maa - m <sup>2</sup> / 1 m	< 1 kk / ha
ALUEELLINEN LOUHINTA	LEIKATTAVAT KALLIO- ALUEET (> 0.5 ha)	40 - 60 mk / kallio - m <sup>2</sup> / 1 m	< 1 kk / ha
ALUEELLINEN KAIVU	LEIKATTAVAT MAA- ALUEET (> 0.5 ha)	20 - 40 mk / maa - m <sup>2</sup> / 1 m	< 1 kk / ha
ALUEELLINEN TÄYTTÖ (SORA, HIEKKA)	KOROTETTAVAT ALUEET (> 0.5 ha)	20 - 40 mk / maa - m <sup>2</sup> / 1 m	< 1 kk / ha
ALUEELLINEN TÄYTTÖ (KIVIHILITUHKA)	KOROTETTAVAT ALUEET (> 0.5 ha)	15 - 30 mk / maa - m <sup>2</sup> / 1 m	> 1 kk / ha

\*) KUSTANNUKSET HELSINGISSÄ SYKSYLLÄ 1985, KUN KÄYTETÄÄN RAKENNUSTOIMINNAN YHTEYDESSÄ VAPAUTUVIA OMIA MAAMASSOJA

\*\*) SAVIALUE, JOSSA SAVEN PAKSUUS ON 10 m

Kuvassa 10 on esitetty esimerkkinä arvio Mellunmäen keskustan (Vesalan) pehmeikön esirakentamisen kustannuksista ostomassoja käyttäen eri menetelmillä. Siinä on esitetty myös kunkin menetelmän vaatima esirakentamisaika sekä lasketun, jäljelle jäävän kokonaispainuman perusteella arvioitu alueen tuleva laatutaso, joka on ilmoitettu pisteasteikolla 0 - 5 huonoimmasta parhaaseen.





Kuva 10. Arvio Mellunmäen keskustan (Vesalan) pehmeikön esirakentamiskustannuksista eri menetelmillä käytettäessä ostomassoja sekä kunkin menetelmän vaatima esirakentamisaika ja saavutettava laatutaso, joka on ilmoitettu pisteasteikolla 0-5 huonoimmasta parhaaseen. Kustannukset perustuvat geoteknisen osaston tiedotteessa 39 (Geo-kuti) esitettyihin syksyn 1985 hintatasoon korjattuihin tietoihin.

Seuraava esimerkki valaisee käytettävien maamassojen saatavuuden merkitystä esirakentamiskustannusten muodostumisessa:

Koko 6 ha pehmeikköalueella suoritettiin massanvaihto. Lisäksi noin 4,7 ha alueesta ylipengerrettiin sekä loput noin 1,3 ha sekä liuskapystyöjitetettiin että ylipengerrettiin. Käytettyä kaksivaiheista esirakentamista vastaavat kuvassa 10 esirakentamismenetelmät ④ ja ⑤.

Ostomassoista tehtynä kustannukset olisivat olleet kuvan 10 mukaan:

$$47\,000 \times 130 \text{ mk} + 13\,000 \times 160 \text{ mk} = 8,19 \text{ milj. mk,} \\ \text{eli } 136,5 \text{ mk/maa-m}^2$$

Kuitenkin kohteeseen oli saatavissa erittäin edullisesti kaupungin omia maamassoja Myllypuron ja Kontulan metrotöyömäiltä, joten kustannukset olivat noin 2,9 milj.m<sup>2</sup> eli noin 50 mk/maa-m<sup>2</sup>. Kuvaus Mellunmäen keskustan (Vesalan) esirakentamisesta esitetään tarkemmin luvussa 9.

## 7. ESIRAKENTAMISEN HYÖTY JA SEN KUSTANNUSTEN JAKAMINEN

### 7.1 Esirakentamisen hyöty

Esirakentamisella saavutetaan aina laadullista hyötyä, koska sillä lisätään alueen ympäristöllistä ja toiminnallista laatua. Lisäksi myös kaupunkirakenteellinen laatu voi parantua, kun kaupunkirakenteelliselta sijainniltaan edullinen alue voidaan ottaa rakentamisen piiriin ja käyttöön.

Esirakentaminen tuo yleensä taloudellista hyötyä kaupungille, koska alueen rakentamisen ansiosta kaupungille tuloa tuottava yhdyskuntatoiminta lisääntyy. Lisäksi alueen vuosittaiset kunnossapitokustannukset pienenevät.

Esirakentamisen kustannukset ovat kohdekohtaisesti monesta eri tekijästä riippuvaisia. Tärkeimpiä kustannuksiin vaikuttavia seikkoja ovat mm. pohjasuhteet ja massojen järjestelyt sekä pohjarakennusmenetelmät.

Huonoista pohjasuhteista johtuvat lisäkustannukset talorakentamiselle ovat 0 - 15 % rakentamiskustannuksista riippuen perustamissyvyydestä ja talotyyppistä. Tämän lisäksi tulee lisäkustannuksia vielä tontin maarakentamiselle ja putkijohtojen rakentamiselle silloin, kun kaivannot joudutaan tekemään tukiseinän suojassa ja putkia perustamaan paaluilla. Nämä tonttialueen maarakentamisen lisäkustannukset saattavat lisätä vielä rakennuskustannuksia 0 - 10 %. Kun tontin hinta on Helsingissä 10 - 30 % talon rakennuskustannuksista, ovat huonoista pohjasuhteista syntyvät lisäkustannukset jopa yhtäsuuret kuin tontin hinnasta tulevat kustannukset rakentamiselle. Esirakentamisella voidaan huonoista pohjasuhteista johtuvia lisäkustannuksia alentaa.

Tontin hinnan määrittelyssä otetaan Helsingissä huomioon mm. tontin sijainti ja rakennusoikeus.

### 7.2 Esirakentamiskustannusten takaisinperintä

Takaisinperintä tulee kysymykseen silloin, kun kaupunki suorittaa omalla kustannuksellaan esirakentamisen ja pyrkii saamaan kustannukset tontin

vuokraajalta takaisin. Kaupungin oman kunnallistekniiikan saama mahdollinen hyöty jätetään tällöin tarkastelun ulkopuolelle.

Takaisinperintä voidaan periaatteessa hoitaa seuraavilla tavoilla:

- Kaikki kustannukset korkoineen peritään vuokramiehiltä.
- Kustannuksista peritään arvioitu kohtuullinen osa, joka on kaikille sama mk/kerros-m<sup>2</sup>. Kustannukset kohdistetaan joko esirakennetun alueen kerrosalalle tai koko kaava-alueen kerrosalalle.
- Kustannukset kokonaisuudessaan jäävät kaupungin vastattavaksi, mutta vastaavasti tonteista peritään käypää vuokraa.

Silloin kun tontin omistaja ja rakentaja on sama, ei takaisinperintäongelmaa esiinny, vaan rakentaja ratkaisee itse esirakentamisen hyödyllisyyden projektin talousvertailujen perusteella. Tämän vuoksi pohjanvahvistustöitä on voitu hyvin toteuttaa niissä rakennushankkeissa, jotka alusta asti ovat olleet yhden rakennuttajan omistuksessa ja käytössä, esim. kentät ja kadut.

Vaikka esirakentamisen takaisinperintää ei suoritetaisikaan, voi esirakentamistoiminta olla siitä huolimatta kaupungille edullista varsinkin silloin, kun maata vallataan merestä tai erittäin pehmeitä sualueita otetaan rakentamistarkoitukseen. Tällöin saadaan vuokratuloja, joita ei ehkä muutoin saataisi lainkaan, koska aluetta ei voitaisi kaavoittaa rakentamiselle.

## 8. ESIRAKENTAMISEN OHJELMOINTI JA ESIRAKENTAMISEN KYTKEMINEN ALUEEN KOKONAISTOTEUTUKSEEN

### 8.1 Ohjelmointi

Esirakennettavat kaava-alueet määräraha-arvioineen esitetään sekä kuntasuunnitelmassa että talousarviossa. Tämä työ tehdään yhdessä Kv:n geoteknisen osaston, Ksv:n teknis-taloudellisen toimiston ja kaupunginkanslian kehittämistoimiston kesken. Ohjelmoinnin pohjana ovat Ksv:n eriasteiset kaava-suunnitelmat ja kaavoitusaikataulut, geoteknisen osaston tekemät arviot alueiden esirakentamistarpeesta, asunto-ohjelma, muut mahdolliset toteutusohjelmat ja muut ohjelmointia edistävät tiedot.

Määräraha on budjetissa nimikkeellä tonttien rakentamiskelpoiseksi saattaminen ja määrärahan jakamisesta päättää perusteltujen hakemusten perusteella kaupunginhallitus. Esirakentamisen toteuttamisesta ja rakennuttamisesta vastaavana hallintokuntana toimii rakennusviraston katuosasto. Katuosasto teettää esirakentamissuunnitelman kiinteistöviraston geoteknisellä osastolla tai ulkopuolisella konsulttitoimistolla. Geotekninen osasto toimii kaikissa esirakentamishankkeissa työn valvojana.

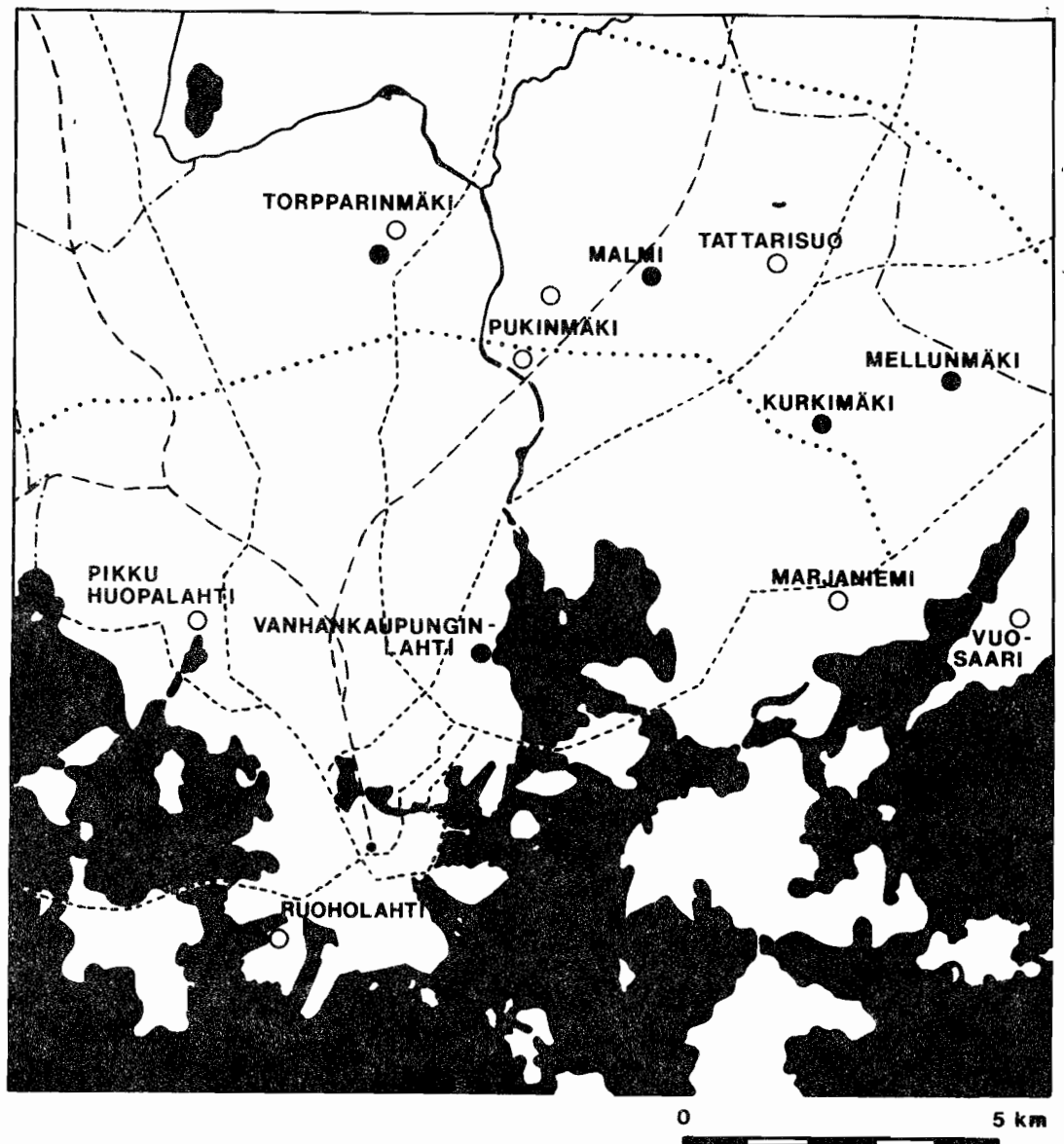
### 8.2 Kytkeä alueen kokonaistoteutukseen

Alueen kokonaistoteutuksen suunnittelusta vastaa kaupunginkanslian kehittämistoimisto. Kehittämistoimiston vastuulla on katuosaston oikea-aikainen kytkentä alueen esirakentamista toteuttamaan tai rakennuttamiseen ottaen huomioon kokonaistoteutuksen näkökohdat. Katuosaston toimesta on laadittava ennen esirakentamisen aloittamista yksityiskohdainen esirakentamissuunnitelma.

9.  
ALUSTAVIA KOKEMUKSIA ESIRAKENTAMISKOHTEISTA

9.1  
Toteutetut kohteet

Suunniteltuja ja jo toteutettuja esirakentamiskohteita on Helsingissä neljä: Torpparinmäen asuntoalue, Kurkimäen asuntoalueet (I, II ja III), Mellunmäen keskustan (Vesala) asuntoalue ja Vanhankaupunginlahden länsiranta. Kuvassa 11 on esitetty toteutettujen kohteiden ja eräiden suunnitteilla olevien kohteiden sijainti,



Kuva 11. Toteutettujen ja eräiden suunnitteilla olevien esirakentamiskohteiden sijainti Helsingissä.

- Esirakennetut alueet
- Suunnitteilla olevat esirakentamisalueet

## 9.2

## Torpparinmäen asuntoalue

## 9.21

## Alueen kuvaus ja pohjasuhteet

Esirakennettu, 2-kerroksiseen asuintalotuotantoon kaa-  
voitettu alue käsittää tontin 35109/1 ja tontin  
35110/1 länsiosan. Esirakennetun alueen pinta-ala  
on noin 1,2 ha. Koko alueelle tuleva kerrosala on  
noin 6 200 k-m<sup>2</sup>, mistä esirakennetun alueen osuus  
on noin 4 300 k-m<sup>2</sup>. Alue on tasaista peltoaluetta,  
jossa luonnontilaiset maakerrokset ovat ylhäältä  
lukien 0,2 - 0,5 m humusmaata, 5 - 8 m savea, 1 -  
4 m silttiä ja tämän alla hiekkaa ja moreenia. Poh-  
javedenpinta on 1,0 - 1,5 m maanpinnan alapuolella.  
Kuvassa 12 on esitetty alueen asemapiirros.

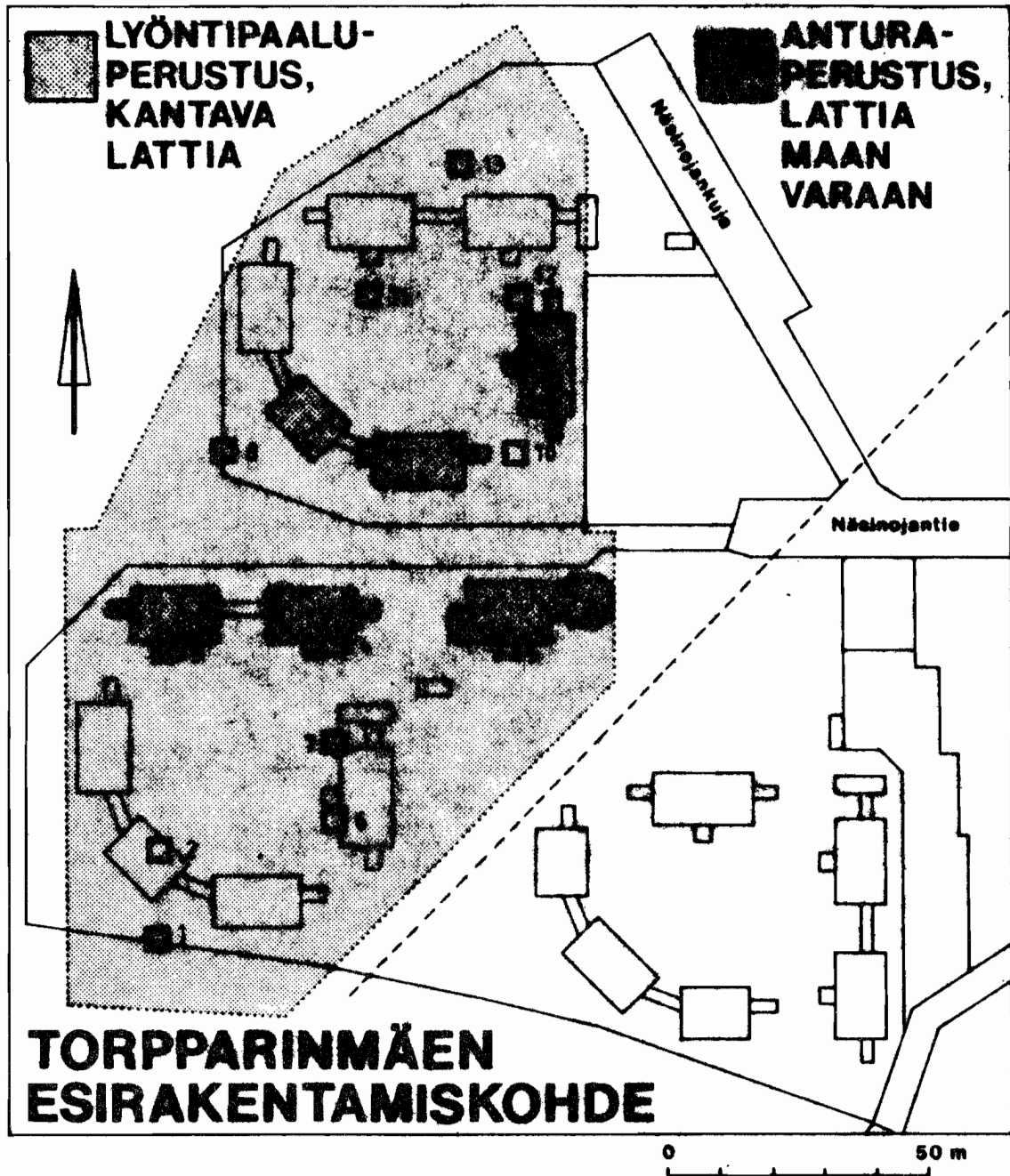
Saven vesipitoisuus on ollut luonnontilaisena 60 -  
85 % ja siipikairalla mitattu leikkauslujuus 10 -  
16 kN/m<sup>2</sup>. Kokoonpuristuvuusparametrien arvot oli-  
vat  $m = 9.6 - 10.1$  ja  $\beta = 0.14 - -0.21$  sekä konso-  
lidaatiokerroin  $c_v = 0.2 - 0.6$ . Ennakkolaskelmien  
mukaan arvioitiin, että savikerros puristuu kokoon  
30 kN/m<sup>2</sup> kuormituksen vaikutuksesta keskimäärin  
noin 300 mm. Arvioitu tukipaalujen pituus oli koko  
alueella keskimäärin 10 - 12 m.

## 9.22

## Esirakentaminen ja sen tulokset

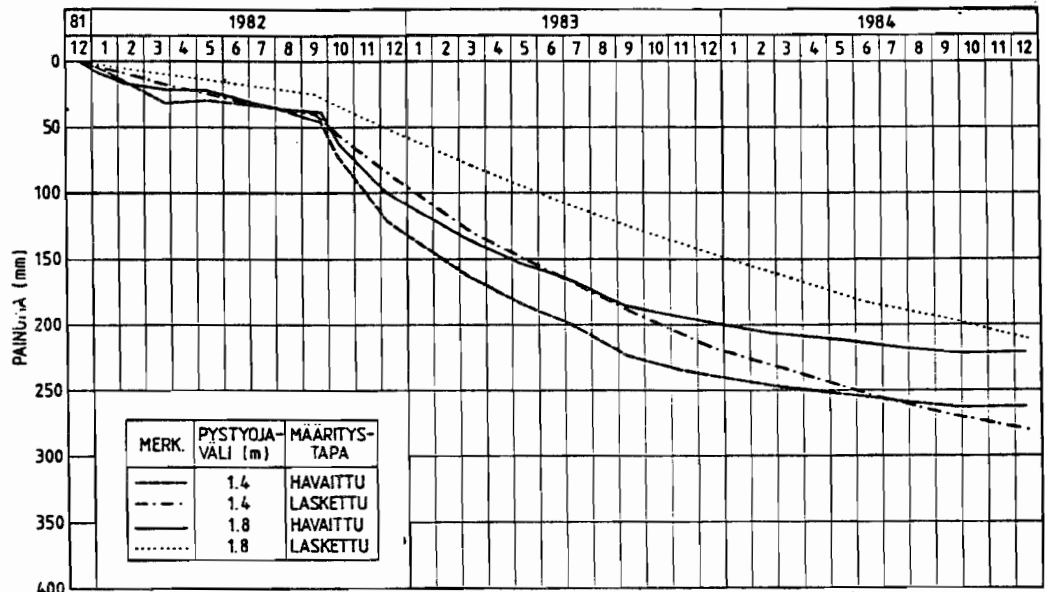
Alueen esirakentamiselle asetettiin vähimmäista-  
voitteeksi, että rakentamisen jälkeiset painumat  
saadaan niin pieniksi, että putkijohdot voidaan pe-  
rustaa turvallisesti maanvaraisina ja että piha-alu-  
eiden laatoitukset yms. rakenteet eivät painu hai-  
tallisesti. Lisäksi arvioitiin, että mikäli seuran-  
tatulokset osoittavat esirakentamisen onnistuneen  
hyvin, voidaan ainakin jotkut rakennuksista perus-  
taa maan varaan.

Esirakentaminen toteutettiin syksyn 1981 ja helmi-  
kuun 1985 välisenä aikana. Menetelmänä käytettiin  
liuskapystyöjitystä ja esikuormittamista ylipenke-  
reen avulla. Liuskapystyöjaväli oli alueen pohjois-  
osassa 1,4 m ja eteläosassa 1,8 m. Liuskapystyöjaa  
asennettiin yhteensä noin 30 000 m. Ennen ylipenke-  
reen rakentamista alueelle rakennettiin sorasta 0,3  
m salaojituskerros pystyöjista vapautuvien vesien  
poisjohtamiseksi. Tämän päälle rakennetun ylipen-  
kereen korkeus oli noin 1,5 m. Liuskapystyöjat asen-  
si yksityinen urakoitsija ja massatyöt hoiti raken-  
nusviraston katuosasto.



Kuva 12. Torpparinmäen asuntoalueen asemapiirros. Esirakennettu alue on rasteroitu ja rajattu pistekatkoviivalla. Tummemmalla rasteroidut rakennukset on perustettu maanvaraisina ja muut rakennukset paaluilla. Painumatarkkailulevyjen sijainti on esitetty numeroituna.

Geotekninen osasto asensi ylipenkereen rakentamisen yhteydessä ylipenkereen alapinnan tasoon 13 kpl painumaseurantalevyjä, joihin hitsattujen tankojen yläpäitä vaaittiin geoteknisen osaston toimesta 1 - 3 kk välein. Kuvassa 12 on esitetty painumalevyjen sijainti ja kuvassa 13 pohjois- ja eteläosan (k/k 1,4 m ja k/k 1,8 m) havaintotulosten perusteella piirretyt keskimääräiset painumakäyrät. Niiden perusteella havaitaan, että suunniteltuun kokonaispainumaan päästiin esirakentamisen avulla noin 3 vuodessa. Aika oli 0,5 - 1,0 v suunniteltua pitempi, koska ylipenkereen rakentaminen lopulliseen korkeuteensa viivästyi lähes vuodella.



Kuva 13. Torpparinmäen esirakentamisalueen keskimääräinen painuminen, kun pystyojaväli oli 1,4 m (pohjoisosa) ja 1,8 m (eteläosa). Esirakennettu alue on esitetty kuvassa 12.

Painumahavaintotulosten perusteella päätettiin putkijohtojen lisäksi 5 kpl 2-kerroksista teräsbetoni/puurunkoista asuinrakennusta sekä yksikerroksinen huoltorakennus perustaa maanvaraisesti anturaperustusta käyttäen. Loput esirakennetulle alueelle (7 kpl) ja esirakentamattomalle alueelle (6 kpl) tulevista 2-kerroksisista asuinrakennuksista perustettiin paaluilla kiinteän pohjamaan varaan. Paalupituus oli keskimäärin sama kuin arvioitiin eli 10 - 12 m. Maanvaraisesti perustettujen rakennusten painumia tullaan tarkkailemaan geoteknisen osaston toimesta perustuksiin asennettujen pulttien päitä vaaitsemalla seuraavien vuosien aikana.



## 9.23

## Kustannukset ja arvioidut säästöt

Esirakentamiskustannukset olivat syyskuun 1985 hintatasossa yhteensä noin 800 000 mk eli noin 65 mk/maa-m<sup>2</sup>. Tämä vastaa kerrosalaa kohti keskimäärin noin 130 mk/k-m<sup>2</sup> kustannusta. Mikäli esirakentamaton tontin osa jätetään käsittelyn ulkopuolelle on lisäkustannus noin 190 mk/k-m<sup>2</sup>, mikä vastaa sitä keskimääräistä kustannusta, jonka koko alueen esirakentaminen olisi maksanut samoissa olosuhteissa kerrosalaa kohti. Esirakentamiskustannukset muodostuivat eriteltynä seuraavasti:

Pintaturpeen poistaminen 12 000 m <sup>2</sup> á 5,- mk	60 000 mk
Liuskapystyöjät 30 000 jm á 7,- mk (sis. asentamisen)	210 000 "
Salaojituskerros (0,3 m) 3 600 m <sup>3</sup> rtr <sup>1)</sup> á 50,- mk	180 000 "
Ylipenkereen rakentaminen (1,5 m, ilmaisen materiaali ja kuljetus) 18 000 m <sup>3</sup> rtr á 0,- mk	-
Ylipenkereen poistaminen (erittäin vaikeana talvityönä) 14 000 m <sup>3</sup> rtr á 25,-mk	350 000 "
Yhteensä	800 000 mk
	=====

Kustannuksia korottaa ylipenkereen poistamisesta aiheutuneet suuret kustannukset. Toisaalta huonolaatuiset ylipengermassat saatiin ilmaiseksi, mutta näitä ei voida jatkossa hyödyntää niin hyvin kuin hyvälaatuisia massoja.

Putkijohdot olisi perustettu maanvaraisina myös ilman esirakentamista, joten sen osalta ei rakennuskustannuksissa saavutettu säästöä. Voidaan kuitenkin olettaa, että niiden korjaus- ja kunnossapitokustannuksissa saavutetaan säästöä rakennusten käyttöaikana.

Sen sijaan esirakennetulla alueella voitiin jättää putkikaivannon tuenta pois, mikä olisi muuten tarvittu. Tästä voidaan arvioida syntyneen keskimäärin noin 300 mk säästö/jm. Esirakennetulle alueelle tehtiin putkikaivantoa ilman tuentaa noin 550 jm, joten säästö on suuruusluokalleen noin 150 000 mk.

Paalujen poisjättämisestä arvioitu kustannussäästö ei ole tässä kohteessa merkittävä edullisen paalupituuden ja leveisiin maanvaraisiin anturoihin käytetyn lisäbetonin vuoksi, vaan kustannukset ovat suuruusluokalleen samat molemmissa perustamistavoissa. Kantavan lattian korvaaminen maanvaraisella lattialla alentaa myös yleisesti kustannuksia, mutta tätä ei ole ko. kohteessa erikseen tarkasteltu.

1) rtr = rakenneteoreettinen

Torpparinmäen esirakentamiskohde ei kokeiluluonteensa vuoksi ole hyvä esimerkki edullisuudesta, vaan sen merkitys on suurin esirakentamiskokemuksen kartuttajana. Lisäksi on odotettavissa, että alueen geotekninen laatutaso osoittautuu jatkossa ympärillä olevia esirakentamattomia alueita paremmaksi.

### 9.3

#### Mellunmäen keskustan asuntoalue

##### 9.31

#### Alueen kuvaus ja pohjasuhteet

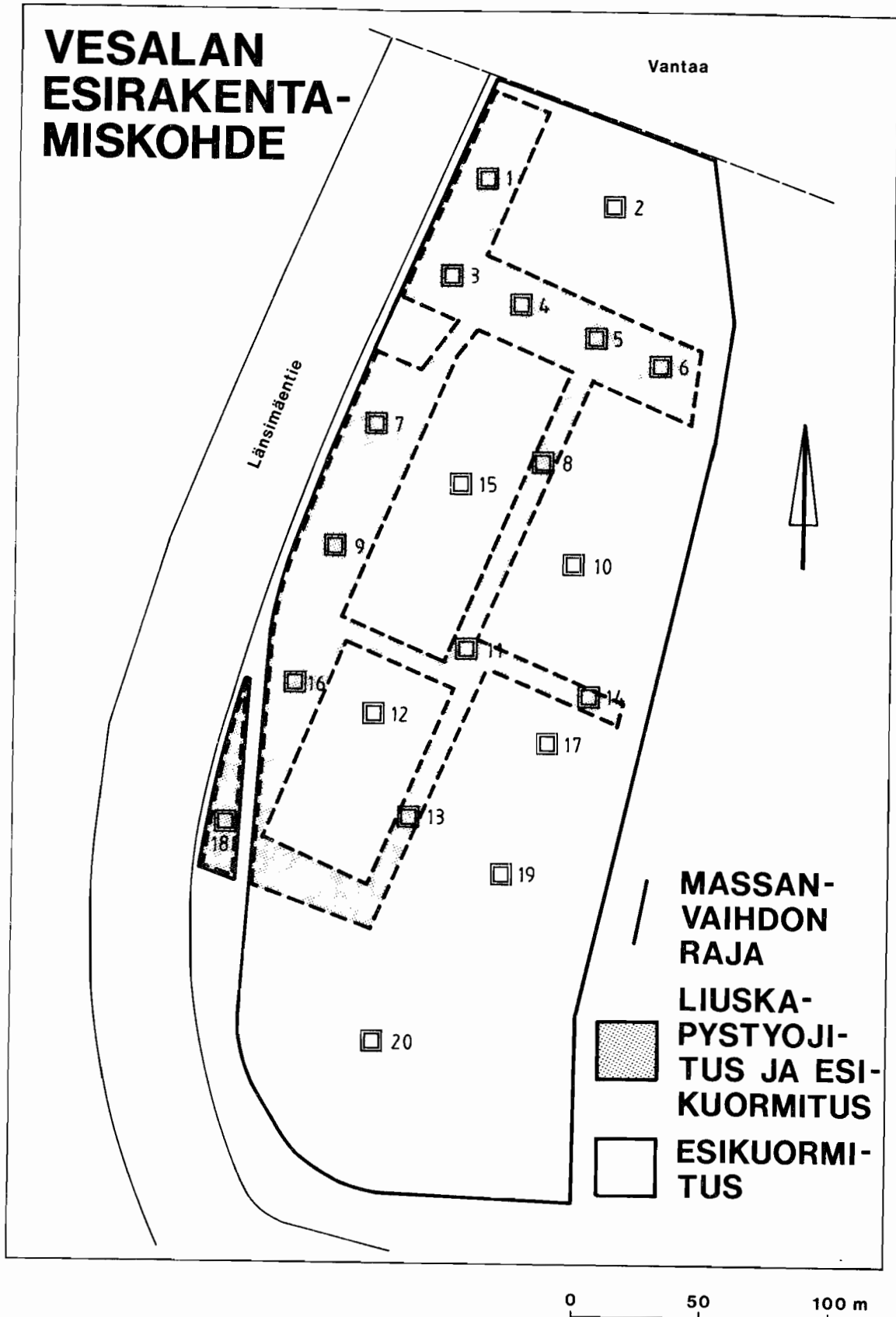
Asuntorakentamiseen pääosin III-V-kerroksisille rakennuksille kaavoitetun Mellunmäen keskustan alaltaan noin 12 ha alueesta on länsiossa pehmeikköaluetta. Pehmeikön pinta-ala on noin 6 ha, se käsittää pääosin tontit 47320/1, 47326/1, 47327/1, 47328/1, 47329/1 ja 47330/1 sekä näiden väliin jäävät katu- ja LP-alueet. Pehmeikköillä olevien korttelialueiden pinta-ala on yhteensä noin 5 ha sekä katu- ja LP-alueiden noin 1 ha. Koko alueelle tuleva kerrosala on yhteensä noin 76 000 k-m<sup>2</sup> ja pehmeikköalueelle tuleva kerrosala on noin 33 000 k-m<sup>2</sup>. Alue on tyypillistä turvealuetta, jonka tekee pohjasuhteiltaan erittäin hankalaksi turpeen alla oleva pehmeä liejusavikerros. Kuvassa 14 on esitetty alueen asemapiirros.

Luonnontilaiset maakerrokset ovat ylhäältä lukien 0,5 - 2,2 m turvetta, 3 - 8 m savea, joka on pintaosastaan suurimmalla osalla aluetta liejua, 1 - 7 m silttiä ja tämän alla hiekkaa ja moreenia. Pohjavedenpinta oli luonnontilaisena 0 - 0,5 m maanpinnan alapuolella. Savikerroksen yläosassa saven ja liejun vesipitoisuus vaihtelee 110 ja 160 % välillä. Alempana saven vesipitoisuus on 50 - 110 %. Saven leikkauslujuus oli 6 - 13 kN/m<sup>2</sup> siipikairalla määritettynä. Kokoonpuristuvuusparametrien arvot olivat  $m = 5.2 - 10.1$  ja  $\beta = 1.22 - 0.23$  sekä konsolidaatiokerroin 0.2 - 0.5. Arvioitu tukipaaluksen pituus vaihtelee alueella 7 ja 22 m välillä.

##### 9.32

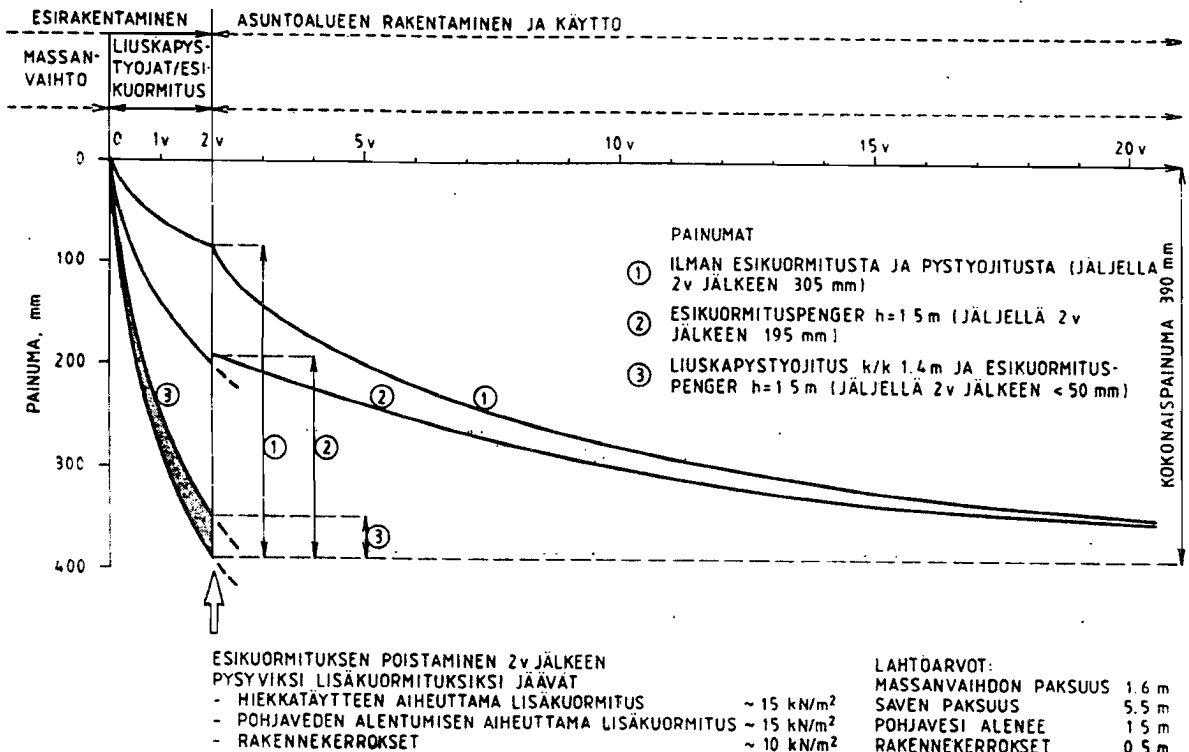
#### Esirakentaminen ja sen tulokset

Alue todettiin ilman suoritettavia esirakentamistoimenpiteitä rakentamiseen kelpaamattomaksi, koska turvekerros puristuisi kokoon suunnilleen puolet paksuudestaan jo alueelle ajettavien täytkekerrosten vaikutuksesta. Lisäksi alla oleva savi puristuisi tulevan lisäkuormituksen vaikutuksesta noin 300 - 600 mm. Esirakentamisen tavoitteeksi asetettiin alueen saattaminen rakentamiskelpoiseksi sekä laatutason saamiseksi hyväksytylle tasolle. Rakennukset tulitaisiin joka tapauksessa perustamaan paaluilla. Esirakentamisen ohjelmoinnin vaiheet ja työohjelma on esitetty liitteissä 1 ja 2.



Kuva 14. Mellunmäen keskustan (Vesalan) pehmeikköalueen asemapiirros. Uloin raja on massanvaihtoalueen raja ja rasteroidulla katkoviivalla rajattu alue on esirakennettu luiskapystyöjitystä ja ylipengertä käyttäen. Näiden rajojen väliin jäävällä alueella on pelkkä ylipengerrys. Painumatarkkailulevyjen sijainti on esitetty numeroituna.

Esirakentaminen toteutettiin kahdessa vaiheessa: ensimmäisessä vaiheessa suoritettiin alueellinen massanvaihto korvaamalla turve kantavalla kitka- maalla ja toisessa vaiheessa poistetaan alla olevan savikerroksen haitalliset painumat käyttämällä vähemmän vaativilla osa-alueilla pelkkää esikuormitusta ylipenkereen avulla ja vaativammilla osa-alueilla lisäksi liuskapystyöjitystä. Kuvassa 14 on esitetty esirakentamisalueiden rajat. Kuvassa 15 on esitetty esimerkki suunnitteluvaiheessa suoritetuista alueen painuma-arvioista eräässä kohdassa eri menetelmiä käytettäessä.



Kuva 15. Esimerkki Mellunmäen keskustan (Vesalan) pehmeikön esirakentamisen arvioiduista vaikutuksista pitkäaikaisiin painumiin laaja-alaisesti kuormitetulla alueella.

Esirakentamisen ensimmäinen vaihe (massanvaihto) toteutettiin noin 0,5 vuodessa kevään ja syksyn 1984 välisenä aikana pääosin yksityisen urakoitsijan toimesta kaupungin massoja käyttäen. Tänä aikana aloitettiin jo toisen vaiheen esirakentaminen kesällä 1984. Yksityisen urakoitsijan tekemä liuskapystyöjitys kesti noin 2 kuukautta ja rakennusviraston katuosaston tekemä ylipenger oli valmis koko alueella vuoden 1984 loppuun mennessä. Ylipenkereen rakentamisen jälkeen alueelle

asennettiin 20 kpl painumaseurantalevyjä, joiden sijainti on esitetty kuvassa 14.

Massanvaihdon yhteydessä turvekerros kaivettiin pois ja myytiin yksityiselle ostajalle. Turvetta kaivettiin yhteensä noin 80 000 m<sup>3</sup>ktr<sup>1)</sup> ja suunnitteen sama määrä Myllypuron ja Kontulan metrotyömaiden leikkausmassoja ajettiin turpeen tilalle. Täyttömaa on rakeisuudeltaan hiekkaa.

Alueesta noin 1,3 ha liuskapystyöjitetettiin. Tähän osa-alueeseen kuuluvat alueen pohjoisosaan rakennettava itä-länsisuuntainen katu, länsireunalle tulevat pysäköintialueet, alueen keskiosaan pohjois-eteläsuuntaisesti rakennettava kevyenliikenteen tie, jonka alle tulevat alueen pääkokoojaviemärit sekä alueen keskipaikkeille rakennettava itä-länsisuuntainen jalankulkutie. Liuskapystyöjaa käytettiin yhteensä noin 50 000 jm. Pystyöjaväli vaihteli 1,1 ja 1,7 metrin välillä ja pystyöjien keskipituus oli 8,5 m. Liuskapystyöjien asentaminen hiekkatäytteen läpi ei tuottanut vaikeuksia lukuunottamatta kohtia, joihin oli ajettu jakavankerroksen soraa liikkumisen helpottamiseksi. Liuskapystyöjituksen jälkeen täyterokseen asennettiin veden poistamisen helpottamiseksi Ø 110 - 160 mm vaakasalaojaputket, jotka varustettiin tarkastusputkilla.

Koko 6 ha alueelle rakennettuun 1 - 1,5 m korkeaan ylipenkereeseen ajettiin metrotyömaalta vapautuneita hiekkoja noin 70 000 m<sup>3</sup>rtr.

Vuoden 1984 lopusta lähtien käynnissä olleen painumaseurannan tulokset esitetään kuvissa 16 ja 17.

Painumahavaintojen tulokset osoittavat liuskapystyöjituksen merkityksen painumien nopeuttajana. Tähänastisten havaintojen mukaan painumat ovat suunniteltuvaiheessa arvioituja suuremmat, mikä voi johtua runsaasta kokoonpuristuvan maakerroksen liejun määrästä. Ennakkoon pelättyä liejun pystyöjia tukkivaa vaikutusta ei ole ilmennyt, vaan poistuva huokosvesi pääsee virtaamaan hyvin vaakasalaojien kautta alueen eteläosassa sijaitsevaan avo-ojaan.

Ylipenger tullaan poistamaan alueelta vuosina 1986 ja 1987. Hyvälaatuiset ylipengermassat tullaan hyödyntämään sekä kaava-alueen että muiden lähialueiden rakentamisessa. Esirakentamisen ansiosta putki-ohdot tullaan perustamaan maanvaraisina ja piha-alueiden, katujen ja LP-alueiden geotekninen laatu tulee olemaan tämänhetkisten arvioiden mukaan hyvä.

1) ktr = kiintoteoreettinen

## 9.33

## Kustannukset ja arvioidut säästöt

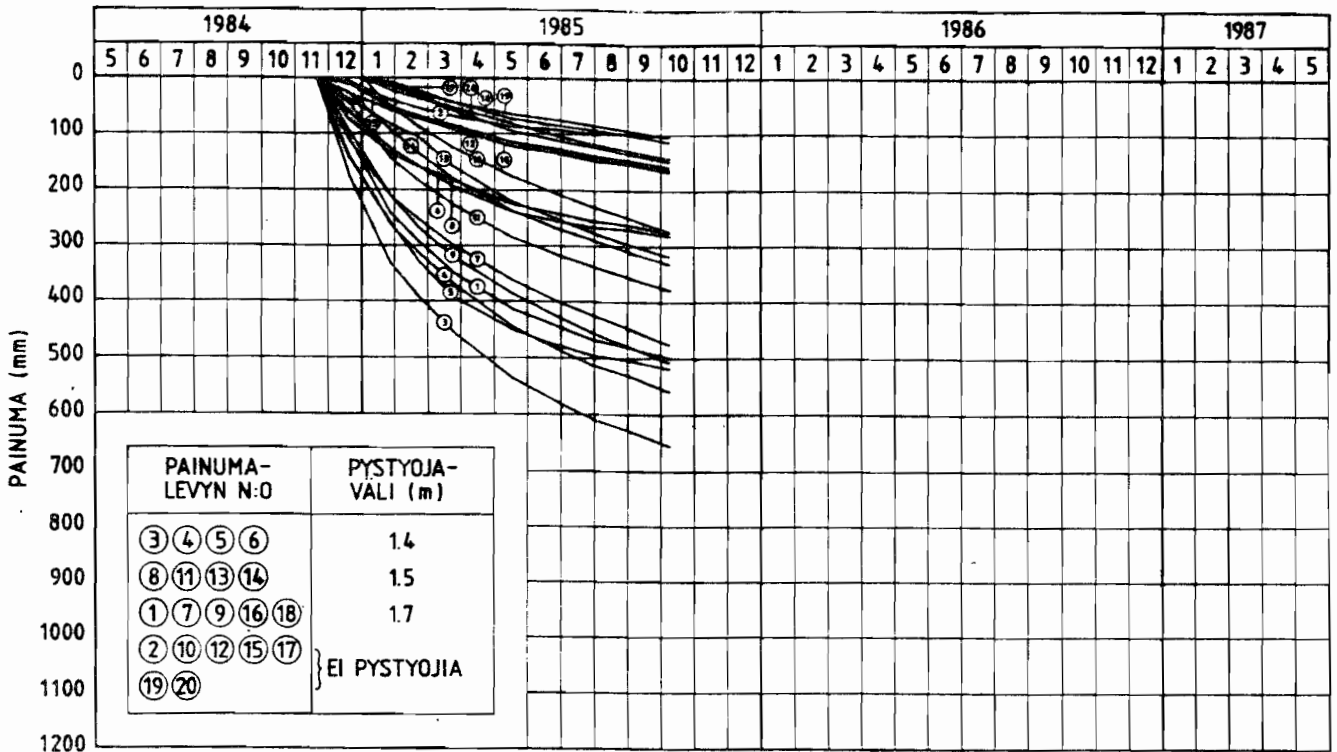
Esirakentamisen kokonaiskustannukset olivat vuoden 1985 syyskuun hintatasossa noin 2,9 Mmk eli noin 50 mk/maa-m<sup>2</sup>. Tämä on pehmeikköalueen kerrosalaa kohti laskettuna noin 85 mk/k-m<sup>2</sup>. Esirakentamiskustannukset muodostuivat eriteltynä seuraavasti:

Massanvaihto 80 000 m <sup>3</sup> ktr á 24,- mk	1 900 000 mk
Liuskapystyöjitus + ylipengerrys 13 000 m <sup>2</sup> á 40,- mk	520 000 "
Ylipengerrys (ilman pystyöjia) 47 000 m <sup>2</sup> á 10,- mk	<u>480 000 "</u>
Yhteensä	2 900 000 mk
=====	=====

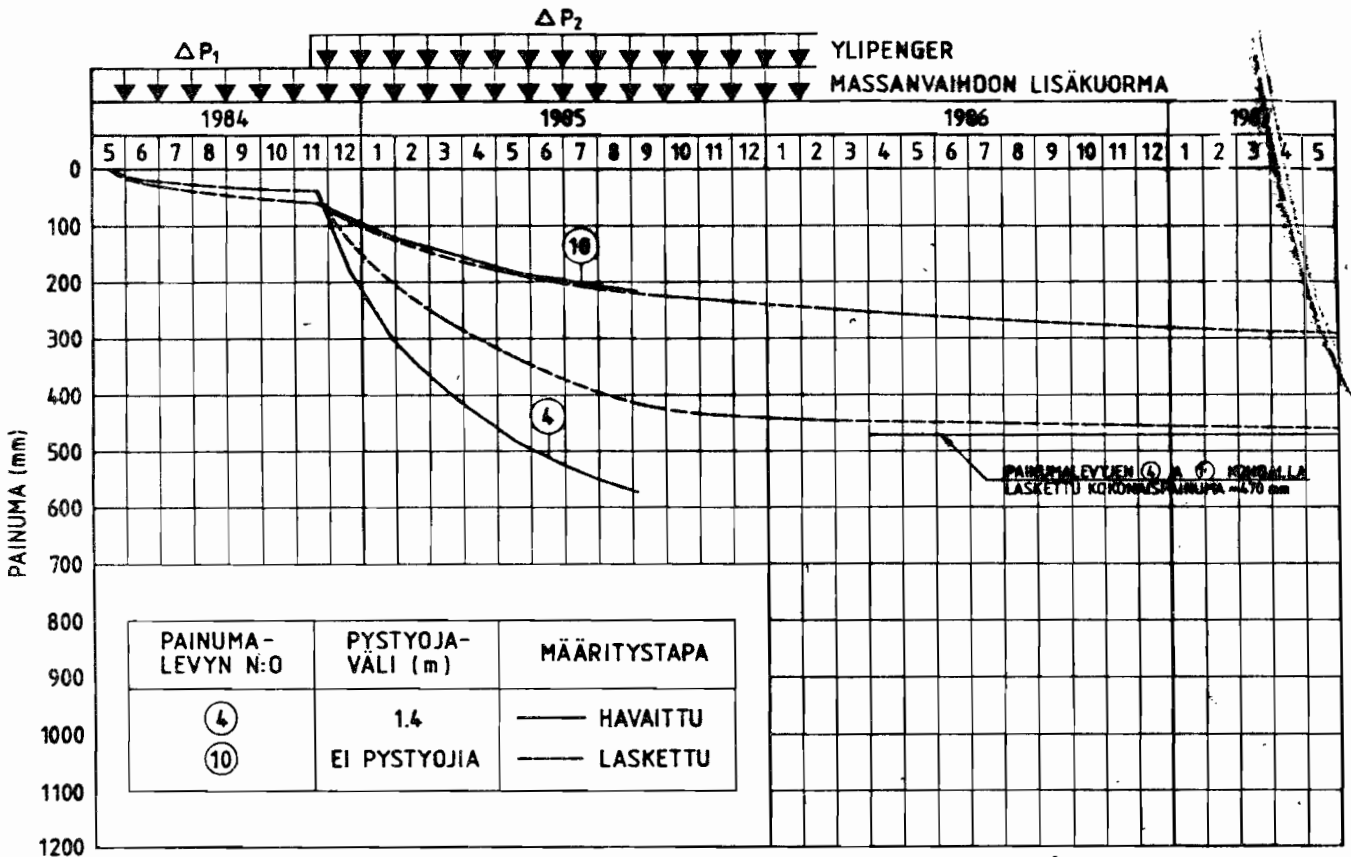
Ilman toisen vaiheen esirakentamista (liuskapystyöjitus ja esikuormittaminen ylipenkereen avulla) pohjois-eteläsuuntainen pääkokoojaviemäri jouduttaisiin paaluttamaan, koska siinä voidaan käyttää vain minimipituuskaltevuutta, sillä 250 m matkalla jouduttaisiin suurempia kaltevuuksia käytettäessä kaivamaan liian syväälle pehmeään lieju- ja savikerrokseen. Jotta viemärin toiminnan kannalta välttämätön kaltevuus säilytetään saavat poikkeamat putken korkeussuunnassa olla koko matkalla korkeintaan 50 mm suunnitellusta tasosta. Paalupituudet ovat linjan kohdalla keskimäärin noin 17 m ja koska putkijohtoja on vähintään kaksi rinnakkain, paalut jouduttaisiin lyömään kahteen riviin noin 3 m välein. Jatketun paalun hinta paaluhattuineen on noin 185 mk/jm syyskuun 1985 hintatasossa, joten paalutuskustannus olisi noin 2 100 mk/jm. Kokoojaviemärin paaluttaminen maksaisi yhteensä noin 500 000 mk, kun saman osuuden liuskapystyöjittäminen ja ylipengertäminen 10 m leveydeltä maksoi vain 100 000 mk eli 20 % paalutuskustannuksista. Esirakentamalla koko väylän painumat saadaan poistetuksi, eikä putkijohdon kohdalle muodostu harjannetta kuten paalutusvaihtoehdossa.

Vastaavasti pohjoisessa olevan kadun alle tulevien putkijohtojen paalutus maksaisi noin 200 000 mk, kun taas koko katualueen liuskapystyöjittäminen maksoi noin 100 000 mk.

Edellä tarkasteltujen alueiden, joiden pinta-ala on yhteensä 5 500 m<sup>2</sup>, esirakentamiskustannukset välttämätöntä massanvaihtoa huomioonottamatta ovat noin 200 000 mk. Koska vastaavilla alueilla olevien putkijohtojen paaluttaminen maksaisi yhteensä noin 700 000 mk, voidaan todeta, että saavutettava noin 0,5 Mmk:n säästö on todella merkittävä.



Kuva 16. Mellunmäen keskustan esirakennetun pehmeiköalueen painumaseurantatulokset.



Kuva 17. Mellunmäen keskustan esirakennetun pehmeiköalueen painumaseurantatulokset. Painumalevyt 4 ja 10 sijaitsivat pohjasuhteiltaan ja esirakentamisajankohdaltaan vertailukelpoisissa kohdissa.

Koska putkijohtojen tukemistarve säilyy ilmeisesti esirakentamisesta huolimatta, ei sitä voida ottaa huomioon.

Ensimmäisen vaiheen esirakentamisen (massanvaihdon) kustannussäästövaikutuksia ei tarvitse arvioida, koska tiedetään, että alueelle ei olisi voitu rakentaa, ellei turvetta olisi poistettu. Massanvaihdolla aikaansaatu maan käyttöarvon nousu lienee samaa suuruusluokkaa kuin rakentamattoman kaupunkimaan (raakamaan) hankintahinta Itä-Helsingissä vastaavalla etäisyydellä Helsingin keskustasta. Jotta massanvaihtokustannukset tulisivat katetuiksi, tulisi vastaavan kaavoitusta varten hankittavan raakamaan hinta olla vähintään 32 mk/m<sup>2</sup>.

Kun otetaan huomioon edellä laskettu 500 000 mk säästö sekä turpeen myynnistä saatu noin 600 000 mk säästö, todetaan, että toisen vaiheen esirakentamiseen (liuskapystyöjitus ja ylipengerrys) sijoitettu 1 000 000 mk on tullut katetuksi. Puuston poiston kaupungille aiheuttamat kulut voidaan katsoa katetuiksi sillä, että kaupunki sai noin 150 000 mk arvoiset tukkipuut omaan käyttöönsä.

Asemakaavan vahvistamisen jälkeen alue on tonttimaata, jonka arvo Mellunmäen alueella on huomattavasti enemmän kuin esirakentamiskustannus ( $\approx 50$  mk/m<sup>2</sup>), joten esirakentaminen voidaan kohteessa osoittaa kannattavaksi.

#### 9.4

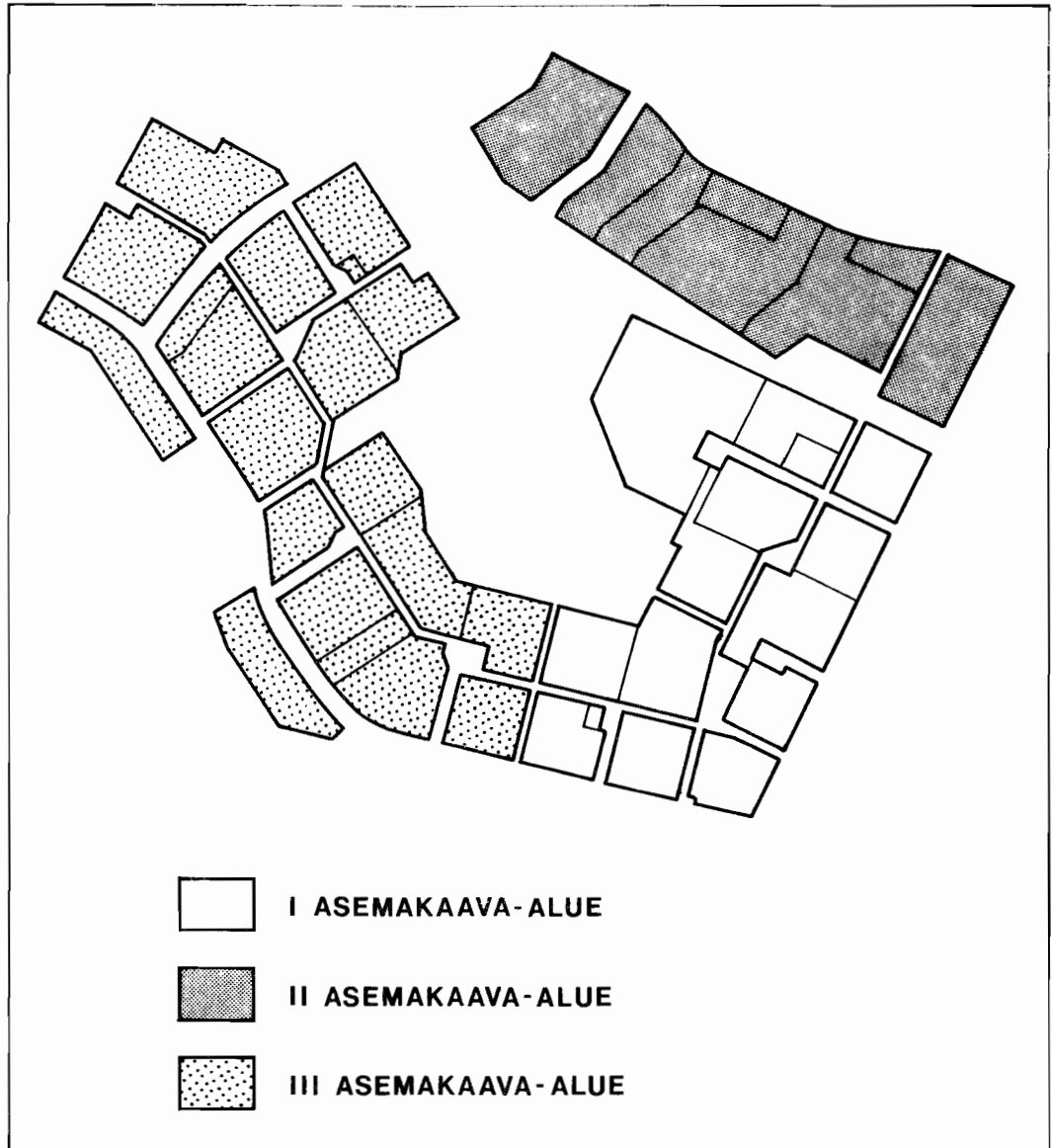
Kurkimäen asuntoalueet (I, II ja III)

##### 9.41

Alueiden kuvaus ja pohjasuhteet

Kurkimäen asuntoalue on kokonaispinta-alaltaan noin 50 ha ja se on asemakaavoitettu kolmena eri kaava-alueena: alue I (nro 8031), alue II (nro 8060) ja alue III (nro 8300). Näille on osoitettu yhteensä noin 106 000 k-m<sup>2</sup> asuntokerrosalaa pääasiassa 2- ja 3-kerroksisille rakennuksille. Kuvassa 18 on esitetty kaava-alueiden (I, II ja III) kortteli-alueet.





Kuva 18. Kurkimäen asemakaava-alueiden (I, II ja III) korttelialueet.

Asuntokortteleista yli puolet eli noin 11 ha sijaitsee alueella, joka on luonnontilaisena ollut turvealuetta, missä turvekerroksen paksuus on ollut yli 0,5 m. Turvealueelle sijoittuvan kerrosalan määrä on noin 70 000 k-m<sup>2</sup>. Kuvassa 19 on esitetty III alueen asemapiirros.



Kuva 19. Kurkimäen III alueen asemapiirros. Massanvaihto on toteutettu alueellisena esirakentamisena rasteroidulla alueella (turvetta vähintään 0,5 m).

Luonnontilaiset maakerrokset ovat ylhäältä lukien 0,5 - 4,5 m turvetta, tämän alla paikoin 0,5 - 1,5 m silttiä tai savea ja alimmaisena paksu hiekkakerros. Pohjavedenpinta on vaihdellut 0,2 - 2,5 m välillä turpeen pinnasta. Muu osa Kurkimäen alueesta on rakentamisen kannalta edullista sora-, moreeni- tai kalliopohjaista aluetta.

## 9.42

## Esirakentaminen ja sen tulokset

Alueella oleva turvekerros puustoineen päätettiin poistaa ja korvata kitkamailla alueen rakentamisen kannalta välttämättömänä. Huonosti kantava ja kuormituksen vaikutuksesta suuresti kokoonpuristuva turve oli korvattava kantavilla maa-aineksilla. Lisäksi tiedettiin, että rakentamisen vaikutuksesta alueella tapahtuisi pohjaveden laskemista, mikä aiheuttaisi pintakasvillisuuden ja puuston kuoleamisen.

Massanvaihto I ja II alueella toteutettiin rakennusviraston katuosaston ja eräiden yksityisten urakoitsijoiden toimesta yhtenäisenä toimenpiteenä vuosien 1982 ja 1983 aikana. Alueelliseen massanvaihtoon päädyttiin, koska:

- Suuressa yhtenäisessä maarakennusurakassa ovat yksikkökustannukset alhaisemmat kuin pienessä.
- Turpeen hyödyntäminen voidaan organisoida paremmin kuin erillisissä pienissä massanvaihtotöissä.
- Muista rakennuskohteista vapautuvat maamassat voidaan hyödyntää paremmin, jolloin ulkoa ostettavien massojen määrä vähenee.
- Riittävän aikaisin suoritettu täyttö toimii esikuormituksena tiivistäen hiekkakerroksen välissä olevaa savikerrosta.

Massanvaihtoa tehtiin I ja II alueella yhteensä noin 6,4 ha. Massanvaihdon määrä oli noin 52 000 m<sup>3</sup>rtr ja turpeen keskimääräinen paksuus oli vähän alle 1 m. Turpeista osa vietiin Vuosaaren kaatopaikan verhoiluun ja kompostoitavaksi sekä loput puisto-osaston tarpeisiin ja muihin hyötykäyttökohteisiin.

Kurkimäen III alueen rakentaminen toteutettiin samojen periaatteiden mukaan kuin I ja II alue. Työ tehtiin rakennusviraston katuosaston toimesta kevättälven ja kesän 1985 välisenä aikana. Materiaalina käytettiin pakkasten aikaan pientunnelilouhetta ja myöhemmin Kontulan metroaseman työmaalta alueelle varastoon ajettuja hiekkvoja. Massanvaihtoa tehtiin III alueella kaikkiaan noin 4,3 ha. Massanvaihdon määrä oli noin 28 000 m<sup>3</sup>rtr ja turpeen keskipaksuus noin 0,7 m. Turve kuljetettiin Kivikkoon kompostoitavaksi ja puisto-osaston hyötykäyttöä varten.

Koko Kurkimäen asuntoalueella tehtiin massanvaihtoa yhteensä noin 80 000 m<sup>3</sup> noin 10,7 ha alueelle. Tä-

män ansiosta suurin osa entiselle turvealueelle rakennetuista taloista on voitu perustaa maanvaraisille anturoille. Samoin putkijohdot on voitu perustaa maan varaan.

#### 9.43

#### Kustannukset ja arvioidut säästöt

Kurkimäen massanvaihtokustannukset ovat vuoden 1985 syyskuun hintatasossa yhteensä noin 3,3 Mmk, mikä on noin 31 mk/turve-m<sup>2</sup> eli noin 47 mk/k-m<sup>2</sup>, kun kustannus jaetaan turvealueen kerrosalalle. Vastaavasti koko alueen yhteiskerrosalalle jaettuna se on noin 31 mk/k-m<sup>2</sup>.

Mikäli massanvaihtotyö olisi jouduttu tekemään ostomassoilla kullakin tontilla erikseen, olisivat kustannukset kohonneet huomattavasti. Esirakentamisperiaatteen soveltamisen kannattavuutta Kurkimäen alueella kuvanee se, että I ja II alueen massanvaihtoon varattiin 3,4 Mmk vuonna 1982, mutta lopulliset toteutuneet kustannukset olivat vain noin 2,1 Mmk tuon hetkessä hintatasossa.

#### 9.5

#### Vanhankaupunginlahden länsiranta

#### 9.51

#### Alueen kuvaus ja pohjasuhteet

Vanhankaupunginlahden länsirannalle rakennetaan uusi rantaviiva noin 2,6 km:n pituudella. Työn ansiosta saadaan vallatuksi merestä uutta maa-alueita noin 37 ha. Lisäksi vanhaa ranta-alueita saadaan kunnostetuksi noin 20 ha. Uuden maa-alueen pinta-ala tulee olemaan siten yhteensä noin 57 ha, ja sen arvioidaan tulevan lähinnä virkistyskäyttöön.

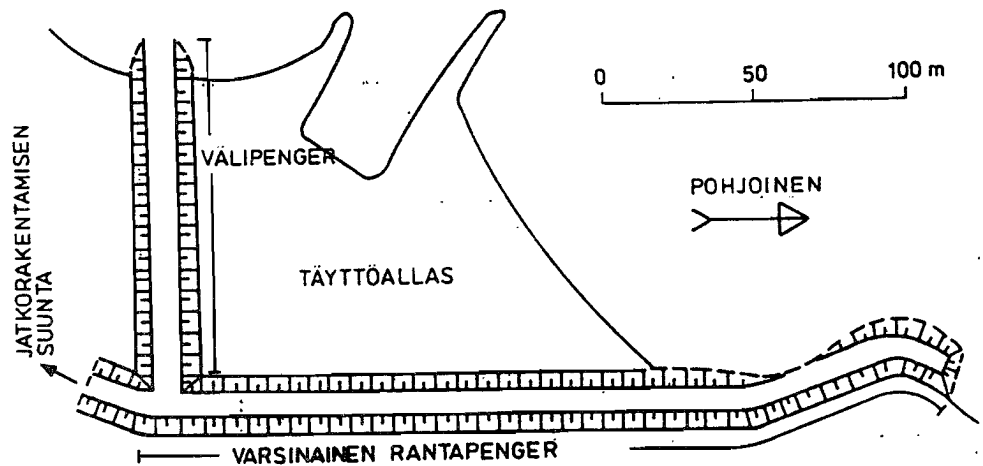
Alue on pohjasuhteiltaan erittäin huonoa. Merenpohjan yläpuolella on vettä noin 0,5 - 1,0 m. Maakerrokset ovat ylhäältä lukien 15 - 40 m pehmeä ja runsaasti kokoonpuristuva maakerros, jonka yläosa on paikoin jopa 10 m syvyyteen saakka liejua ja tämän alapuolella savea. Liejukerroksen leikkauslujuus on siipikairalla mitattuna 3 - 25 kPa ja vesipitoisuus 50 - 125 %. Saven leikkauslujuus on vastaavasti 9,5 - 33,0 kPa ja vesipitoisuus 50 - 100 %. Saven alla on silttiä ja tämän alla moreenia.

## 9.52

## Esirakentaminen ja sen tulokset

Työssä lähdettiin liikkeelle koepenkeren rakentamisesta alueen pohjoispäähän. Se rakennettiin rakennusviraston katuosaston toimesta yksinkertaisena, ns. kelluvana penkereenä. Työ aloitettiin levittämällä veteen vahvistinkangas ponttonilautan avulla. Vahvistinkankaan päälle rakennettiin louhepenger päätypengerryksenä. Kankaan reunat käännettiin ja ankkuroitiin penkereen sisään. Vahvistinkankaan tehtävänä on erottaa pengerrin liejupohjasta ja vähentää perusmaahan tulevaa kokonaisjännitystä siten, että pystysuorasta kuormituksesta kehittyvät leikkausjännitykset kohdistuvat veto-voimina vahvistinkankaaseen.

Koepengertä tehtiin yhteensä noin 1,9 ha ja se koostui varsinaisesta rannansuuntaisesta rantapenkereestä ja tätä vastaan kohtisuorasta välipenkereestä, jotka rakennettiin kankaan päälle levitettyä noin 0,3 m hiekkakerrosta lukuunottamatta louheesta. Näiden ja rannan sisään jäävä täyttöallas täytettiin pääosin muilla ylijäämämassoilla. (Kuva 20).



Kuva 20. Vanhankaupunginlahden länsirannan koepenger osa-alueineen.

Koepenkerestä saatujen hyvien kokemusten perusteella ryhdyttiin rantapenkereen tekoa jatkamaan ja työ toteutettiin pääosin ns. kaksoispengerperiaatteella. Siinä rakennettiin kaksi yhdensuuntaista louhepengertä vahvistinkankaiden varaan ja penkereet ankkuroitiin yhteen. Penkereiden keskilinjojen välimatka oli 50 - 60 m. Periaatekuva kaksoispenkereestä on esitetty kohdassa 6.24 kuvassa 8.

Rantaviivaa on tehty syyskuussa 1985 noin 1,0 km ja reunapenkereen takana on täytetty aluetta noin 12 ha. Massoja on tähän mennessä ajettu noin 350 000 m<sup>3</sup>rtr, josta noin puolet on louhetta ja loput ylijäämämassoja. Yhteensä louhetta tullaan ajamaan alueelle noin 600 000 m<sup>3</sup>rtr ja muita ylijäämämassoja noin 500 000 m<sup>3</sup>rtr eli massojen yhteismäärä on noin 1 100 000 m<sup>3</sup>rtr.

Alueella tehdään laajoja painuma- ja sivusiirtymätarkkailumittauksia. Koepenkereen laskettu painuma ensimmäisen puolen vuoden aikana oli noin 500 mm ja mitattu painuma ensimmäisen 3 kuukauden aikana oli noin 300 - 700 mm. Penkereen arvioidaan painuvan noin 1,0 - 2,5 m, kun täyttökorkeus on +1,0 - +2,0 m. Sivusiirtymämittaukset osoittavat, että pengeri on pienistä liikkeistä huolimatta hallinnassa. Liikkeet johtuvat suurelta osin allastäytön aiheuttamista sivupaineista.

Alueella tultaneen toteuttamaan laajoja pohjanvahvistustöitä maapohjan painumisen pienentämiseksi. Tätä ennen joudutaan kuitenkin ilmeisesti tekemään väliaikaisratkaisuna lisätäyttöä painumien kompensoimiseksi, vaikka tämä ei olekaan geoteknisessä mielessä hyvä tapa.

### 9.53

#### Kustannukset ja arvioidut säästöt

Rantaviivan rakentaminen ja täytön suorittaminen pääasiassa ylijäämämassoilla maksaa syyskuun 1985 hintatasossa kaikkiaan noin 55 Mmk, mikä on noin 100 mk/maa-m<sup>2</sup>.

Esirakentamiseen sijoitetut 55 Mmk:n esirakentamiskustannukset saadaan takaisin vähintään yhtä arvokkaana 57 ha puistomaa-alueena.

### 9.6

#### Yhteenvedo toteutettujen esirakentamiskohteiden kustannuksista

Syyskuuhun 1985 mennessä toteutettujen esirakentamiskohteiden yhteispinta-ala on noin 30 ha ja niiden yhteiskustannukset ovat noin 18,5 Mmk eli noin 62 mk/maa-m<sup>2</sup>. Asuinalueita tästä on noin 18 ha ja esirakennetuilla alueilla on kerrosalaa noin 108 500 k-m<sup>2</sup>. Näiden alueiden esirakentamiskustannukset ovat yhteensä noin 7 Mmk eli noin 39 mk/maa-m<sup>2</sup> ja noin 65 mk/kerros-m<sup>2</sup>. Taulukossa 7 on esitetty yhteenvedo esirakentamiskustannuksista.

Taulukko 7. Toteutettujen esirakentamiskohteiden kustannukset syyskuun 1985 hintatasossa. Kustannukset mk/kerros-m<sup>2</sup> on laskettu ottaen huomioon vain esirakennetulla alueella oleva kerrosala.

KOHDE	PINTA- ALA(ha)	KERROS- ALA(k-m <sup>2</sup> )	KUSTANNUKSET		
			YHTEENSÄ (mk)	mk/maa-m <sup>2</sup>	mk/kerros-m <sup>2</sup>
TORPPARIN- MÄKI	1.2	4300	800.000	67	186
MELLUNMÄEN KESKUS	6.0	34000	2.900.000	48	85
KURKIMÄKI	10.7	70200	3.300.000	31	47
VANHANKAU- PUNGINLAHTI	12.0 <sup>1)</sup> (57.0 <sup>2)</sup> )		11.500.000 <sup>1)</sup> (55.000.000 <sup>2)</sup> )	96	-
YHTEENSÄ	29.9	108500	7.000.000 <sup>3)</sup> 18.500.000	39 <sup>3)</sup> 62	65

1) VALMIS OSUUS

2) KOKO ALUE

3) ASUNTOALUEET

10.  
EHDOTUS JATKOTOIMENPITEISTÄ

Esirakentamismenetelmien tekniikka hallitaan jo melko hyvin. Lisäksi käytännön kokemukset uusien pohjanvahvistusmenetelmien soveltamisesta ovat olleet erittäin myönteisiä.

Koska esirakentaminen vaatii aikaa ja se on tehtävä ennen muuta rakentamista, ovat ongelmat nimenomaan esirakentamisen kokonaistoteutuksen järjestämisessä. Jatkokehitystyössä tulisi paneutua erityisesti tehtäviin, joita esirakentamista vuosina 1981 - 1985 valvonut työryhmä tulee ehdottamaan johtajistotoimikunnalle:

Ehdotus: Johtajistotoimikunta kehottanee

- kiinteistöviraston geoteknista osastoa selvittämään edelleen yhteistyössä kaupunkisuunnitteluviraston teknis-taloudellisen toimiston ja kaupunginkanslian kehittämistoimiston kanssa esirakennettavat alueet sekä tekemään määrärahavaraukset talousarvioon ja kuntasuunnitelmaan
- kaupunkisuunnitteluvirastoa toimimaan kaavasuunnittelussa siten, että esirakennettavien alueiden kaavasuunnitelmien kanssa samanaikaisesti laaditaan vastaavantasoiset esirakentamissuunnitelmat yksityiskohtaisten esirakentamissuunnitelmien ja osaltaan myös kaavojen hyväksymisen pohjaksi
- kaupunginkanslian kehittämistoimiston huolehtimaan esirakennettavien alueiden kokonaistoteutuksen suunnittelusta siten, että esirakentaminen ajoitetaan yleensä toteutuksen ensimmäiseksi vaiheeksi
- rakennusviraston katuosastoa huolehtimaan esirakennettavien alueiden yksityiskohtaisten esirakentamissuunnitelmien laatimisesta ja esirakennustöiden suorittamisesta
- kiinteistöviraston tonttiosastoa ottamaan huomioon alueen mahdolliset esirakentamiskustannukset vuokranmääritysperusteita valmistellessaan.

Koska esirakentaminen koetaan vielä uudeksi tekniikaksi, siitä on annettava riittävästi informaatiota ja koulutusta muillekin rakentamisen parissa työskenteleville, jotta toiminta saataisiin sujumaan parhaalla mahdollisella tavalla.



## HELSINGIN KAUPUNGINKANSLIA

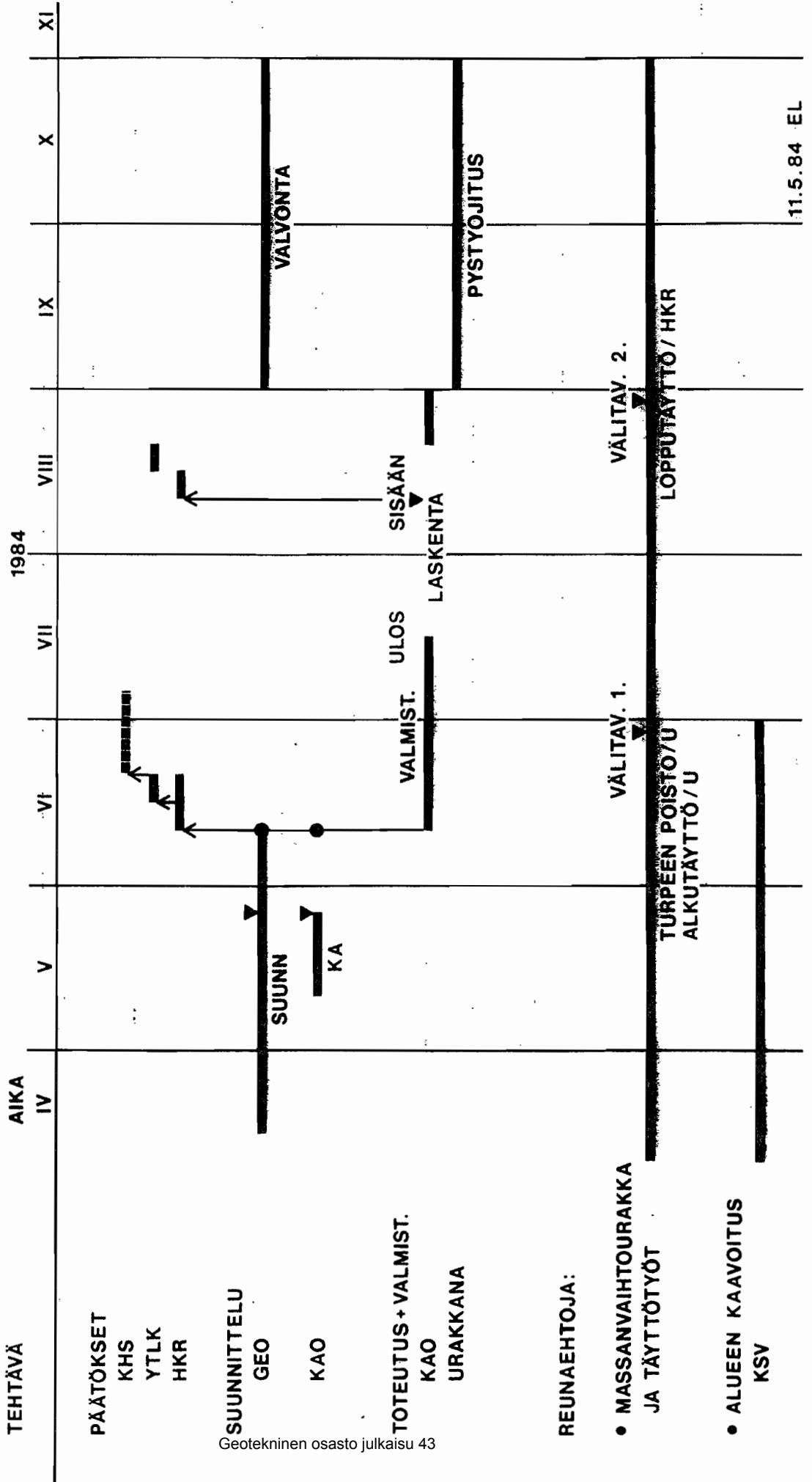
Kehittämistoimisto/EL

---

## LUETTELO KAUPUNGIN ERI HALLINTOKUNTIEN YHTEISTYÖVAIHEISTA MELLUNMÄEN KESKUSTAN (VESALAN) PEHMEIKÖN ESIRAKENTAMISESSA

1. Ksv tilasi Kv/Geolta esirakentamisen alustavat suunnitelmat.
2. Ksv antoi asiasta lausunnon kiinteistövirastolle.
3. Klk pyysi Kh:lta lupaa toimenpidekiellon alaisten töiden suorittamiselle.
4. Rakennusvalvontavirasto antoi asiasta lausunnon Kh:lle.
5. Kh hyväksyi Geon laatiman massanvaihtosuunnitelman.
6. Kh myönsi katuosaston käyttöön määrärahan ja velvoitti sen toteuttamaan suunnitelman.
7. Kh myönsi RakL 124a §:n mukaisen luvan.
8. Kv:n metsäosasto suoritti alueen metsän kaadon.
9. HKR/Kao tilasi Kv/Geolta yksityiskohtaiset suunnitelmat ja asiantuntijavalvonnan.
10. HKR/Kao teki työstä esikyselyn urakoitsijoille ja pyysi sen pohjalta urakkatarjoukset massanvaihdosta ja teetti työn urakoitsijalla.
11. HKR/Kao pyysi liuskapystyöjitukselta tarjoukset ja teetti työn urakoitsijalla.
12. HKR/Kao teki ylipenkereitä osittain omana työnä ja valvoi urakat.

**TYÖOHJELMA  
MELLUNMÄEN KESKUSTAN  
(VESALA) PEHMEIKÖN  
PYSTYÖJITUS**





## GEOTEKNISEN OSASTON TIEDOTTEET

1. Anttikoski, U., Geoteknilliset kartat ja niiden käyttäminen. 1973. 30,-
2. Anttikoski, U., Kaupunkisuunnittelun geoteknillinen tutkimus ja suunnittelu. 1973. 50,-
3. Anttikoski, U., Kunnallistekniikan geoteknillinen tutkimus ja suunnittelu. 1974. 50,-
4. Mäkinen, R., Täyttömäkien rakentaminen kaupunkialueella. 1974. 50,-
5. Saarelma, M., Melusuojarakenteiden perustamistapaselvitys. 1974. 30,-
6. Saarelma, M., Kitkapaalujen kantavuus. 1976. 30,-
7. Petäjä, J., Putkijohtojen pohjarakenteiden mitoittaminen. 1977. 50,-
8. Raudasmaa, P., Metrotunneleiden injektointi. 1977. 120,-
9. Anttikoski, U., Kalliotunnelien käyttö varastointiin. 1977. 50,-
0. Tikkanen, H., Rakentamisen vaikutus pohjaveteen Helsingin keskustassa. 1978. 70,-
1. Arkima, O., Kluuvin ruhjeen jäädytys. 1978. 120,-
2. Raudasmaa, P., Puiset perustusrakenteet. 1979. 50,-
3. Havukainen, J., Voimalaitostuhkan ja polttolaitoskuonan hyötykäyttö rakentamisessa. 1979. 50,-
4. Vähäaho, I., Pehmeikölle perustettavan pientalon painumien laskeminen. 1979. 50,-
5. Raudasmaa, P., Pohjavesitarkkailu -80. 1980. 50,-
6. Anttikoski, U., Katsaus tunnelien rakentamistekniikan nykytilaan Atlantan kansainvälisen tunneli-konferenssin kokemusten perusteella. 1979.
7. Roinisto, J., Matkakertomus tutustumismatkalta Tukholman yhteiskäyttötunneleihin. 1981. 50,-
8. Havukainen, J., Kivihiilivoimalan tuhkan käyttö maarakenteissa. 1981. 50,-
9. Roinisto, J., Yhteiskäyttötunneleiden teknis-taloudellinen selvitys. 1981. 50,-
0. Vuola, P., Talonrakennuksen maarakenteet ja niiden laadunvalvonta. 1981. 50,-
1. Havukainen, J., Korhonen, O., Tonttialueiden maarakenteet. 1981. 30,-
2. Havukainen, J., Esimerkkejä jätteiden hyötykäytöstä raaka-aineena ja energianlähteenä. 1981.
3. Havukainen, J., Kivihiilivoimalan tuhkien hyötykäyttöselvitys kunnallistekniikassa. 1982. 50,-
4. Latvala, A., Rakennusjätteen alustava hyötykäyttöselvitys. 1982. 30,-
5. Havukainen, J., Hämäläinen, A., Sulamäki, A., Alustava selvitys polttolaitoskuonan hyötykäyttö-mahdollisuuksista maarakentamisessa. 1982. 30,-
6. Halkola, H., Kunnallistekniikan geotekniikkaan liittyvät koerakentamiskohteet Torpparinmäessä. 1982.
7. Paavola, P., Kunnallisteknisten tunneleiden louhintakustannus selvitys. 1982. 50,-
8. Vähäaho, I., Maarakennusta koskeva mallityöselitys. 1982. 70,-
9. Gulin, K., Rakentamisen vaikutus pohjaveden tasoon ja rakennusten painumiin Helsingin Puistolassa. 1982. 50,-
0. Halkola, H., Syvästabiloinnin laadun ja lujuuden valvontamenetelmät. 1982. 50,-
1. Havukainen, J., Kivihiilituhkan käyttö maarakentamisessa, tekniset ohjeet. 1983. 30,-
2. Havukainen, J., Användning av stenkolsaska vid anläggningsarbeten, tekniska anvisningar. 1983. 30,-
3. Havukainen, J., The utilization of coal ash in earth works, technical guidelines. 1983. 30,-
4. Salmelainen, J., Helsingin kallioperän geologiasta ja kivilajien lujuusominaisuuksista porattavuuden kannalta. 1983. 50,-
5. Havukainen, J., Matkakertomus kivihiilituhkien ympäristövaikutuskonferenssista. 1983.
6. Hytti, P., Esi-injektoinnin suoritus ja sen huomioiminen urakka-asiakirjoissa. 1984. 60,-
7. Leinonen, J., Kalliomekaaniset mittaukset Hanasaaren syvävarastossa. 1984. 60,-
8. Pirinen, J., Kelluvan rantapenkereen rakentaminen. 1984. 60,-
9. Latvala, A. Geotekninen kustannustiedosto, Geo-kuti. 1984. 60,-
0. Korpela, J., Schüller, M., Jäykkien liitosjohtojen pohjarakenneselvitys (Jäli-selvitys). 1984. 80,-
1. Lahtinen, E-R., Maanalaiset tilat ja yhdyskuntarakentaminen (MARASU-tutkimus, väliraportti). 1985. 30,-
2. Korpi, J., In Situ-kuormituskoe painumien määrittämiseksi. 1985. 60,-
3. Havukainen, J., Esirakentamisen kehittäminen. 1985. 60,-

\* ) PAINOS LOPPUUNMYTTY