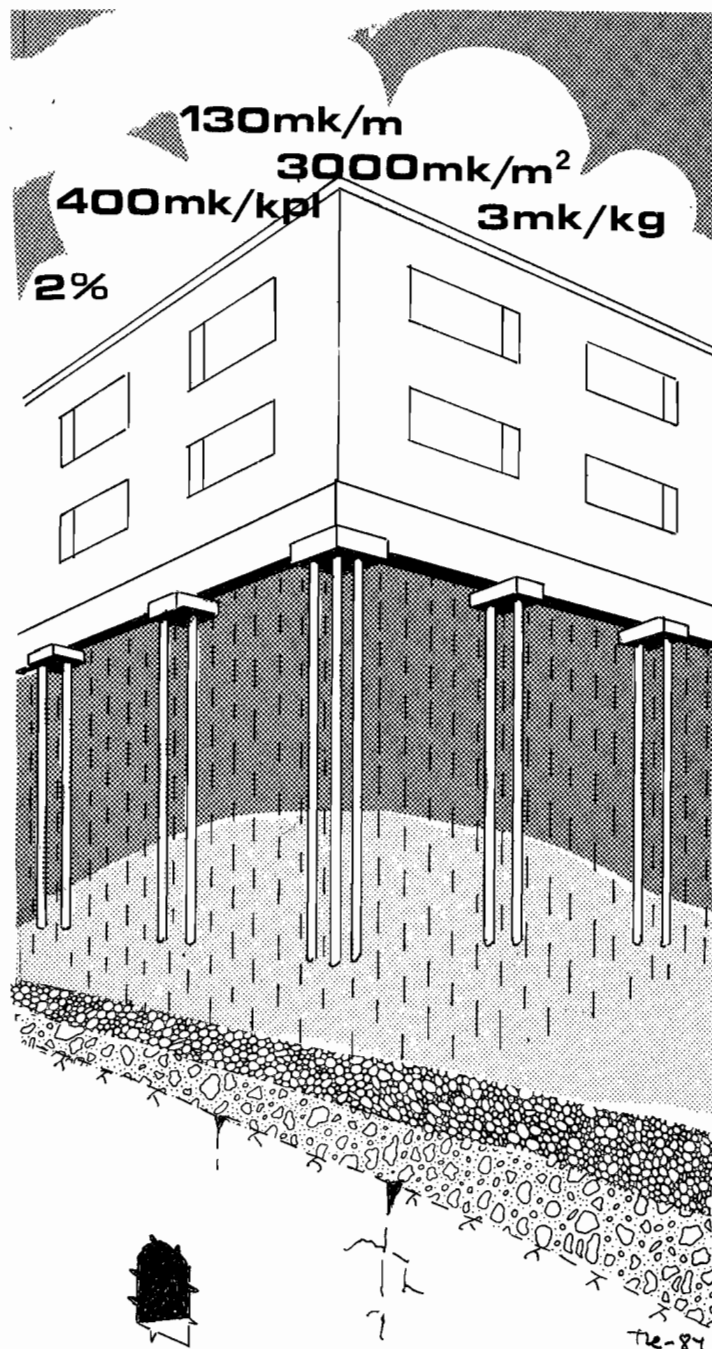




Ahti Latvala

GEOTEKNINEN KUSTANNUSTIEDOSTO

Geo-kuti

Geoteknisen osaston tiedote 39

Ahti Latvala
GEOTEKNINEN KUSTANNUSTIEDOSTO
Geo-kuti

Geoteknisen osaston tiedote 39

ALKUSANAT

Geotekninen kustannustiedosto (Geo-kuti)-projekti käynnistettiin marraskuussa 1982. Tehtäväksi asetettiin geoteknistä suunnittelijaa palvelevan geokustannustietojärjestelmän kehittäminen. Kustannustiedostolla on tarkoitus korjata nykytilanteen puutteet, eli antaa suunnittelun avuksi yhdenmukainen ja luotettava kustannustietous, tuoda se paremmin suunnittelijan saataville ja pitää tietous ajan tasalla.

Geo-kutiin sisältyy neljä osaprojektia:

1. Geotekniset tutkimus-, suunnittelu- ja valvontakustannukset.
2. Pohja- ja maarakennuksen sekä perustusrakenteiden kustannukset.
3. Kalliorakennuskustannukset.
4. Kustannustiedoston atk-sovellutus.

Geoteknisen osaston johtoryhmä on valvonut projektin toimintaa. Johtoryhmän edustajana työryhmässä on ollut osastopäällikkö Usko Anttikoski. Työryhmän puheenjohtajana on toiminut jaospäällikkö Jorma Havukainen ja sihteerinä suunnitteluinsinööri Ahti Latvala, erityisalueena osaprojektit 1, 2 ja 4 sekä jäsenenä jaospäällikkö Jarmo Roinisto, erityisalueena osaprojekti 3. Vuosina 1982 ja 1983 on työryhmän jäsenenä ollut myös jaospäällikkö Seppo Paananen, erityisalueena osaprojekti 2.

Georakennuskustannusten arvioiminen on oleellinen osa pohjarakennussuunnittelua ja sen edellytyksenä on kustannustietouden pysyminen ajan tasalla. Tähän puolestaan liittyy osaprojektin 4 toteuttaminen, jonka arvioidaan valmistuvan vuoden 1985 aikana.

Helsingissä, lokakuun 10. päivänä 1984.


Usko Anttikoski

SISÄLLYSLUETTELO:

		sivu
	ALKUSANAT	I
	JOHDANTO	1
	KUSTANNUKSET	4
0	RAKENNUTTAJAN KUSTANNUKSET	4
0 3	Suunnittelu ja tutkimukset	4
0 35	Pohjarakennussuunnittelu ja pohjatutkimuk- set	4
	a) Pohjarakennussuunnittelutehtävä	4
	b) Pohjatutkimukset	5
	c) Laboratoriotutkimukset	10
1	MAA- JA POHJARAKENNUSKUSTANNUKSET	15
11	Raivaus ja purku	15
	111 Raivaus	15
	114 Hyötypuun korjuu	15
	117 Vanhojen rakennusten ja rakenteiden purku	15
	118 Purku- ja raivausjätteiden kuljetus	15
12	Maankaivu	16
	121 Pintamaan poisto	16
	122 Tasokaivu	16
	123 Tilavuuskaivu	16
	124 Peruspohjan kaivu	16
	125 Syvennysten kaivu	16
	126 Kanaalikaivu	16
	127 Kaivu rakennusalueella	16
	128 Kaivumaiden kuljetus	16
13	Louhinta	17
	a) Louhinta rakennuspohjaa ja putkijohto- ja varten	17
	130 Louhintatyömaan aloitus ja lopetus	17
	131 Pintalouhinta	17
	132 Avolouhinta	17
	133 Syvennyslouhinta	18
	134 Kanaalilouhinta	18
	136 Rusnaus	18
	b) Kalliotilojen louhinta	18
	135 Tunnelien ja kalliotilojen louhinta	18
	c) Kallion lujitus ja tiivistys	19
	137 Lujitustyöt	19
	d) Louheen käsittely	21
	138 Louheen kuljetus	21
	139 Louheen murskaus	21

	sivu
14	Pohjarakenteet ja pohjanvahvistus 21
141	Kaivantojen tuenta 21
142	Työnaikainen kuivanapito..... 24
143	Lyöntipaalutus..... 25
144	Suur- ja erityispaalutus 26
146	Erityiset pohjarakenteet ja menetel- mät..... 28
147	Maaperän lujitus ja tiivistys 28
15	Salaojat ja putkijohdot 29
151	Salaojat..... 29
152	Viemärit..... 30
153	Kaivot 30
16	Täyttö ja tiivistys 32
160	Materiaalit (hankinta) 32
161	Perustusten alustäyttö 33
162	Perusmuurin vierustäyttö 33
163	Alapohjan alustäyttö 34
164	Kanaalien ja syvennysten täyttö 34
165	Täyttö rakennusalueella 34
2	PERUSTUKSET JA ULKOPUOLISET RAKENTEET 35
20	Materiaalit 35
21	Anturat 36
22	Perusmuurit, peruspilarit ja perus- palkit 36
23	Kantava alapohja..... 37
25	Väestönsuojarakenteet..... 38
26	Maanvarainen laatta 38
LIITE 1	Tilavuuskäsitteet ja massakertoimet, TVH.
LIITE 2	Massakertoimien käyttö, TVH.
LIITE 3	Ryöstökerroin y 1, TVH.
Liite 4	Löyhtymiskerroin k 1 raivauksessa, TVH.
LIITE 5	Löyhtymiskerroin k 1, TVH.
LIITE 6	Tiivistymiskerroin k 2, TVH.
LIITE 7	Täyttökerroin y 2, TVH.
LIITE 8	Yhdistelmäkertoimet, TVH.
LIITE 9	Kalliomassojen massakertoimet y 1, y 2, k 1, k 2, TVH.
LIITE 10	Murskeen ja sepelin löyhtymiskerroin k 1, TVH.
LIITE 11	Massakertoimet kallion leikkauksesta kuljetusvälinee- seen ja penkereeseen, TVH.
LIITE 12	Maalajien kaivuluokitus, TVH.

JOHDANTO

Tämä kustannustiedosto on suunniteltu niihin olosuhteisiin ja erityispiirteisiin, joiden puitteissa Helsingin kaupungin rakennustoiminta tapahtuu. Sen tarkoituksena on antaa geotekniselle suunnittelijalle tietoa pohjarakennuskustannuksista erityisesti Helsingin alueella. Tiedoston runkona on Talo -80 nimikkeistöjärjestelmä. Tiedosto ulottuu pohjarakennussuunnittelusta ja pohjatutkimuksista pohjarakennustöihin ja -rakenteisiin siten, että esim. talonrakennuskohteissa rajana on alapohjan rakenne ja lattian pintarakenne. Kunnallistekniikkaan liittyviä putkijohtorakenteita käsitellään vain tärkeimmiltä osiltaan.

Kustannustieto esitetään jaoteltuna tehtävän ja olosuhteiden vaativuuden mukaan kolmeen vaativuusluokkaan. Äärimmäisillä vaativuusluokilla ei ole tarkoitus kuvata ehdottomia kustannusmismejä tai -huippuja, vaan helppo tarkoittaa helppoa keskimäärin ja erittäin vaativa erittäin vaativaa keskimäärin. Tällöin olosuhteisiin nähden poikkeukselliset huiput karsiutuvat pois. Materiaalin hankinnassa tehtävä on vaativuudeltaan helppo, jos materiaalia voidaan hankkia paljon, kuljetustapa on huokea ja kuljetusmatka lyhyt, jolloin materiaali saadaan työmaalle edulliseen hintaan. Vastaavasti tehtävä on erittäin vaativa, jos materiaalin määrä on niin vähäinen, ettei paljousalennusta myönnetä, materiaali tilataan esim. ulkomailta vain tätä tapausta varten, työmaalle kuljetus joudutaan hoitamaan pienissä erissä ym. Tällöin materiaalin hinta on työmaalla varsin korkea.

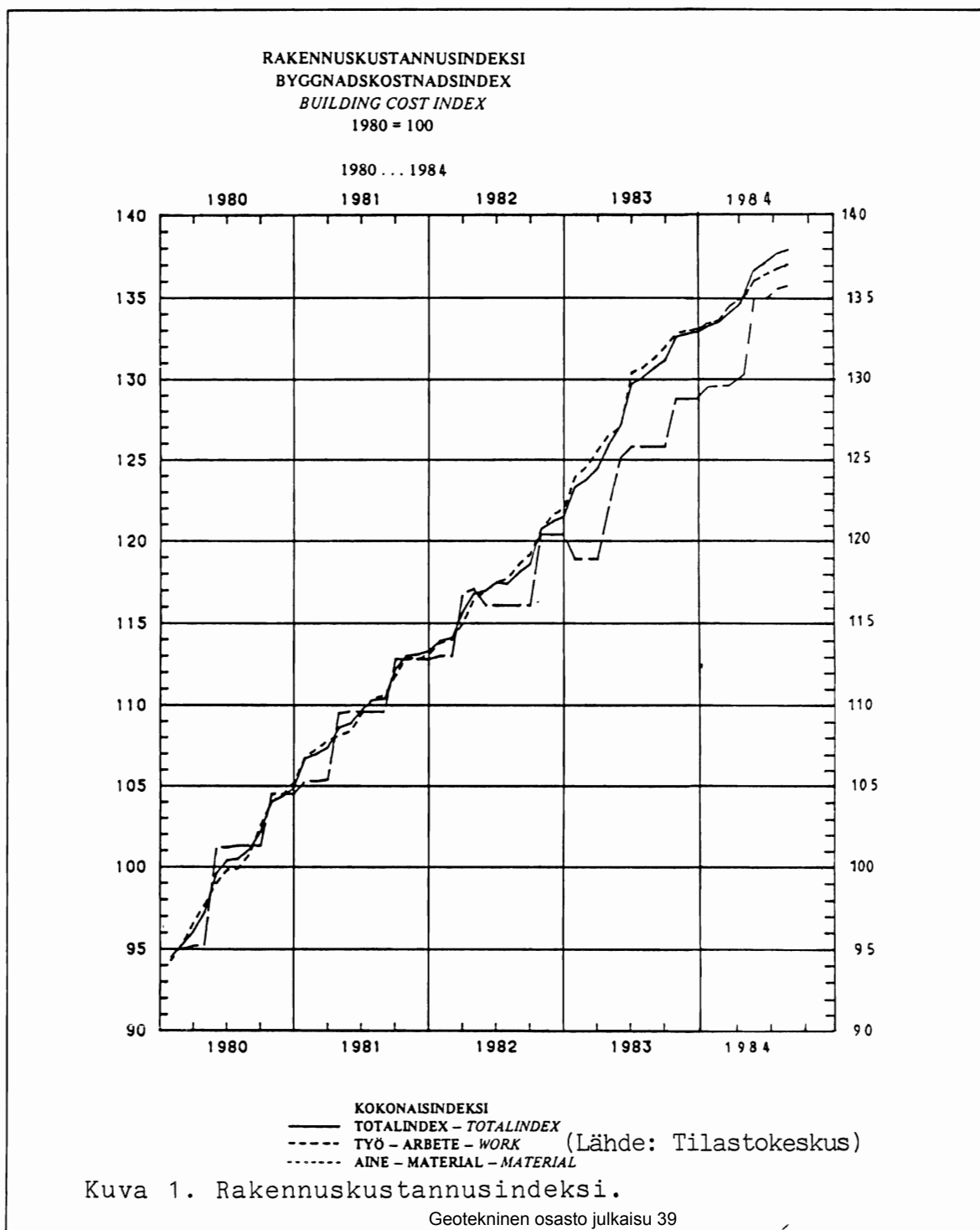
Esitettävät kustannukset kuvaavat erikoistyonä tai alaurakkatyönä suoritettavasta pohjarakennustehtävästä aiheutuvia välittömiä kustannuksia. Rakennuttajalle koitua kokonaiskustannus sisältää em. kustannusten lisäksi mm. rakennuttajan yleiskustannukset, esim. 5 - 15 %, talvityökustannukset esim. 2 - 10 % ja arvaamattomat kustannukset suunnitelmien ja tutkimusten tarkkuudesta riippuen 5 - 10 %.

Kustannukset pohjautuvat jälkilaskenta-aineistoon, urakkatarjouksiin ja markkinoilla vapaasti saatavana olevaan kustannuk-

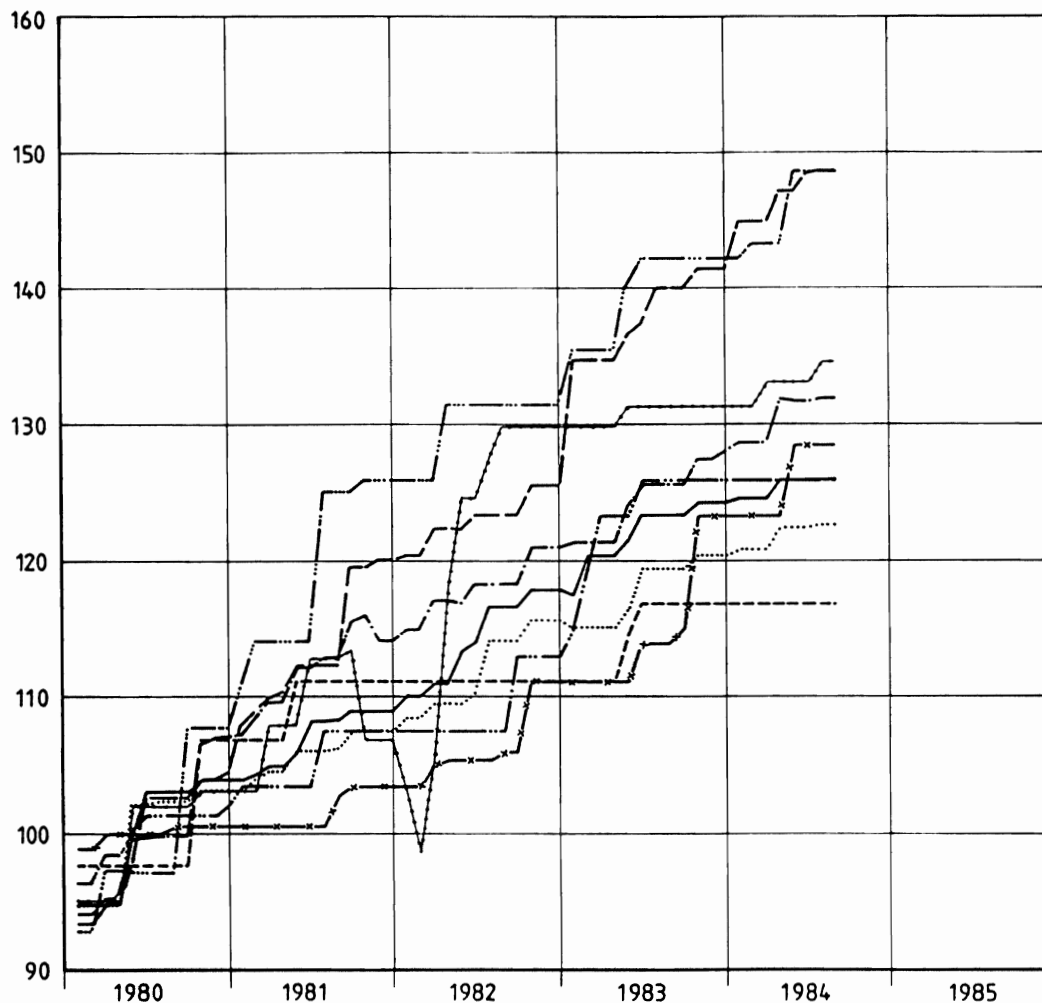
sia käsittelevään kirjallisuuteen sekä tehtyihin tiedusteluihin, joita on muokattu kustannustiedoston laatijoiden omaaman tietämyksen valossa.

Pohjarakennuskustannusten viimeaikainen kehitys

Rakennuskustannusten nousu on vuodesta 1980 lähtien ollut n. 9 prosenttiyksikköä vuodessa. Kokonaisindeksin kasvu vuodesta 1980 lähtien esitetään kuvassa 1. Muutamien pohjarakennustehtävien indeksi vuodesta 1980 lähtien esitetään kuvassa 2.



RAKENNUSKUSTANNUSINDEKSI 1980 -



Palvelu	Aine
———— Maankaivu	— · — Paalutus
----- Louhinta	----- Salaojitus + viemäröinti
..... Paalutus	———x—— Täyttö + tiivistys
— · — Salaojitus + viemäröinti	— · — Betoni
	—x—x— Teräket

Kuva 2. Eräiden pohjarakennustehtävien ja materiaalien indeksit vuodesta 1980 lähtien.

(Lähde: Tilastokeskus)

KUSTANNUKSET

0	RAKENNUTTAJAN KUSTANNUKSET
0 3	Suunnittelu ja tutkimukset
0 35	Pohjarakennussuunnittelu ja pohjatutkimukset

a) Pohjarakennussuunnittelutehtävä

Suunnittelutehtävä sisältää kaikki ne työt, mitkä ovat tarpeellisia pohjarakennussuunnitelman laadinnassa. Karkeasti jaoteltuina näitä ovat pohjatutkimukset, laboratoriotutkimukset, aineiston käsittely ja piirtäminen sekä suunnittelu. Pohjarakennussuunnittelutehtävän kustannukset esitetään prosenttilukuna rakennushankkeen kokonaiskustannuksista. Lisäksi esitetään henkilöveloitushinnat.

	yks.	Tehtävän ja olosuhteiden vaativuus helpot vaativat erittäin vaativat		
Talonrakennus				
- asuinrakennukset	%	0,1	0,5	1,0
- julkisen palvelun rakennukset	%	0,2	0,8	1,5
Kunnallistekniikka				
- kadut	%	3,5	7,0	10,0
- putkijohdot	%	4,0	7,0	10,0
- sillat	%	1	2	4
- alikulut				
- tunnelit	%	1	5	10

Henkilöveloitushinnat (SKOL 1.2.1984)

		mk/tunti
01	Erikoisasiantuntijat	181 - 228
02	Johtavat konsultit	169 - 174
03	Konsultit	150 - 159
04	Vanhemmat suunnittelijat	131 - 141
05	Suunnittelijat	99 - 110
06	Nuoremmat suunnittelijat ja erittäin kokeneet tekniset avustajat	90 - 105
07	Tekniset avustajat	78 - 85
08	Nuoremmat tekniset avustajat	64 - 82

Esimerkki pohjarakennussuunnitelman kustannusten arvioinnista esitetään kuvassa 3.

Pohjarakennussuunnittelutehtävän sisäinen kustannusjakautuma.

Pohjarakennussuunnittelutehtävän tärkeimpien osatehtävien kustannukset esitetään prosenttilukuna koko pohjarakennussuunnittelutehtävän kustannuksista.

	Tehtävän ja olosuhteiden vaativuus		
	yks.helpot	vaativat	erittäin vaativat
Suunnittelu	% 10	25	60
Aineiston ja tulosten käsittely-, piirtäminen ja tulostus	% 10	30	50
Pohjatutkimukset	% 5	40	75
Laboratoriotutkimukset	% 1	5	10

b) Pohjatutkimukset

Pohjatutkimuskustannukset esitetään yksikköhintaluettelona ja aikaveloitushinnastona. Yksikköhintaluetteloa voidaan käyttää yksityiskohtaisen kustannusarvion laadintaan silloin, kun pohjatutkimusolosuhteet ja maapohjan kerrospaksuudet voidaan arvioida riittävällä tarkkuudella. Luettelon avulla voidaan arvioida myös toteutettujen pohjatutkimusten kustannustasoa. Aikaveloitushinnasto soveltuu käytettäväksi silloin, kun maapohjatiedot ovat puutteellisempia. Sen avulla voidaan laatia pohjatutkimusten karkea kustannusarvio.

Yksikköhintaluettelo

Yksikköhintaluetteloa käytettäessä tulee ottaa huomioon, että pohjatutkimus sisältää yleensä useita työvaiheita. Pohjatutkimustöiden valvontakustannusten suuruus lasketaan prosentteina pohjatutkimusten kokonaiskustannuksista.

Esimerkki pohjatutkimusten kustannusten arvioinnista esitetään kuvassa 4 ja esimerkki tarkkailumittausten kustannusten arvioinnista kuvassa 5.

		tehtävän ja olosuhteiden vaativuus		
	yks.	helpot	vaativat	erittäin vaativat
Pohjatutkimusten valvonta pohjatutkimusten kokonaiskustannuksista	%	5	10	15
Työn aloitus ja lopetus ja kuljetukset/ryhmä				
- maakairaustöissä	kohde	500	1 000	1 500
- kalliokairaustöissä	kohde	1 100	1 600	2 100
Tavanomaiset mittaukset ja vaaitukset				
- 1 - 10 pistettä/kohde	kohde	350	850	1 400
- 5 - 20 pistettä/kohde	kohde	700	1 700	2 800
Pintavaaitus ja kartoitus				
- kesällä	ha	3 000	5 000	7 000
- talvella	ha	3 500	6 500	10 000
Ilmakuvaus, 1:4000 (n. 22- 26 ha/kuva)				
- 2 - 10 kuvaa	kohde	3 000	4 000	5 000
- lisäkuvat	kpl	180	200	250
Stereokartoitus	kohde	400	500	600
- uudiskartoitus, lisäveloitus	ha	100	140	210
- korkeuspisteet, lisäveloitus	kpl	0,25	0,30	0,40
Painokairaus käsin, pisto- ja lyöntikairaus	m	45	65	85
Painokairaus koneellisesti	m	38	48	58
Painokairaus monitoimikairalla	m	37	47	57
Puristinkairaus	m	37	47	57
Heijarikairaus	m	41	51	61
Puristin-heijarikairaus	m	41	51	61
Tärykairaus	m	51	73	95
Porakonekairaus käsiporakoneella	m	70	140	210
Porakonekairaus vaunuporakoneella	m	48	57	66
Putkikairaus vaunuporakoneella	m	100	119	136
Kallionäyttekairaukset				
- T 46 sydännäyte Ø 32 mm	m	240	268	295
Näytteenotto lapio- ja kierrekairalla	kpl	60	65	72
Näytteenotto pienoismäntäkairalla	kpl	74	82	90
Näytteenotto heijarikairalla	kpl	125	150	170
Näytteenotto järeärakenteisilla putkiottim.	kpl	105	125	143
Koekuoppa	kpl	1 000	5 000	10 000
Näytteenotto St II Ø 50 mm mäntäkairalla	nosto	213	237	261
Siipikairaus, normaali nopeus	hav	72	80	88
- " - , hidas	hav	30	40	

- 7 -

tehtävän ja olosuhteiden
vaativuus
yks. helpot vaativat erittäin
vaativat

Tarkkailumittauspisteet ja -laitteet asennettuina

- Lyhytaikaiset pohjaveden havaintoputket (muiden kenttätöiden yhteydessä), 1 - 3 kpl/kohde	kohde	700	1 300	2 000
- Pitkäaikaiset pohjaveden havaintoputket				
pituus 10 m, 1 - 3 kpl/kohde	kpl	3 900	4 700	5 500
pituus 20 m, 1 - 3 kpl/kohde	kpl	6 300	7 100	7 900
- Kiintopisteet maakerrokseen	kpl	500	750	1 000
- Kiintopisteet kallioon ja rakenteiden painumapultit 1 - 4 kpl/kohde	kohde	550	750	950
5 - 10 kpl/kohde	kohde	750	1 125	1 500
11 - 16 kpl/kohde	kohde	950	1 500	2 250
- Painumalevyt 1 - 4 kpl/kohde	kohde	1 500	3 300	4 600
5 - 8 kpl/kohde	kohde	3 200	5 200	7 100
9 - 12 kpl/kohde	kohde	5 600	7 500	9 600
- Pystypainumaletku, 1 havaintotaso/m				
pituus < 7 m, poraus moottoripainokairalla	kpl	2 000	2 400	2 800
pituus 7 - 14 m, poraus monitoimikoneella	kpl	2 600	4 200	5 900
pituus 15 m, poraus putkikalustolla	kpl	6 400	7 200	8 000
- lisämetrit, poraus putkikalustolla	m	350	400	450
- Huokospainekärki	kpl	5 500	7 500	9 500
- Sivusiirtymäputki				
putken pituus < 12 m	kpl	1 900	3 000	4 200
putken pituus 12 - 18 m	kpl	2 600	4 000	5 500
putken pituus > 18 m	m	250	300	350
Tarkkailumittaukset				
- pohjavesimittaukset	hav	80	100	120
- rakenteiden ja painumalevyjen painumamittaukset, 1 - 4 pistettä/kohde	kohde	280	375	750
5 - 10 pistettä/kohde	kohde	375	560	1 125
11 - 16 pistettä/kohde	kohde	560	750	1 500
- Pystypainumaletkujen painumamittaukset				
- < 10 havaintoa/kohde	kohde	375	470	650
- 11 - 20 havaintoa/kohde	kohde	650	950	1 125
- 21 - 30 havaintoa/kohde	kohde	1 125	1 300	1 500

tehtävän ja olosuhteiden
vaativuus
yks. helpot vaativat erittäin
vaativat

- Huokosvedenpaineen mittaukset				
- 1 - 5 havaintoa/kohde	kohde	280	375	570
- Sivusiirtymämittaukset sivusiirtymäputkesta, mittaukset neljältä sivulta, 15 havain- totasoa/putki	putki	500	620	760
Vesivolymetrikokeet, 3 koetta/kohde	kohde	500	750	1 000
Levykuormituskokeet,				
- 1 - 10 koetta/kohde	kohde	420	840	1 260
- 10 - 20 koetta/kohde	kohde	840	1 260	1 680

Aikaveloitushinnasto (geon hinnasto 1.2.1984)

Aikaveloitushinnasto sisältää tarvittavan työryhmän ja kaluston. Kustannusarviota laadittaessa on tunnettava kyseisiä olosuhteita vastaava työsaavutus. Käyttöesimerkki esitetään kuvassa 6.

Työn aloitus ja lopetus yhteensä

Kevyet kairaukset 850 mk/kohde

Raskaat kairaukset 1 700 -"-

Kevyet kairaukset

Painokairaus	1+1 mies		
käsiikäyttöinen kairaustyö		1 450	mk/työvuoro
moottorikäyttöinen kairaustyö		1 620	-"-
monitoimikone		2 240	-"-
työryhmän odotus	1 mies	1 650	-"-
		1 360	-"-
Heijarikairaus, automaatti	1+1 mies		
kairaustyö		1 825	-"-
työryhmän odotus		1 360	-"-
Tärykairaus	1+1 mies		
kairaustyö		1 620	-"-
työryhmän odotus		1 360	-"-
Siipikairaus (ei momenttiaivaimella)	1+1 mies		
kairaustyöt		1 620	-"-
monitoimikone		2 240	-"-
työryhmän odotus	1 mies	1 650	-"-
		1 360	-"-

Näytteenotto	1+1 mies		
pienoismäntä-, kierre- tai vastaava otin	1	450	-"-
Ø 42 - 60 mm mäntäotin (häiriin- tymätön näyte)	1	620	-"-
heiljarikairan näytteenotin	1	860	-"-
koekuopan kaivuu lapiotyönä	1	360	-"-
työryhmän odotus	1	360	-"-
porakonekairan näytteenotin	3	410	-"-
monitoimikone	2	240	-"-
	1 mies	1 650	-"-

Raskaat kairaukset

Puristinkairaus	1+1 mies		
käsiikäyttöinen	-		-"-
traktoriin asennettuna	2	240	-"-
monitoimikone	2	240	-"-
	1 mies	1 650	-"-
työryhmän odotus	1	360	-"-
Porakonekairaus	1+1 mies		
teholuokka kevyt	3	090	-"-
-"- keskiraskas	3	410	-"-
-"- raskas	3	830	-"-
Monitoimikone	2	810	mk/työvuoro
Työryhmän odotus:			
Teholuokka kevyt	1	870	-"-
-"- keskiraskas	2	070	-"-
-"- raskas	2	270	-"-
-"- monitoimikone	1	670	-"-
Sydännäytekairaus	1+1 mies		
Maakairaustyö Ø 66 - 100 mm	2	530	-"-
Kalliokairaustyö Ø 46 - 66 mm	2	530	-"-
Vesipainekokeet sydännäyttereistä	2	530	-"-
Työryhmän odotus	1	770	-"-

Mittaus ja vaaitus

1+1 mies

Tavanomainen mittaus ja vaaitus	1 425	-"-
Runkomittaus erikoiskalustolla (teodoliitit, distomaatit jne.)	1 710	-"-
(Hinnat eivät sisällä koordinaattien laskemista)		
Kairaustyön yhteydessä suoritettava mittaus ja vaaitus	1+1 mies 1 425 mk/työvuoro	

Työn geoteknillinen valvonta

Ilmoitetaan työn kokonaiskestoajasta laskettu
valvontaan tarvittavan ajan enimmäismäärä

Insinööritasoinen ylivalvonta	10 %	tutkimusryhmän työajasta
Teknikkotasoinen valvonta	25 %	- " -

Ylityölisä

Kahdelta ensimmäiseltä tunnilta	30 %	työvuorohinnasta
Seuraavilta tunneilta	15 %	-"-
Viikon kuudennelta työpäivältä	150 %	-"-

c) Laboratoriotutkimukset

Laboratoriotutkimukset veloitetaan kiinteän hinnaston mukaan. Maanäytteiden perustutkimuksiin kuuluvat peruskäsittely, vesipitoisuuden määrittäminen ja irtotiheyden määrittäminen, joiden hinta yhteensä on 66 mk/näyte. Häiriintyneistä savinäytteistä tehdään lisäksi kartiokoe B, joka tarkoittaa häirityn kartiolujuuden määrittäystä ja häiriintymättömistä savinäytteistä tehdään kartiokoe A, joka tarkoittaa häiriintymättömän ja häirityn kartiolujuuden määrittäystä. Häirityn savinäytteen perustutkimusten hinnaksi tulee näin ollen 116 mk/näyte ja häiriintymättömän 156 mk/näyte. Muut laboratoriotutkimukset tehdään eri sopimuksen perusteella.

Hinnasto (geon hinnasto 1.2.1984)	yks.	mk
Maanäytteen peruskäsittely	näyte	22
Vesipitoisuuden määrittely	koe	22
Raekoostumuksen määrittely		
Kuivaseulonta	koe	100
Pesuseulonta	koe	170
Areometrikoe	koe	145
Humuspitoisuuden määrittely		
Hienorakeisten maalajien humuspitoisuus		
- kuivapoltto tai märkäpoltto	koe	80
Karkearakeisten maalajien humuspitoisuus		
(NaOH)	koe	40
pH:n määrittely	koe	50
Irtotiheyden määrittely	koe	22
Kiintotiheyden määrittely		
- Pyknometrimenetelmä	koe	
Atterbergin rajojen määrittely	koe	200
Kartiokoe A (häiriintymätön ja häiritty lujuus)	koe	90
B (vain häiritty lujuus)	koe	50
Puristuskoe	koe	100
Ödometrikoe		
- kokeen järjestely + 5 kuormitusta	koe	500
- seuraavat kuormitukset	kpl	70
Proctor-koe, parannettu		
- maksimi-irtotiheyden ja optimivesipitoisuuden määrittely	koe	300
- erillinen sullonta	koe	80
Kolbuszewskin tiiviyskoe	koe	270
Vedenläpäisevyyden määrittely		
- 3 havaintosarjaa	koe	250
- seuraavat havaintosarjat	kpl	15
Kapillaarisen nousukorkeuden määrittely	koe	90

Yksikköhintoihin sisältyvät Suomen Konsulttitoimistojen Liitto SKOL ry:n "Geoteknisten laboratoriotutkimusten yleiset veloitusperusteet" mukaiset työt.



Helsingin kaupungin kiinteistövirasto
GEOTEKNINEN OSASTO

Numero

Päivämäärä

Vähäaho/Kärkiö/em

Helsinki 9.10.1984

Tilaus: HKR/talosuunnitteluosasto

TNo 3146

Kohde: PERUSVIRASTON TOIMITALON RAKENTAMISEEN
LIITTYVÄ POHJARAKENNUSSUUNNITTELU

Asia: ARVIO KUSTANNUKSISTA

Arvioimme otsikon mukaiseen työhön kuluvaan resurssijamme
vuoden 1985 syyskuun alkuun seuraavasti:

Suunnittelutyöt:

- suunnittelun ohjaus (7 h)	1 500,-
- perustamistapojen selvittäminen (35 h)	6 000,-
- kustannusselvitykset (15 h)	2 500,-
- pohjarakennussuunnitelman laatiminen (50 h)	8 000,-
- piirtäminen, käsittely ja tulostus (100 h)	8 000,-
- atk-kulut (14 h)	2 500,-
- kopiointi	5 000,-
Suunnittelut, yhteensä	<u>33 500,-</u>

Kenttätötyöt:

- työnjohto (10 % kenttätöiden kustannuksista)	4 500,-
- mittaus ja vaaitus, johtotietojen hankinta ja paikallistaminen	3 000,-
- työn aloitus ja lopetus, kuljetus:	
kevyet kairaukset	850,-
raskaat kairaukset	1 700,-
- painokairaus 25 pistettä á 550,-	13 750,-
- porakonekairaus 10 pistettä á 700,-	7 000,-
- pohjavesiputkien rakentaminen 2 kpl á 600,-	1 200,-
- " " havainnointi 12 kertaa á 2 x 100,-	2 400,-
- häiriintyneet näytteet 5 pistettä á 1 200,-	6 000,-
- häiriintymättömät näytteet 1 piste á 1 500,-	1 500,-
- laboratoriokokeet	6 000,-
Kenttätötyöt yhteensä	<u>47 900,-</u>

Pohjarakennustöiden valvonnan osalta voidaan tässä vaiheessa
ennakoiden arvioida työmääräksi n. 45 h eli valvontakustan-
nuksiksi muodostuisi n. 8 000,- mk.

Ehdotamme tilauksenne kattosummaksi asetettavan 90 000,- mk
ja että sitä mahdollisten työmäärien muutosten mukaisesti
tarkistettaisiin.

Ilkka Vähäaho
apul.osastopäällikkö

Hannu Kärkiö
toimistopäällikkö

Kvgt 12

Osoite
Yrjönkatu 21 b A
00100 HELSINKI 10

Puhelin
Vaihde 547 801

Kuva 3. Esimerkki pohjarakennussuunnitelman kustannusten
arvioinnista.

POHJATUTKIMUSTEN KUSTANNUSTEN ARVIOINTI YKSIKKÖHINNOILLA

Kohteen olosuhteet ovat keskimäärin vaikeat. Poikkeuksena ovat pintavaaitukset ja kartoitukset, joiden osalta olosuhteet ovat erittäin vaativat.

Kohteessa tehdään kartoitus, 10 painokairaus, 2 siipikairaus ja otetaan häiriintymättömiä näytteitä yhdestä tutkimuspisteestä.

Työn aloitus ja lopetus ja kuljetukset	1 000,-
Pintavaaitus ja kartoitus 0,75 ha	5 250,-
Tavanomaiset mittaukset ja johtotietojen hankinta	1 000,-
Painokairaus 10 pistettä $\times$ 15 m = 150 m	7 050,-
Siipikairaus 2 pistettä $\times$ 12 havaintoa = 24 havaintoa	1 920,-
Maanäytteiden otto kolmelta eri syvyydeltä	710,-
	<u>16 930,-</u>
Pohjatutkimusten valvonta n. 10 %	1 600,-
Maanäytteistä perustutkimusten lisäksi pH ja ödometri-	
kokeet, 706 mk/näyte	2 118,-
	<u>20 650,-</u>
Tutkimukset yhteensä	=====

Kuva 4. Esimerkki pohjatutkimuskustannusten arvinnista yksikköhintojen avulla.

TARKKAILUMITTAUSTEN ARVIOINTI YKSIKKÖHINNOILLA

Kohteeseen rakennetaan 2 sivusiirtymäputkea ja havaitaan sivusiirtymät 1 vuoden ajan kerran kuukaudessa. Seuraavana vuonna havainnot tehdään joka toinen kuukausi. Olosuhteet ovat helpot.

Työn aloitus ja lopetus, kevyet kairaukset	500,-
Mittaukset ja vaaitukset ja johtotietojen hankinta	850,-
Painokairaus 2 pistettä $\times$ 18 m = 36 m	1 370,-
Sivusiirtymäputkien asennus 2 $\times$ 2 600,-	5 200,-
Sivusiirtymähavainnot 12 $\times$ 500,-	6 000,-
	<u>13 920,-</u>
Työnjohto (n. 10 %)	1 300,-
	<u>15 220,-</u>
	=====
Toisen vuoden havainnot 6 $\times$ 500,-	3 000,-
Työnjohto (n. 8 %)	240,-
	<u>3 250,-</u>
	=====

Kuva 5. Esimerkki tarkkailumittausten kustannusten arvinnista yksikköhintojen avulla.

POHJATUTKIMUSTEN KUSTANNUSTEN ARVIOINTI TYÖVUOROHINNOILLA

Kohteessa tehdään 10 heijarikairausta, 5 porakonekairausta ja rakennetaan lyhytaikainen pohjaveden havaintopiste sekä havaitaan pohjavettä 1 vuoden ajan.

Aloitukset ja lopetukset ja kuljetukset, kevyet kairaukset	850,-
Mittaukset ja vaaitukset ja johtotietojen hankinta 0,5 työvuoroa	855,-
Heijarikairaus 10 pistettä á 7 m, 2,5 työvuoroa	4 560,-
Porakonekairaus: aloitus ja lopetus ja kuljetukset, raskaat kairaukset	1 700,-
5 pistettä á 10 m, 1 työvuoro	3 410,-
Pohjaveden havaintopiste: rakentaminen	700,-
- pohjavesihavainnot 12 kpl á 100,-	1 200,-
	13 275,-
Työnjohto (n. 10 %)	1 300,-
Pohjatutkimukset yhteensä	14 600,-
	=====

Kuva 6. Esimerkki pohjatutkimuskustannusten arvioinnista aikaveloitushintojen avulla.

1 MAA- JA POHJARAKENNUSKUSTANNUKSET

Maa- ja pohjarakennustöinä käsitellään rakennusalueella tehtävät maarakennustyöt ja perusrakenteiden alapuoliset pohjarakenteet sekä pohjanvahvistustyöt. Pohjarakennuskustannusten laskentaesimerkki maarakennuksen osalta esitetään kuvassa 8 ja kalliorakennuksen osalta kuvassa 9.

Tilavuuskäsitteet ja massakertoimet maa-ainesten osalta esitetään liitteissä 1 - 8 ja kiviainesten osalta liitteissä 9 - 11. Maalajien kaivuluokitus esitetään liitteessä 12.

11 Raivaus ja purku 1.2.1984

Raivaus sisältää juurien, kantojen ja muun kuin hyötypuun ja irtokivien poiston rakennusalueelta. Hyötypuun korjuun hintatiedot koskevat puustoa, jonka määrä on 100 - 300 kiintokuutiometriä/ha. Vanhojen rakennusten ja rakenteiden mittausyksikkönä on rakennuksen tilavuus.

Kaatopaikkojen vastaanottomaksuja ei toistaiseksi ole peritty sellaisista massoista, jotka soveltuvat kaatopaikkojen rakentamiseen.

		Tehtävän ja olosuhteiden vaativuus		
	yks.	helpot	vaativat	erittäin vaativat
111 Raivaus	m ²	2	3 5,09	5
114 Hyötypuun korjuu	k-m ³	30	45	60
- 100 - 300 k-m ³ /ha	m ²	0,5	1	2
117 Vanhojen rakennusten ja rakenteiden purku				
- puurakennukset	rakenne-m ³	10	15	20
- kivirakennukset	rakenne-m ³	17	24	30
118 Purku- ja raivausjätteiden kuljetus				
- kuormaus	m ³ itd	4	6	10
- kuljetus 0 - 1 km	m ³ itd	5	6	7
- lisäkilometrit	m ³ itd	1	1,5	2
- vastaanottomaksu: läjitysalueella	kuorma	25	25	25
kaatopaikalla: 10 mk/kuorma +	1000 kg	84	84	84

12 Maankaivu 1.2.1984

Maankaivun kustannuksia arvioitaessa on huomattava, että kaivutyöhön liittyy yleensä kohdassa 128 esitettävä kaivumaiden kuljetustehtävä...

		Tehtävän ja olosuhteiden vaativuus		
		yks.	helpot	vaativat erittäin vaativat
121	Pintamaan poisto			
	Ruokamullan (h=20 cm) irrotus ja kokoaminen	m ²	3	5 7
122	Tasokaivu (h≤1 m, kaivu ja kuormaus)	m ²	4	6 8
123	Tilavuuskaivu (h>1 m, kaivu ja kuormaus)			
	V = 1 000 m ³	m ³ ktr	5	7 10
	V = 10 000 m ³	m ³ ktr	3	5 7
	Vedenalainen kaivu (kaivu ja kuormaus)			
	- avokaivannosta	m ³ ktr	10	15 30
	- tuetusta kaivannosta	m ³ ktr	20	30 60
	- ruoppaus kauhakuormajalla + proomukulj. 5 km	m ³ ktr	10	20 40
	- ruoppaus imuruoppajalla + siirto putkella 1,5 km	m ³ ktr	5	15 30
124	Peruspohjan kaivu (kaivu ja kuormaus)			
	- perustusten kaivu	m ³ ktr	11	13 16
	- kaivannon pohjan tasaus lapiolla	m ²	3	4 5
125	Syvennysten kaivu (kaivu ja kuormaus)			
	- Kuoppien ja kaivojen kaivu	m ³ ktr	15	22 30
126	Kanaalikaivu (kaivu ja kuormaus)			
	- Kanaalien ja ojien kaivu avokai- vannosta	m ³ ktr	10	15 20
	- Kanaalien ja ojien kaivu tuetusta kaivannosta	m ³ ktr	10	20 30
127	Kaivu rakennusalueella			
	- Maankaivu paalujen ympäriltä (kai- vu ja kuormaus)	m ³ ktr	25	30 40
	- Maankaivu lapiolla	m ³ ktr	50	60 70
128	Kaivumaiden kuljetus			
	- Maamassojen puskusiirto 0-70 m	m ³ ktr	4	5 7
	- Maamassojen kuormaus	m ³ ktr	5	7 10
	- Maamassojen kuljetus 0 - 1 km	m ³ ktr	6	7,5 9
	- Lisäkilometrit	m ³ ktr x km	2	3 4
	- Proomukuljetus 5 km	m ³ itd	4	6 10

13 Louhinta

Louhinnan kustannuksia arvioitaessa on tarkkailumittausten kustannukset arvioitava erikseen. Maanalaisen louhinnan hinta ei ole markkinatilanteesta johtuen noussut yleistä kustannusten nousua vastaavasti vuoden 1984 aikana.

a) Louhinta rakennuspohjaa ja putkijohtoja varten 1.10.198

Louhinnan yksikkökustannukset laskevat louhintamäärien kasvaessa. Mikäli louhintamäärä nousee 10 000 m³:in, laskevat yksikkökustannukset noin 20 %. Alle 1 000 m³ kohteissa on työmaan aloitus- ja lopetuskustannukset otettava erikseen huomioon.

Kohdissa 131 pintalouhinta, 132 avolouhinta, 133 syvennyslouhintaa, 134 kanaalilouhintaa ja 136 rusnaus tarkoitetaan tehtävän ja olosuhteiden vaativuudeltaan helpoilla kohteilla sellaisia, joiden louhintamäärä on 1 000 m³. Vaativilla kohteilla tarkoitetaan kaupunkialueella tapahtuvaa louhintaa. Erittäin vaativilla kohteilla tarkoitetaan rakennusten rajoittamalla alueella tapahtuvaa louhintaa.

Hintatiedot perustuvat pääosin rakennuskustannuskortiston hintatietoihin.

		yks.	tehtävän ja olosuhteiden vaativuus helpot vaativat erittäin vaativat		
130	Louhintatyömaan aloitus- ja lopetus	kohde	2 500	3 000	4 000
	Kallionpinnan puhdistus louhintaa varten	m ²	3	5	7
	Tärinämittarin vuokra	vrk	40	40	40
131	Pintalouhintaa, h ≤ 1 m				
	louhintaa, irrotus, kokoaminen ja kuormaus	m ² rtr	52	75	91
132	Avolouhintaa, h > 1 m				
	louhintaa, irrotus, kokoaminen ja kuormaus	m ³ ktr	52	75	349,53 91
				Siis 349,53 91 ei sisältänyt porin kuluja tms.	

	yks.	tehtävän ja olosuhteiden vaativuus helpot vaativat erittäin vaativat		
133 Syvennyslouhintaa				
h < 1 m	m ² rtr	84	106	123
h ≥ 1 m	m ³ ktr	79	96	112
134 Kanaalilouhintaa (ei kadulla)				
Kanaalin leveys alle 1,0 m	m ³ ktr/mtd	120	154	176
- " - 1,0 - 1,5 m	m ³ ktr/m ² rtr	105	127	150
- " - 1,5 - 3,0 m	m ³ ktr/m ² rtr	84	106	123
136 Rusnaus				
rikkoutuneen kerroksen poisto ja kuor- maus sekä alustan puhdistus kantavien rakenteiden kohdilta	m ² rtr/m ³ ktr	52	58	69

b) Kalliotilojen louhintaa

Tunnelien, kalliotilojen sekä pystykuilun louhinnassa tarkoitetaan vaativuudeltaan helpoilla kohteilla graniitin louhintaa. Vastaavasti vaativilla tarkoitetaan migmatiittisten kivilajien louhintaa ja erittäin vaativilla tarkoitetaan Vuosaaren amfiboliittien louhintaa.

Tunnelilouhintaa sisältää louhinnan lisäksi louheen kuormauksen ja kuljetuksen 0-1 km tunnelin suuaukolta. Suhdannealtis.

135 Tunnelien ja kalliotilojen louhintaa 1.1.1984

	yks.	tehtävän ja olosuhteiden vaativuus helpot vaativat erittäin vaativat		
2-perälouhintaa ilman värinärarajoituksia				
Pinta-ala 6 m ²	jm	2 110	2 350	3 170
10 m ²	jm	2 370	2 630	3 550
14 m ²	jm	2 590	2 880	3 890
18 m ²	jm	2 810	3 120	4 210
22 m ²	jm	3 010	3 350	4 520
28 m ²	jm	3 380	3 760	5 080
40 m ²	jm	3 960	4 400	5 940
1-perälouhintaa ilman värinärarajoituksia				
Pinta-ala 6 m ²	jm	2 610	2 900	3 910
10 m ²	jm	2 950	3 280	4 430
14 m ²	jm	3 240	3 600	4 860
18 m ²	jm	3 540	3 930	5 310
22 m ²	jm	3 830	4 260	5 750
28 m ²	jm	4 310	4 790	6 470
40 m ²	jm	5 040	5 600	7 560

Momentaanisen räjähdysainemäärän rajoittaminen tavanomaisesta

$Q_{\text{mom}} = 4$ kg nostaa tunnelilouhinnan kustannuksia seuraavan taulukon mukaisesti:

Q_{mom} kg	Kustannuskerroin k
4	1,00
3	1,13
2	1,26
1	1,38

tehtävän ja olosuhteiden
vaativuus
yks. helpot vaativat erittäin
vaativat

Tunnelin poraus 1982

Graniittigneissi(Tunnels &
Tunneling 1984, Jan.)

$\emptyset$ 3 500 mm, A = 9,6 m ²	jm	3 750
--	----	-------

Kuilunlouhinta 1.1.1984

Pystykuilun louhinta, pituus 30-40 m,
pitkäreikäisuus

- pinta-ala 5 m ²	jm	3 000
10 m ²	jm	5 000

Kuilun poraus, pituus 40 m 1.9.1984

$\emptyset$ 1 500 mm	kpl	3 000	4 000
$\emptyset$ 2 100 mm	kpl	4 000	5 000
$\emptyset$ 2 400 mm	kpl	5 000	6 000

c) Kallion lujitus ja tiivistys

137 Lujitustyöt

Kallioon juotetut pultit 1.10.1984

Juotoksen syvyys(cm)	x) $\emptyset$ 20 mm mk/kpl	y) $\emptyset$ 25 mm mk/kpl	z) $\emptyset$ 25 mm mk/kpl
100	50	61	140
160	81	99	180
240	122	149	226
320	162	199	276

Lisähinta juotoksen

yläpuolelle tarvittavasta

pituudesta x = 9,00 mk/m y = 13,50 mk/m

z = kiilalla ja aluslevyllä.

Ruiskubetonointi 1.1.1984.

Kustannukset koskevat 1 000 - 3 000 m² ruiskubetonointia. Suuremmissa kohteissa 6 cm ruiskubetonointi 100 m² alalle vaatii noin 8 tuntia 3 miehen ryhmältä. Pienissä kohteissa on 8 tunnin työsaavutus noin 50 m².

Ruiskubetonimenetelmässä betonin hukka on noin 30 - 50 %. Tämän betonin poisto ja pesu vaatii 1 apumiehen koko työn ajaksi. Työmaalla tarvittavan sähkön ja paineveden kustannukset on arvioitava erikseen.

Betonimassan 1 % hinnankorotus nostaa ruiskubetonoinnin hintaa n. 0,35 - 0,40 %.

	yks.	tehtävän ja olosuhteiden vaativuus helpot vaativat erittäin vaativat		
Betonimassa K 35 ja ruiskubetonityö				
- 4 cm kerros	m ²	63	64	64
- 7 cm "	m ²	110	120	120
- 10 cm "	m ²	160	170	170
- lisäveloitus apumiehestä	h	40	50	60
Alustan verkkoitus materiaaleineen				
- B 500 3,4 - 100 hehkutettu	m ²		25	
(vanha merk.BSTG No 5 Ø 3,4 ≠ 100 mm)				
Salaojan teko ruiskubetonoinnin yhteydessä sekä tarvittavat materiaalit	m		50	
Kallion injektointityöt 1.1.1984				
Injektointireiän poraus (ei keskeytä louhintaa)				
- L = 0 - 8 m	m		30	
- L = 0 - 20 m	m		40	
Injektointireiän poraus (keskeyttää louhinnan)				
- L = 0 - 8 m	m		55	
- L = 0 - 20 m	m		75	
Vesimenekkikoe	kpl		350	
Injektointityö (ei keskeytä louhintaa)				
- työryhmä 1+2 ja injektointikalusto	h		400	
Injektointityö (keskeyttää louhinnan)				
- työryhmä 1+2 ja injektointikalusto	h		550	
Sementti injektointuna	50 kg		40	

tehtävän ja olosuhteiden
vaativuus
yks. helpot vaativat erittäin
vaativat

d) Louheen käsittely

138 Louheen kuljetus 1.3.1984

Kuljetus 0 - 1 km (KTK)	m ³ itd	5,5	5,8
- lisäkilometrit (KTK)	m ³ itdxkm	1,3	1,4

139 Louheen murskaus 1.3.1984

Louheen murskaus ja siirto työmaavarastoon

- raekoko 0 - 12 mm	m ³ ktr	35
" 0 - 32 mm	m ³ ktr	25
" 0 - 100 mm	m ³ ktr	23

Louheen käyttöarvo

Louheen käyttöarvo voidaan arvioida kaavasta:

$$A_L = A_{MU} - K_{LOK} - M - K_{MUK}$$

Missä A_L on louheen arvo louheen sijaintipaikalla A_{MU} murskeen/louheen arvo käyttökohteessa/murskaamalla K_{LOK} louheen kuljetuskustannus louheen sijaintipaikalta murskauspaikalle M murskauskustannus haluttuun raekokoon K_{MUK} murskeen kuljetuskustannus murskaamolta käyttökohteeseen.

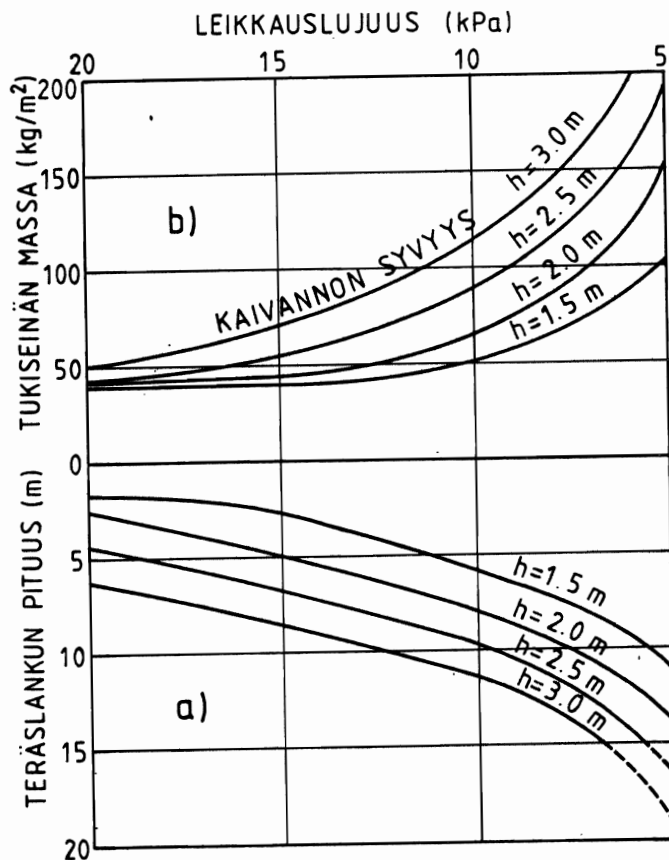
Poisjäävät työvaiheet merkitään kaavassa 0 mk.

14 Pohjarakenteet ja pohjanvahvistus

141 Kaivantojen tuenta 1.2.1984

Tukiseinän hinta esitetään seinän pinta-alaa kohti laskettuna. Seinän pinta-alalla tarkoitetaan näkyvissä olevan seinän osan lisäksi kaivannon pohjan alapuolella olevaa seinän alaosaa.

Teräsponttiseinän teräslankkujen ainemenekki ja lankkujen pituudet kapeissa kaivannoissa savimaassa esitetään kuvassa 7. Teräslankkujen teoreettinen pituus esitetään kuvassa 7a. Tarvittava pituus on usein lujempien maakerrosten sijainnista johtuen vain osa teoreettisesta pituudesta. Teräslankkujen teoreettinen ainemenekki pinta-alayksikköä kohden esitetään kuvassa 7b. Tarvittava ainemenekki on yhtä suuri osa teoreettisesta ainemenekistä kuin tarvittava pituus on teoreettisesta pituudesta.



Kuva 7. Teräslankkuseinän teräslankkujen ainemenekki ja lankkujen pituus kapeissa kaivannoissa savimaassa. Maanpinnalla 10 kN/m² kuormitus. Teräs Fe 37. Teräslankut ponttiin lyötynä.

Terästuennan ainemenekki on laskettu 1,5 m leveän kaivannon sisäpuoliselle tuennalle. Ainemenekki tukiseinän juoksumetriä kohden esitetään prosenttilukuna seinämateriaalin pinta-alayksikön massamäärästä eli ainemenekistä $7 \text{ (kg/m}^2\text{)}$.

Kun kaivannossa on 1 tukitaso ja kaivannon syvyys on 1,5 - 2,5 m, on yhden seinän tukemiseen tarvittava teräsmäärä (kg/jm) = 42 % seinäneliön massasta (kg/m²) + 5 ... 15 kg tuennan ja olosuhteiden vaativuuden mukaan.

Kun kaivannossa on 2 tukitasoa ja kaivannon syvyys on 2,5 - 3,0 m, on yhden seinän tukemiseen tarvittava teräsmäärä (kg/jm) = 39 % seinäneliön massasta (kg/m²) + 55 ... 85 kg tuennan ja olosuhteiden vaativuuden mukaan.

Teräslankkujen ja terästukien materiaalikustannukset huomioidaan seuraavasti:

100 %	materiaalilla	1	käyttökerta	
50 %	"	2	käyttökertaa	
25 %	"	5	"	
15 %	"	10	"	tai enemmän.

	yks.	Tehlävän ja olosuhteiden vaativuus helpot vaativat erittäin vaativat		
Puuponttiseinä (sisäpuoliset tuet, materiaa- leilla yksi käyttökerta)	seinä-m ²	150	175	225
Teräsponttiseinä: vaatimattomat seinät tukineen				
- tilapäinen	seinä-m ²	130	160	200
- pysyvä	seinä-m ²	225	250	300
Teräslankut (hankinta)	kg	3,0	3,4	3,8
Terästuet (hankinta)	kg	2,9	3,2	3,5
Teräslankkujen lyöntityöt ja sisäpuolisten tukien asennustyöt pienissä putkikaivannoissa				
- kaivinkoneella	seinä-m ²	5	15	50
- paalutuskoneella	seinä-m ²	10	50	100
Teräslankkujen lyöntityö syvissä kaivannoissa				
- ponttiin lyötynä	seinä-m ²	100	150	250
- ei ponttiin lyötynä	seinä-m ²	10	75	150
Teräsputket Ø 700 - 1500 mm suurpaalutuskalustolla asennettuina	m	1500	2000	2500
Teräsponttiseinä syvissä kaivannoissa vaakapalkkeineen ilman tuentaa				
- h = 4 - 10 m	seinä-m ²	400	450	500
- h = 15 m	seinä-m ²	400	500	600
Settiseinä	seinä-m ²	400	500	600
Kaivantoseinä	seinä-m ²	3000	3500	5000
Kaivinpaaluseinä	seinä-m ²	3500	4000	4500

	yks.	Tehtävän ja olosuhteiden vaativuus helpot vaativat erittäin vaativat		
Ankkurointi				
Ankkuritöiden kiinteät kustannukset	kohde	2000	5000	7000
Kallioankkurit, lyhytaikaiset				
≤ 0,8 MN, l = 10 m	kpl	4000	4500	5000
- lisämetrit: l = 10 - 20 m	m	150	200	250
≤ 1,8 MN, l = 10 m	kpl	6000	6800	7500
- lisämetrit: l = 10 - 20 m	m	250	300	350
≤ 3,0 MN, l = 10 m	kpl	9000	10000	11000
- lisämetrit, l = 10 - 20 m	m	300	350	400
Maa-ankkurit				
≤ 0,6 MN, l = 10 m	kpl	3000	3500	4000
- lisämetrit, l = 10 - 20 m	m	250	300	350
Pitkäaikaiset korroosiosuojatut ankkurit ovat noin 20 - 40 % kalliimpia.				

142 Työnaikainen kuivanapito 20.1.1984

Sähkömoottoripumppujen vuorokausikustannukset sisältävät sähkömoottoripumpun ja tarvikkeet sekä tarvittavan sähköenergian. Polttomoottoripumpun työvuorokustannukset sisältävät vastaavasti polttomoottoripumpun ja tarvikkeet sekä tarvittavan polttoaineen. Suodatinputkilaitteiston käytön valvonta sisältää työajalla tehtävän valvonnan lisäksi työajan ulkopuolisen valvonnan vartiointiliikettä käyttäen.

		tehtävän ja olosuhteiden vaativuus		
		yks.	helpot	vaativat erittäin vaativat
Suoraan kaivannosta pumppaamalla				
- 500 l/min., 1 sähkömoottoripumppu	vrk	70	90	130
1 polttomoottoripumppu	työvuoro	350	400	450
- 1000 l/min., sähkömoottoripumppu	vrk	80	120	160
- 2000 l/min., 1 sähkömoottoripumppu	vrk	90	180	220
Suodatinputkilaitteistolla, 10-30 kärkeä				
- laitteiden asennus ja purku	kärki	250	360	470
- pumppaus	kärki x vrk	20	35	45
- käytön valvonta	kärki x vrk	4	8	12

. 1,25

143

Lyöntipaalutus 1.2.1984

Puupaalun halkaisijalla tarkoitetaan paalun latvaläpimittaa. Paine-
nekyllästetyn puupaalun sekä painekyllästyksen hinta esitetään
paalumateriaalin kiintokuutiometriä kohden.

yks. tehtävän ja olosuhteiden
vaativuus
helpot vaativat erittäin
vaativat

Paalutuskoneen kuljetukset ja lastaukset
(otettava erikseen huomioon, jos paalu-
määrä ≤ 100 kpl)

- kohteen etäisyys alle 30 km	kohde	2500	3500	5000
Puupaalut (hankinta+paalutustyö)				
- Ø 6"	m	25	30	40
- Ø 7"	m	30	35	45
- paalun painekyllästys	k-m ³	160	200	300
- painekyllästetty paalu (materiaalihinta)	k-m ³	890	910	1100
- hylsyjatkos	kpl	150	165	180
- paalun katkaisu	kpl	15	17,5	20
Teräsbetonipaalut (hankinta+paalutustyö)				
- 250 x 250 mm ² , 3 - 9 m	m	85	90	100
- 10 - 12 m	m	100	105	115
- 13 - 14 m	m	115	120	125
- 15 - 16 m	m	125	130	135
- kalliokärki	kpl	420	430	440
- K-50-lisä	m	7	7	7
- taivutusjäykkä jatkos	kpl	420	450	480
- paalun katkaisu	kpl	35	40	45
- katkaisu ja terästen esilleotto 400 mm	kpl	55	60	65
- 300 x 300 mm ² , 3 - 11 m	m	125	130	140
- 12 m	m	135	140	145
- 13 - 15 m	m	145	150	155
- 16 m	m	153	158	163
- kalliokärki	kpl	480	490	500
- K-50-lisä	m	8,5	8,5	8,5
- taivutusjäykkä jatkos	kpl	520	550	580
- paalun katkaisu	kpl	45	50	55
- katkaisu ja terästen esilleotto 400 mm	kpl	70	75	80

	yks.	tehtävän ja olosuhteiden vaativuus helpot vaativat erittäin vaativat		
Täytteen läpäisy apupaalulla ilman ylimää- räistä nostokalustoa	kpl	80	90	100
- apupaalun nostossa erikoiskalusto	kpl	150	250	350
Tarkistusputki Ø 50 mm paalussa	m	60	60	60
Paalun lyöntityö maalla				
- puupaalut	m	8	12	20
- teräsbetonipaalut 250 x 250 mm ²	m	10	15	30
- "- 300 x 300 mm ²	m	12	18	35
Kalliokärjen lyöntityö maalta	kpl	50	80	120
Ponttoonilta tehtävän paalutustyön kiint. kust.	kohde	50000	100000	
Ponttoonikaluston vuokra	vrk	1000	2000	
Paalun lyöntityö ponttoonilta				
- teräsbetonipaalut 250 x 250 mm ²	m	40	60	80
- "- 300 x 300 mm ²	m	50	80	110
Kalliokärjen lyöntityö ponttoonilta	kpl	100	130	200
Ratakiskot (hankinta) 30 kg/m	m	28	30	31
- "- 43 kg/m	m	41	43	45
- "- 59 kg/m	m	56	59	62
Paaluhatut asennettuna				
- 800 x 800 mm ²	kpl	225	250	300
- 1000 x 1000 mm ²	kpl	300	330	375
- 1200 x 1200 mm ²	kpl	375	400	450

144 Suur- ja erityispaalutus 1.2.1984

Paalutuksen kustannukset arvioidaan lisäämällä paalutuskohteen kiin-
teisiin kustannuksiin paalumetrimäärästä ja erityistehtävistä ai-
heutuvat kustannukset. Kohteen kiinteät kustannukset aiheutuvat mm.
paalutuskaluston lastaus- ja kuljetuskustannuksista.

	yks.	tehtävän ja olosuhteiden vaativuus helpot vaativat erittäin vaativat		
Suurpaalutuskaluston lastaus- ja kulje- tuskustannukset	kohde	15000	20000	30000

	yks.	tehtävän ja olosuhteiden vaativuus helpot vaativat erittäin vaativat		
Kaivinpaalu				
- Ø 700 mm	m	1800	2400	3500
- teräsvaipan Ø 600 mm lisähinta	m	250	350	450
- Ø 900 mm	m	2000	3000	4500
- teräsvaipan Ø 750 mm lisähinta	m	300	400	500
- Ø 1200 mm	m	2500	3500	5000
- teräsvaipan Ø 1050 mm lisähinta	m	400	500	600
- Ø 1500 mm	m	3000	4000	6000
- teräsvaipan Ø 1350 mm lisähinta	m	500	600	700
Alapään meislaus	m ³	6000	9000	12000
Kallion etukäteisräjäytys ennen				
- Ø 900 mm työputkea	kpl			
- Ø 1200 mm -"-	kpl			
Tapitukset (injektoituna)				
- teräs Ø 60 mm	kpl	950	1200	1450
- teräs Ø 100 mm	kpl	1050	1400	1750
Injektointi				
Tarkistusputki paalussa				
- Ø 60 mm	m	15	20	25
- Ø 75 mm	m	27	32	37
- Ø 102 mm	m	50	60	70
- Ø 125 mm	m	80	90	100
Frankipaalu	kohde	10000	20000	30000
	m	650	800	1000
Vibrex-paalu	kohde	10000	15000	20000
	m	400	600	1000
Porapaalu	kohde	10000	12500	15000
- Ø 50 mm teräs	m	400	650	800
- Ø 75-100 mm teräs	m	600	850	1000
- Ø 120 mm	m	800	1000	1200
Terässydänpaalu lyömällä	kohde	5000	7500	10000
50 - 120 mm Ø sydän	m	200	400	600
Puristuspaalu	kohde	5000	10000	15000
	m	500	750	1000
Gustavsberg-paalu	kohde	7500	10000	12500
	m	150	300	450
X-paalu	kohde	15000	20000	30000
	m	300	450	650

146 Erityiset pohjarakenteet ja menetelmät 1.4.1984

Pohjaantäyttö ja painopengerrys sisältävät täytemateriaalin vastaanoton, levityksen ja tiivistyksen puskukoneella. Pohjaantäytössä mahdollisesti tarvittavan kaivun sekä valvontamittausten kustannukset tulee arvioida erikseen.

Tunnelinlouhinta tuottaa louhetta työvuorossa 125 - 300 m³rtd. Maa-leikkauksen maksimituotoksi voidaan arvioida noin 1000 m³rtd työvuorossa.

		tehtävän ja olosuhteiden vaativuus		
		yks.	helpot vaativat	erittäin vaativat
Painopengerrys	125 - 300 m ³ /työvuoro	m ³ rtd	4	6
	300-1000 m ³ /työvuoro	m ³ rtd	2	4
Pohjaantäyttö	125-300 m ³ /työvuoro	m ³ rtd	5	7
	300-600 m ³ /työvuoro	m ³ rtd	3	5

147 Maaperän lujitus ja tiivistys 1.3.1984

Pystyjoituksessa on huomioitava maanpinnassa olevan täytteen läpäisyn vaikutus kustannuksiin. Kivettömän, keskitiiviin hiekan läpäisy voidaan 1,5 - 2,0 m paksuuteen saakka yleensä tehdä ilman erikoistoimenpiteitä.

Syvästabiloinnissa käytetään halvempaa hintaa sille osalle pilaria, jolle ei syötetä stabilointiainetta. Kalkkistabiloinnin kustannukset koskevat 200 mm pintastabilointia, jossa kalkin menekki on 10 - 15 kg/m².

		tehtävän ja olosuhteiden vaativuus		
		yks.	helpot vaativat	erittäin vaativat
Pystyojat		m	5	7
- täytteen läpäisy apupaalulla		kpl	35	40
Syvästabilointi kalkkipilarein		m	25	35
- vain porattuna		m	15	25
Kalkkistabilointi (h=200 mm)		m ²	15	22

- 15 Salaojat ja putkijohdot
151 Salaojat 1.3.1984

Salaojasora jaotellaan kirjan RIL 126, Rakennusten ja tontti-alueiden kuivatus, mukaisesti. Salaojasoran tulee täyttää ohjealueen 1 vaatimukset silloin, kun salaojituskerroksen tehtävänä on johtaa siihen kertyvä vesi salaojiin sekä lisäksi katkaista kapillaarinen vedennousu. Ohjealueen 2 soraa voidaan käyttää silloin, kun pohjavesi on selvästi kuivatustason alapuolella eikä suuria vajovesimääriä ole odotettavissa.

Salaojaputken alustan tasaustyö ja alkutäyttötyö salaojasoralla sekä putken asennustyö esitetään salaojan juoksumetriä kohti laskettuna.

Salaojan kustannuksia laskettaessa tulee ottaa huomioon salaojaputken hankinta- ja asennuskustannukset, salaojasoran ja täyttömateriaalin hankinta-, levitys- ja tiivistyskustannukset ja kaivu- sekä ylijäävien kaivumassojen kuljetuskustannukset.

Laajojen alueiden salaojituskustannukset koskevat salaojakoneella tehtyjä salaojia, kun putkimateriaalina on tiili- tai muoviputki. Kaivukoneen käytön lisäkustannukset tulee arvioida erikseen. Karkeilla silttimailla on suositeltava ojaväli 20-25 m, keskikarkeilla silttimailla 16-20 m, savella ja hienolla siltillä 12-15 m ja silttimoreenilla 15-20 m. Liejulla ojaväli on vastaavasti 25-30 m ja turpeella 18-20 m.

		tehtävän ja olosuhteiden vaativuus helpot vaativat erittäin vaativat			
		yks.			
Muoviputket (hankinta)					
-	Ø 80 mm	m	8	9	10
-	Ø 100 mm	m	10	11	13
-	Ø 130 mm	m	15	17	19
-	Ø 160 mm	m	21	24	27
Tiiliputket (hankinta)					
-	Ø 80 mm	m	11	12	13
-	Ø 100 mm	m	14	15	16
-	Ø 130 mm	m	19	21	22
-	Ø 160 mm	m	22	24	26

	yks.	tehtävän ja olosuhteiden vaativuus helpot vaativat erittäin vaativat		
Salaojasora (hankinta				
RIL 126: ohjealue 1	m ³ rtr	108	125	145
" : ohjealue 2	m ³ rtr	54	60	65
Tasaus-, alustäyttö ja putken asennustyö:				
- muovisalaojat	m	30	33	40
- tiilisalaojat	m	35	44 78,49	52
Laajojen alueiden salaojitus, ojaväli				
15 m, ojaa 600 - 700 m/ha	ha	6000	6500	7000
- suodattimella varustetun putken lisähinta	ha	900	975	1050

152 Viemärit 1.3.1984

Betoniviemäriputket asennettuina sisältävät putkien ja tiivistysten hankinnan sekä asennukseen tarvittavan mies- ja konetyön. Viemäriojan kaivusta ja kaivu- sekä täyttömateriaaleista aiheutuvat kustannukset on arvioitava erikseen.

	yks.	tehtävän ja olosuhteiden vaativuus helpot vaativat erittäin vaativat		
Alkutäyttö- ja tasaustyöt	m ³ rtr	15	20	30
Betoniviemäriputket asennettuina				
- Ø 150 mm	m	130	145	160
- Ø 300 mm	m	175	200	230
- Ø 600 mm	m	475	525	575
- Ø 1000 mm	m	900	1000	1100
Muoviviemäriputket asennettuina				
- Ø 75 mm	m	40	45	50
- Ø 110 mm	m	45	52	60
- Ø 160 mm	m	85	100	120
- Ø 200 mm	m	135	150	165
- Ø 315 mm	m	290	310	330

153 Kaivot 1.3.1984

Kaivojen ja tarkastusputkien rakentamiseen liittyvien kaivu- ja täyttötöiden kustannukset arvioidaan erikseen ko. suoritemäärien mukaan.

Betonirengaskaivojen kustannukset sisältävät kaivon renkaat, pohjan, tiivistenauhat, hiertobetonin ja askelraudat sekä asentamiseen tar-

vittavan mies- ja konetyön. Kaivojen kansien kustannukset esitetään erikseen.

Muovisten viemärikaivojen kustannukset sisältävät muovikaivot ja asennuksen sekä muoviset kaivohatut. Kaivojen viemärikulmat ovat 15°, 30°, 45° tai 180°.

Muovisten tarkastusputkien kustannukset sisältävät tarkastusputket, asennustyön sekä tarkastusputkien muovikannet.

		tehtävän ja olosuhteiden vaativuus helpot vaativat erittäin vaativat		
	yks.			
Betonirengaskaivot asennettuina, ilman kantta				
- h = 1,5 m Ø 600 mm	kpl	600	700	800
Ø 800 mm	kpl	750	900	1050
Ø 1200 mm	kpl	1250	1500	1700
- h = 2,5 m Ø 600 mm	kpl	950	1100	1200
Ø 800 mm	kpl	1100	1300	1500
Ø 1200 mm	kpl	1800	2100	2500
Valurautakannet Ø 600 mm (hankinta)				
maksimi kuorma 50 kN	kpl	400	500	600
150 kN	kpl	500	600	700
250 kN	kpl	525	650	800
400 kN	kpl	550	700	850
Muoviset viemärikaivot				
- h = 1,5 m:				
Ø 315 mm, viemäri Ø 110 - 200 mm	kpl	850	925	1000
Ø 400 mm, " Ø 110 - 315 mm	kpl	950	1150	1350
Ø 500 mm, " Ø 200 - 400 mm	kpl	1450	1725	2000
- h = 2,5 m:				
Ø 315 mm, viemäri Ø 110 - 200 mm	kpl	950	1025	1100
Ø 400 mm, " Ø 110 - 315 mm	kpl	1150	1350	1550
Ø 500 mm, " Ø 200 - 400 mm	kpl	1750	2025	2300
Muoviset tarkastusputket, h = 2 m				
Ø 110 mm, viemäri Ø 110 mm	kpl	250	300	350
Ø 200 mm, " Ø 160 - 250 mm	kpl	450	575	700
Ø 200 mm, " Ø 315 - 400 mm	kpl	900	1050	1200
Ø 315 mm, " Ø 400 mm	kpl	1300	1400	1500

- 32 -

- 16 Täyttö ja tiivistys
160 Materiaalit (hankinta) 1.3.1984

Suodatinhiekan, jakavan kerroksen soran, murskeen ja murskesoran sekä kantavan kerroksen murskeen ja murskesoran ominaisuudet määritellään Talonrakennuksen maatoiden työselityksen (RIL 132) kohdissa 7.64, 7.65 ja 7.66.

Kevytsoran hankintakustannukset koskevat kevytsoralajitteita ks. 400 - ks 600.

Vahvistinkankaiden murtolujuudet ovat nimellisiä lujuuksia. Lujuudet pitkäaikaisessa kuormitustilanteessa ovat pienempiä.

	yks.	tehtävän ja olosuhteiden vaativuus helpot vaativat erittäin vaativat		
Täytesora	m ³ rtr	40	50	65
Seulottu sora	m ³ rtr	50	65	80
Jakavan kerroksen sora, murske ja murskesora	m ³ rtr	45	60	75
Kantavan kerroksen murske ja murskesora	m ³ rtr	50	65	85
Salaojasora, RIL 126: ohjealue 1	m ³ rtr	108	125	145
ohjealue 2	m ³ rtr	54	60	65
Suodatinhiekkä	m ³ rtr	40	50	65
Sepelimurske 0-3 mm, 0-6 mm	m ³ rtr	45	60	75
Sepeli 3-6 mm	m ³ rtr	135	150	180
Sepeli, muut fraktiot	m ³ rtr	45	70	100
Somero, pesty	m ³ rtr	75	120	160
Kevytsora	m ³ rtr	125	140	170
Kivihiilituhka				
- pohjatuhka, pohjakuona	m ³ rtr	13	16	21
- lentotuhka	m ³ rtr	15	20	25
Ruokamulta, kasvuturve	m ³ itd	35	45	52
Kuorihumus	m ³ itd	25	28,5	30
Lietekomposti	m ³ itd	40	45	50

	yks.	tehtävän ja olosuhteiden vaativuus helpot vaativat erittäin vaativat		
Kuitukankaat				
- käyttöluokka 1	m ²	2,5	3,5	5
- käyttöluokka 2	m ²	3	4	6
- käyttöluokka 3	m ²	5	6	7
- käyttöluokka 4	m ²	8	10	12
Vahvistinkankaat				
- (P _{murto} = 30 - 200 kN/m)	m ²	10	25	50
- P _{murto} = 500 kN/m (materiaali + sauma)	m ²		50	80
- kuitukankaalla varustetut vahvistinkankaat (P _{murto} = 30 - 200 kN/m)	m ²	15	35	60

161 Perustusten alustäyttö 1.4.1984

Täyttö- ja tiivistystyökustannukset esitetään ilman täyttömateriaalin hankintakustannuksia. Täyttö tiivistetään vähintään 95 % suhteelliseen tiiviYTEEN.

	yks.	tehtävän ja olosuhteiden vaativuus helpot vaativat erittäin vaativat		
Sora, hiekka	m ³ rtr	15	20	30
Pohjatuha, pohjakuona	m ³ rtr	15	24	34
Lentotuha	m ³ rtr	15	34	44
Kuitukankaan levitystyö	m ²	1	3	5

162 Perusmuurin vierustäyttö 1.4.1984

Täyttö- ja tiivistystyökustannukset esitetään ilman täyttömateriaalien hankintakustannuksia. Täyttö tiivistetään vähintään 90 % suhteelliseen tiiviYTEEN.

	yks.	tehtävän ja olosuhteiden vaativuus helpot vaativat erittäin vaativat		
Sora, hiekka	m ³ rtr	10	15	20
Pohjatuha, pohjakuona	m ³ rtr	10	18	23
Lentotuha	m ³ rtr	10	25	30
Kuitukankaan levitystyö	m ²	1	2	4

163 Alapohjan alustäyttö 1.4.1984

Täyttö- ja tiivistystyökustannukset esitetään ilman täyttömateriaalien hankintakustannuksia. Työkustannukset koskevat perusmuuri- en sisäpuolella tapahtuvaa täyttöä. Täyttö tiivistetään vähintään 90 % suhteelliseen tiiviyyteen.

	yks.	tehtävän ja olosuhteiden vaativuus		
		helpot	vaativat	erittäin vaativat
Sora, hiekka	m ³ rtr	35	45	55
Pohjatuhka, pohjakuona	m ³ rtr	35	54	64
Lentotuhka	m ³ rtr	35	75	85
Kuitukankaan levitystyö	m ²	1	2	3

164 Kanaalien ja syvennysten täyttö 1.4.1984

Täyttö- ja tiivistystyökustannukset esitetään ilman täyttömateriaalien hankintakustannuksia. Täyttö tiivistetään vähintään 90 % suhteelliseen tiiviyyteen.

	yks.	tehtävän ja olosuhteiden vaativuus		
		helpot	vaativat	erittäin vaativat
Sora, hiekka	m ³ rtr	10	15	20
Pohjatuhka, pohjakuona	m ³ rtr	10	18	23
Lentotuhka	m ³ rtr	10	25	30
Kuitukankaan levitystyö	m ²	1	3	5

165 Täyttö rakennusalueella

Kustannukset koskevat laaja-alaista täyttöä.. Täyttö- ja tiivistystyökustannukset esitetään ilman täyttömateriaalien hankintakustannuksia. Täyttö tiivistetään 90 % suhteelliseen tiiviyyteen.

	yks.	tehtävän ja olosuhteiden vaativuus		
		helpot	vaativat	erittäin vaativat
Sora, hiekka	m ³ rtr	5	7,5	10
Pohjatuhka, pohjakuona	m ³ rtr	5	9	12
Lentotuhka	m ³ rtr	5	12	15
Kuitukankaan levitystyö	m ²	0,1	1	2
Vahvistinkankaan levitystyö	m ²	1	5	20
Täyttö- ja tiivistystyö, kun täytöllä ei ole tiiviysvaatimuksia. Tiivistys levityskalustolla.	m ³ rtr	4	6	10

Helsingin kaupungin kiinteistövirasto GEOTEKNINEN OSASTO		As Oy GEOTEKNIKONKUJA 1		9 10 84 .../... 19...		Tutkimus No 4000	
		Pohjarakennuskustannus		Liite N		Sivu 1	
Litt.	Kustannuksen laatu	Määrä	Yks.	Yksikkö- hint		Kustannus mk	Yhteensä mk
				mk	p		
121	Ruokamullan poisto	3 200	m ²	3	00	9 600	
123	Tilavuuskaivu	400	m ³ ktr	6	00	2 400	
124	Perustusten kaivu	550	m ³ ktr	13	00	7 150	
124	Kaivannon pohjan tasaus	360	m ²	4	00	1 440	
125	Kaivojen kaivu	120	m ³ ktr	22	00	2 640	
126	Kanaalikaivu (luisk.)	300	-"	15	00	4 500	
126	-"- (tuettu)	250	-"	20	00	5 000	
127	Maankaivu paalujen ymp.	60	-"	30	00	1 800	
128	Maamassojen kuljetus 0-1 km	1 680	-"	7	50	12 600	
					12 yhteensä		47 130
141	Kaivantojen tuenta	600	s-m ²	160	00	06 000	
142	Työnaikainen kuivanapito	140	vrk	90	00	12 600	
143	Lyöntipaalutus						
	tb 250 x 250 3- 9 m	290	jm	90	00	26 100	
	tb 250 x 250 10- 12 m	600	-"	105	00	63 000	
	tb 300 x 300 3- 11 m	700	-"	140	00	98 000	
	jatkos 300 x 300	30	kpl	580	00	17 400	
	paalun 250 x 250 katkaisu	80	-"	40	00	3 200	
	- " -	20	-"	60	00	1 200	
	paalun 300 x 300 katkaisu	50	-"	55	00	2 750	
	täytteen läpäisy	50	-"	100	00	5 000	
					14 yhteensä		325 250
151	Salaojat Ø 100	420	jm	11	00	4 620	
	asennus	420	-"	33	00	13 860	
	salaojasora	42	m ³ rtr	60	00	2 520	
152	Betoniviemärit Ø 150	150	jm	145	00	21 750	
	-"- Ø 300	50	-"	200	00	10 000	
	alkutäyttö ja tasaus	120	m ³ rtr	20	00	2 400	
153	Kaivo Ø 600	18	kpl	700	00	12 600	
	Kaivo Ø 800	10	-"	1 300	00	13 000	
	Kaivo Ø 1200	5	-"	2 100	00	10 500	
					15 yhteensä		91 250
160	Täyttömateriaalihankinta						
	täytesora	1 700	m ³ rtr	50	00	85 000	
	jakavan kerr. sora	700	-"	60	00	42 000	
	kantavan kerr. sora	100	-"	65	00	6 500	
	kuitukangas, kl 2	510	m ²	4	00	2 040	
161	Perustusten alustäyttö						
	sora	100	m ³ rtr	20	00	2 000	
162	Perusmuurin vierustäyttö	600	-"	15	00	9 000	
163	Alapohjan alustäyttö	600	-"	45	00	27 000	
164	Kanaalien täyttö	350	-"	15	00	5 250	
164	Kuitukankaan levitys	510	m ²	3	00	1 530	
165	Täyttö rak.alueella	850	m ³ rtr	7	50	6 375	
					16 yhteensä		186 695
			Kohdat 12, 14, 15 ja 16 yhteensä				650 325

Kuva 8. Pohjarakennuskustannusten laskentaesimerkki, maarakennus.

Helsingin kaupungin kiinteistövirasto GEOTEKNINEN OSASTO		KALLIOTUNNELI		9./10. 1984.		Tutkimus No 6220	
		Kalliorakennuskustannus				Sivu 1/1	
Litt.	Kustannuksen laatu	Määrä	Yks.	Yksikkö- hinta		Kustannus mk	Yhteensä mk
				mk	p		
135	Tunnelilouhinta 10 m ²						
	2-perälouhintaa	1 200	m	2 630	-	3 156 000	
	1-perälouhintaa	300	m	3 280	-	984 000	4 140 000
137	Pultitus						
	Ø 20 mm, l = 2,4 m	650	kpl	117	-	76 050	76 050
137	Ruiskubetoni						
	40 mm	3 600	m ²	64	-	230 400	
	70 mm ja verkko	1 000	m ²	195	-	195 000	425 400
137	Injektointireikien poraus						
	louhinnan keskeytt. 0-20 m	200	m	75	-	15 000	
	Injektointi (louhinnan kes-						
	keyttävä)	60	h	550	-	33 000	
	Sementti	40	50 kg/säkki	40	-	1 600	49 600
138	Louheen kuljetus 4 km	26 500	m ³ / x km	1	40	37 100	37 100
	Arvaamaton kust.lisä	20	%				4 728 150
	Yhteensä						945 630
							5 673 780
							~ 5,7 Mmk

Kuva 9. Pohjarakennuskustannusten laskentaesimerkki, kallio-
rakennus.

2

PERUSTUKSET JA ULKOPUOLISET RAKENTEET

Rakennusmateriaalien hankintakustannukset esitetään kohdassa 20. Elementtirakenteisten anturoiden, pilarien, palkkien ja laattojen hankintakustannukset esitetään kohdissa 21, 22 ja 23.

20

Materiaalit 1.2.1984

Kustannukset koskevat rakennusmateriaalien hankintaa. Lautamuotteihin käytettävä puutavara voidaan käyttää 1-3 kertaan. Betonin hukka anturoita valettaessa on sora-alustalla 5-15 % ja louhitulla alustalla 10-20 %. Raudoituksen materiaalihukka on 10-20 %.

		yks.	tehtävän ja olosuhteiden vaativuus helpot vaativat erittäin vaativat	
Muotit				
- laudasta	m ²	35	45	55
- vanerista	m ²	70	80	90
- muovi- tai alumiinielementeistä(vuokraus)	m ² xviikko	10	15	25
- Ø 250-450 mm putket pahvista	m ²	30	35	40
- Ø 250-1000 mm putket muovista (vuokraus)	m ² xviikko	50	55	60
Betoni				
- K-20	m ³	255	300	350
- K-30	m ³	290	350	400
- K-40	m ³	345	400	455
Betoniteräs A 400 H	1000 kg	2900	3250	3900
Lämmöneristeet				
- solumuovi (15 kg/m ³)	m ³	240	270	300
- solumuovi (20 kg/m ³)	m ³	340	380	420
- solumuovi (30 kg/m ³)	m ³	430	490	550
- mineraalivilla (50 kg/m ³)	m ³	215	220	230
- mineraalivilla (110 kg/m ³)	m ³	235	250	260
- mineraalivilla (200 kg/m ³)	m ³	700	725	750
Muovikalvo (27-460 g/m ²)	10 kg	130	145	165
Saumanauha 150 mm	m	20	30	40

21 Anturat 1.2.1984

Kustannukset koskevat teräsbetonisia anturoita. Anturaelementeistä esitetään hankinta- ja asennuskustannukset. Paikalla valettavista anturoista esitetään muotti-, raudoitus- ja betonointityökustannukset ilman materiaalien hankintakustannuksia. Muottityöt sisältävät laudoitustyön lisäksi myös laudan kanto-, purku- ja puhdistustyöt.

	yks.	tehtävän ja olosuhteiden vaativuus		
		helpot	vaativat	erittäin vaativat
Muottityöt (muotit laudasta)				
- pilari- ja paaluanturat	m ²	40	50	60
- perusmuurianturat	m ²	30	40	50
Raudoitustyöt				
- terästä 70-100 kg/m ³ (paaluanturat)	m ³	75	95	115
- terästä 40-70 kg/m ³ (pilarianturat)	m ³	50	60	70
- terästä 30-70 kg/m ³ (perusmuurianturat)	m ³	30	50	70
Betonointityöt	m ³	40	50	60
Anturaelementit				
- anturan ala 3 m ² , hankinta	kpl	1500	1600	1750
- anturan ala 5 m ² , hankinta	kpl	2400	2550	2700
- asennustyöt	kpl	100	200	300

22 Perusmuurit, peruspilarit ja peruspalkit 1.2.1984

Kustannukset koskevat teräsbetonisia perusmuureja, peruspilareita ja peruspalkkeja. Pilari- ja palkkielementeistä esitetään hankinta- ja asennuskustannukset. Paikalla valettavista perusmuureista, -pilareista ja -palkeista esitetään muotti-, raudoitus- ja betonointityökustannukset ilman materiaalien hankintakustannuksia. Muottityöt sisältävät laudoitustyön lisäksi myös laudan kanto-, purku- ja puhdistustyöt.

	yks.	tehtävän ja olosuhteiden vaativuus helpot vaativat erittäin vaativat		
Perusmuurit				
- muottityöt, muotit laudasta	m ²	35	42	50
- muottityöt, levy- ja kasettimuotit	m ²	30	37	45
- raudoitustyöt, terästä 35-60 kg/m ³	m ³	40	55	75
- raudoitustyöt, terästä 60-90 kg/m ³	m ³	70	90	110
- betonointityöt	m ³	50	55	65
- lämmöneristeen asennustyöt	m ²	5	10	15
Peruspilarit				
- muottityöt, muotit laudasta	m ²	50	60	70
- muottityöt, valmiit pilarimuotit	m ²	30	45	55
- raudoitustyöt, terästä 70-100 kg/m ³	m ³	100	125	155
- raudoitustyöt, terästä 150-250 kg/m ³	m ³	215	300	390
- betonointityöt	m ³	40	50	60
Pilari-elementit, terästä $\geq$ 150 kg/m ³				
- hankinta	m ³	1750	2000	2500
- asennus	kpl	300	400	500
Peruspalkit				
- muottityöt, muotit laudasta	m ²	40	50	60
- raudoitustyöt, terästä 100-130 kg/m ³	m ³	125	150	185
- betonointityöt	m ³	40	45	50
Palkkielementit, terästä 200 kg/m ³				
- hankinta	m ³	1750	2000	2500
- asennus	m ³	160	250	350

23 Kantava alapohja 1.2.1984

Kustannukset koskevat teräsbetonisia alapohjia. Laattaelementeistä esitetään hankinta- ja asennuskustannukset. Paikalla valettavista alapohjista esitetään muotti-, raudoitus- ja betonointityökustannukset ilman materiaalien hankintakustannuksia. Muottityöt sisältävät laudoitustyön lisäksi myös laudan kanto-, purku- ja puhdistustyöt. Alapohjan kustannuksiin eivät sisälly lattian pintarakenteet.

	yks.	tehtävän ja olosuhteiden vaativuus helpot vaativat erittäin vaativat		
Alapohja				
- muottityöt, muotit laudasta	m ²	30	35	40
- muottityöt, muotit vanerista	m ²	20	27	35
- raudoitustyöt, terästä 8-15 kg/m ²	m ²	10	15	20
- raudoitustyöt terästä 15-20 kg/m ² (pilarilaatta)	m ²	20	23	26
- raudoitustyöt, verkkoraudoitus	m ²	1	3	5
- betonointityöt	m ²	5	8	12
- lämmöneristeen asennustyöt	m ²	2	4	8
- laattaelementit, L ≤ 8000 m, 120 mm eristyspaksuus				
- hankinta	m ²	180	195	210
- asennustyöt	m ²	15	20	25

25 Väestönsuojarakenteet 1.2.1984

Väestönsuojarakenteiden kustannukset esitetään suojapinta-
alaa kohden.

	yks.	tehtävän ja olosuhteiden vaativuus helpot vaativat erittäin vaativat		
40 - 90 m ² suojat	m ²	840	950	1050

26 Maanvarainen laatta

Teräsbetonisten laattojen raudoitus- ja betonointitöiden kustan-
nukset esitetään ilman materiaalien hankintakustannuksia. Laatan
kustannuksiin eivät sisälly lattian pintarakenteet

	yks.	tehtävän ja olosuhteiden vaativuus helpot vaativat erittäin vaativat		
Laatta				
- raudoitustyöt	m ²	9	12	16
- raudoitustyöt, verkkoraudoitus	m ²	1	2	4
- betonointityöt	m ²	2	4	8

Tilavuuskäsitteet ja massakertoimet.

TIEN TEKEMINEN TS TYÖNSUUNNITTELU	Työntutkimussanasto	REK NO SJOITUS	
		5005	A.1.
		LAATIJA	AIKA
		TVH/Rrt	12.77
Käsitetiedot	Tilavuuskäsitteet ja massakertoimet		

m3ktr

$y_1 = \frac{m3ktd}{m3ktr}$

RYÖSTÖKERROIN (y1) osoittaa leikkaus- ja louhintatöissä tilavuusarvon riippuvuutta todellisen ja teoreettisen kiintotilavuuden välillä

m3ktd

TODELLINEN KIINTOTILAVUUS tarkoittaa massan tilavuutta luonnontilassa mitattuna todellisten poikkileikkausten mukaisesti

$k_1 = \frac{m3ltd}{m3ktd}$

LÖYHTYISKERROIN (k1) osoittaa riippuvuuden todellisen irtotilavuuden ja kiintotilavuuden välillä

m3ltd

TODELLINEN IRTOTILAVUUS tarkoittaa massan todellista tilavuutta tietyssä käsittelyvaiheessa

$k_2 = \frac{m3rtd}{m3ltd}$

TIIVISTYISKERROIN (k2) osoittaa riippuvuuden todellisen rakenne- ja irtotilavuuden välillä

m3rtd

TODELLINEN RAKENNETILAVUUS tarkoittaa massan tilavuutta rakenteessa mitattuna todellisten poikkileikkausten mukaan

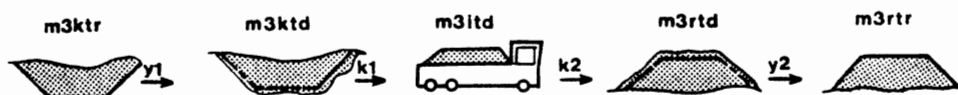
$y_2 = \frac{m3trr}{m3rtd}$

TÄYTTÖKERROIN (y2) osoittaa pengerrys- ja täyttötöiden yhteydessä tilavuusarvon riippuvuutta todellisen ja teoreettisen rakennetilavuuden välillä

m3trr

TEOREETTINEN RAKENNETILAVUUS tarkoittaa massan tilavuutta rakenteessa laskettuna teoreettisten poikkileikkausten mukaan

MASSAKERTOIMET



RYÖSTÖKERROIN $y_1 = \frac{m_{3ktd}}{m_{3ktr}}$

TIIVISTYISKERROIN $k_2 = \frac{m_{3rtd}}{m_{3ltd}}$

LÖYHTYISKERROIN $k_1 = \frac{m_{3ltd}}{m_{3ktd}}$

TÄYTTÖKERROIN $y_2 = \frac{m_{3rtr}}{m_{3rtd}}$

MATERIAALIN KULKU

1. Tielinjan leikkauksesta rakenteeseen
($m_{3ktr} \rightarrow m_{3rtr}$)

$$V(m_{3rtr}) = y_1 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot y_2 \cdot V(m_{3ktr})$$

2. Tielinjan leikkauksesta kuljetusvälineen
lavalle ($m_{3ktr} \rightarrow m_{3ltd}$)

$$V(m_{3ltd}) = y_1 \cdot k_1 \cdot V(m_{3ktr})$$

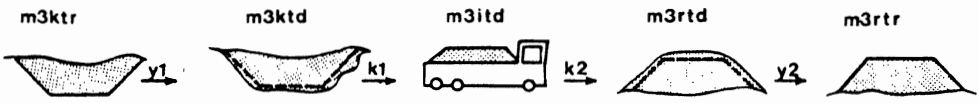
3. Varastointipaikoista rakenteeseen
($m_{3ktd} \rightarrow m_{3rtr}$)

$$V(m_{3rtr}) = k_1 \cdot k_2 \cdot y_2 \cdot V(m_{3ktd})$$

4. Kuorma-auton lavalta rakenteeseen
($m_{3ltd} \rightarrow m_{3rtr}$)

$$V(m_{3rtr}) = k_2 \cdot y_2 \cdot V(m_{3ltd})$$

Massakertoimien käyttö.

TIEN TEKEMINEN  TYÖNSUUNNITTELU	Massakertoimet	REK. NO SUOITUS															
		5007 A.2.															
	Massakertoimien käyttö	LAATIJA AIKA															
		TVH/Rrt 12 77															
Materiaalitiedot																	
MASSAKERTOIMET																	
																	
RYÖSTÖKERROIN	$y_1 = \frac{m3ktd}{m3ktr}$	TIIVISTYISKERROIN $k_2 = \frac{m3rtd}{m3itd}$															
LÖYHTYISKERROIN $k_1 = \frac{m3itd}{m3ktd}$		TÄYTTÖKERROIN $y_2 = \frac{m3rtr}{m3rtd}$															
MATERIAALIN KULKU																	
1) Tielinjan leikkauksesta rakenteeseen (m3ktr → m3rtr)	$V(m3rtr) = y_1 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot y_2 \cdot V(m3ktr)$																
2) Tielinjan leikkauksesta kuljetusvälineen lavalle (m3ktr → m3itd)	$V(m3itd) = y_1 \cdot k_1 \cdot V(m3ktr)$																
3) Varamaanotto paikasta rakenteeseen (m3ktd → m3rtr)	$V(m3rtr) = k_1 \cdot k_2 \cdot y_2 \cdot V(m3ktd)$																
4) Kuljetusvälineen lavalta rakenteeseen (m3itd → m3rtr)	$V(m3rtr) = k_2 \cdot y_2 \cdot V(m3itd)$																
TIETOKORTIN KÄYTTÖESIMERKKI																	
Rakennettavan jakavan kerroksen tilavuus on 15 000 m ³ rtr. a) Kuinka paljon jakavaa kerrosta voidaan rakentaa tielinjalla olevasta 6000 m ³ ktr suuruisesta sora-ainesta b) Kuinka paljon soraa (m ³ ktd) joudutaan hankkimaan varamaanotto paikasta c) Kuinka suuri määrä joudutaan kuljettamaan m ³ itd soraa jakavaan kerrokseen kummastakin kohteesta?																	
Ratkaisussa tarvittavat tietokortit																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Tietokortit</th> <th>Kerroin</th> <th>Arvo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TVH:n rek.no 5008</td> <td>y₁</td> <td>1,15</td> </tr> <tr> <td>"- 5009</td> <td>k₁</td> <td>1,15</td> </tr> <tr> <td>"- 5010</td> <td>k₂</td> <td>0,70</td> </tr> <tr> <td>"- 5011</td> <td>y₂</td> <td>0,90</td> </tr> </tbody> </table>			Tietokortit	Kerroin	Arvo	TVH:n rek.no 5008	y ₁	1,15	"- 5009	k ₁	1,15	"- 5010	k ₂	0,70	"- 5011	y ₂	0,90
Tietokortit	Kerroin	Arvo															
TVH:n rek.no 5008	y ₁	1,15															
"- 5009	k ₁	1,15															
"- 5010	k ₂	0,70															
"- 5011	y ₂	0,90															

a) Tielinjan leikkauksesta saadaan jakavaan kerrokseen materiaalia (tapaus 1):

$$\begin{aligned} V(m3rtr)(jakava) &= y_1 \times k_1 \times k_2 \times y_2 \times V(m3ktr)(leikkaus) \\ &= 1.15 \times 1.15 \times 0.70 \times 0.90 \times 6000 \\ &= 5000 \text{ m3rtr (jakava)} \end{aligned}$$

Kuljetettava soramäärä (tapaus 2):

$$\begin{aligned} V(m3itd)(auton lava) &= y_1 \times k_1 \times V(m3ktr)(leikkaus) \\ &= 1.15 \times 1.15 \times 6000 = 7940 \text{ m3itd} \end{aligned}$$

b) Varamaanottopaikasta (tapaus 3):

Varamaanottopaikan soralla joudutaan rakentamaan jakavaa kerrosta
(15 000 - 5000)m3rtr = 10 000 m3rtr

$$\begin{aligned} V(m3ktd)(varamaanottopaikka) &= \frac{1}{k_1 \times k_2 \times y_2} \times V(m3rtr)(jakava) \\ &= \frac{1}{1.15 \times 0.70 \times 0.90} \times 10000 \\ &= 13\,800 \text{ m3ktd (varamaanottopaikka)} \end{aligned}$$

Kuljetettava soramäärä (tapaus 4):

$$\begin{aligned} V(m3itd)(auton lava) &= \frac{1}{k_2 \times y_2} \times V(m3rtr)(jakava) \\ &= \frac{1}{0.70 \times 0.90} \times 10\,000 \\ &= 15\,870 \text{ m3itd (auton lava)} \end{aligned}$$

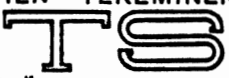
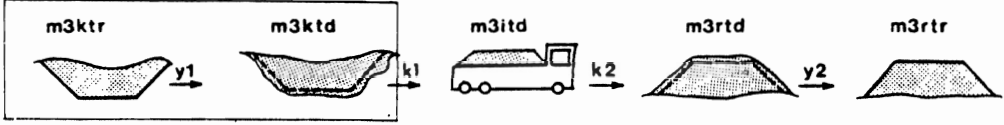
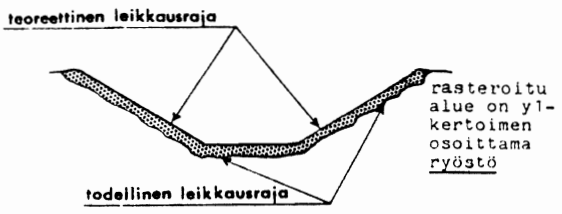
VASTAUS: a) leikkauksesta voidaan rakentaa jakavaa kerrosta 5000 m3rtr ja soraa kuljetetaan 7940 m3itd

b) varamaanottopaikasta hankintaan soraa 13 800 m3ktd ja kuljetettava määrä on 15 870 m3itd

c) kuljetettava määrä on yhteensä n. 23 800 m3itd

KÄYTTÖRAJOITUKSET

Ryöstökerroin y 1.

TIEN TEKEMINEN  TYÖNSUUNNITTELU	Maamassojen massakertoimet	REK NO SIIJOITUS																
	Ryöstökerroin y1	5008 A.2.																
		TVH/Rrt 12.77																
Materiaalitiedot																		
Todellisen ja teoreettisen kiintotilavuuden suhde maaleikkauksessa																		
MASSAKERTOIMET																		
																		
RYÖSTÖKERROIN	$y1 = \frac{m3ktd}{m3ktr}$	TIIVISTYISKERROIN $k2 = \frac{m3rtd}{m3ltd}$																
LÖYHTYISKERROIN $k1 = \frac{m3ltd}{m3ktd}$	TÄYTTÖKERROIN $y2 = \frac{m3rtr}{m3rtd}$																	
RYÖSTÖKERROIN y1																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Maalaji (GEO)</th> <th>y1 - kerroin</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Sa</td><td>1,05</td></tr> <tr><td>Si</td><td>1,05</td></tr> <tr><td>HHk</td><td>1,05</td></tr> <tr><td>Hk</td><td>1,05</td></tr> <tr><td>KHk</td><td>1,10</td></tr> <tr><td>Sr</td><td>1,15</td></tr> <tr><td>HkMr</td><td>1,10</td></tr> </tbody> </table>	Maalaji (GEO)	y1 - kerroin	Sa	1,05	Si	1,05	HHk	1,05	Hk	1,05	KHk	1,10	Sr	1,15	HkMr	1,10		
Maalaji (GEO)	y1 - kerroin																	
Sa	1,05																	
Si	1,05																	
HHk	1,05																	
Hk	1,05																	
KHk	1,10																	
Sr	1,15																	
HkMr	1,10																	
OLOSUHTEET																		
- leikkaus on tehty kaivukoneella tai kuormaajalla																		
KÄYTTÖESIMERKKI																		
1. On leikattava hiekkamoreenimäki, jonka teoreettinen kiintotilavuus = 4000 m³ktr. Laske todellinen kiintotilavuus. Taulukosta saadaan y1-kertoimeksi 1,10, jolloin V(m3ktd) = 1,10 x 4000 = 4400 m³ktd.																		

KÄYTTÖRAJOITUKSET

- taulukon ylä-kertoimia ei saa käyttää kaivantojen ryöstöä kuvaavina kertolmina (esim. rumpu-kuopan teko, massan vaihto)

Löyhtymiskerroin k 1 raivauksessa.

TIEN TEKEMINEN TYÖNSUUNNITTELU	Maamassojen massakertoimet	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">REK NO</td> <td style="width: 50%;">SUOITUS</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5013</td> <td style="text-align: center;">A. 2.</td> </tr> <tr> <td>LAATIJAA</td> <td>AIKA</td> </tr> <tr> <td>TVH/Rrt</td> <td>12 77</td> </tr> </table>	REK NO	SUOITUS	5013	A. 2.	LAATIJAA	AIKA	TVH/Rrt	12 77
	REK NO	SUOITUS								
	5013	A. 2.								
LAATIJAA	AIKA									
TVH/Rrt	12 77									
Löyhtymiskerroin k1 raivauksessa										
Materiaalitiedot	Todellisen irtotilavuuden ja kiintotilavuuden suhde raivauksessa									

MASSAKERTOIMET

RYÖSTÖKERROIN

$$y1 = \frac{m3ktd}{m3ktr}$$

TIIVISTYISKERROIN

$$k2 = \frac{m3rtd}{m3itd}$$

LÖYHTYISKERROIN

$$k1 = \frac{m3itd}{m3ktd}$$

TÄYTTÖKERROIN

$$y2 = \frac{m3rtr}{m3rtd}$$

LÖYHTYISKERROIN k1 RAIVAUKSESSA

$k1 = \frac{m3itd}{m3ktd}$

Suhteella tarkoitetaan luonnontilaisen tilavuuden ja kasassa tai ennen kuljetusta kuorma-auton lavalla olevan massan tiilavuuden välistä riippuvuutta

Maalaji (GEO) (perusmaan mukaan)	k1 - kerroin		
	keskiarvo	minimi	maksimi
turve, humus, lieju	1,40	1,15	1,55
hieno ja keskikarkea siltti	1,60	1,40	1,95
karkea siltti ja hieno hiekka	1,35	1,25	1,65
keskikarkea ja karkea hiekka	1,40	1,30	1,70
siltti- ja hiekkamoreeni	1,50	1,35	1,80

- k1-kertoimen hajontaan vaikuttaa maalajin humuspitoisuus, kantoisuus ja märkätiheys

- jos turvetta ja kantoja esiintyy paljon, käytetään lähempänä maksimia olevia arvoja

ROUDAN VAIKUTUS RAIVAUSVYVYYTEEN

Olosuhteet	Raivaussyvyys (m)		
	keskiarvo	minimi	maksimi
routaa (0,1 - 0,4 m)	0,25	0,15	0,45
ei routaa	0,20	0,10	0,35

- raivaussyvyys noudattelevat roudansyvyyskäsiä melko tarkoin roudan vaihdellessa välillä 0,1 - 0,4 m

OLOSUHTEET

- kertoimien arvoihin vaikuttaa maan luonnontilainen märkätiheys (kts. TS-kortti TVH:n rek.no 5009)
- raivaukset on tehty kaivukoneella, puskutraktorilla sekä pyörä- ja telakuormaajilla
- tutkittujen raivauksien pinta-alat ovat vaihdelleet 350 m² - 90000 m² ja raivaussyvyys 0,1 - 0,8 m
- talvi- tai kesäolosuhteissa tehtyjen raivauksien k1-arvoissa ei todettu eroja

KÄYTTÖESIMERKKI

Kuinka monta m³itd kertyy raivauksesta, jonka pinta-ala on 32000 m², raivaussyvyys 0,25 m ja perusmaa hiekkamoreenia?

Raivausmassat (m³ktd) = 0,25 x 32000 = 8000 m³ktd

Taulukosta 1 saadaan hiekkamoreenin k₁-kertoimeksi 1,50, jolloin

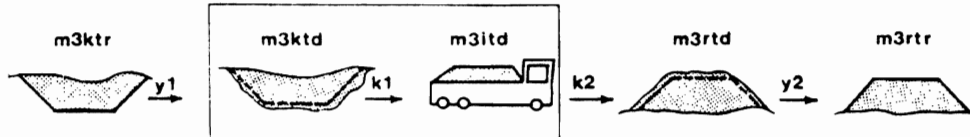
V(m³itd) = 1,50 x 8000 = 12000 m³itd

KÄYTTÖRAJOITUKSET

- ei sovellettu kalliopinnan puhdistamiseen
- jos raivaussyvyys ylittää 0,5 m, on käytettävä maaleikkauksen k₁-kertoimia.

Löyhtymiskerroin k 1.

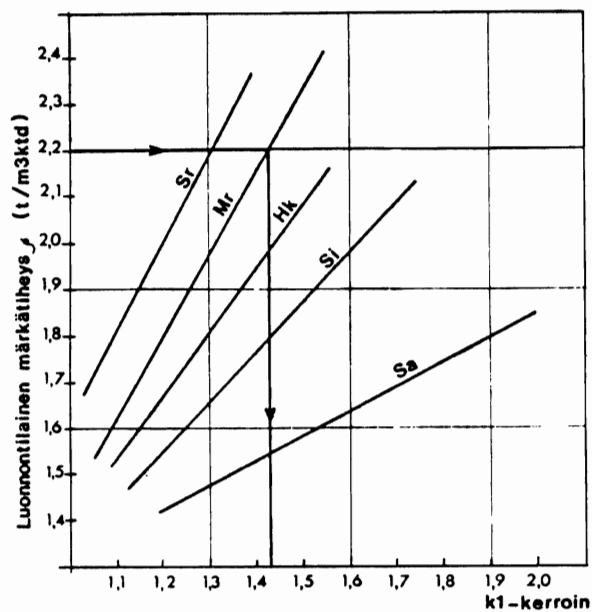
TIEN TEKEMINEN  TYÖNSUUNNITTELU	Maamassojen massakertoimet	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">REK NO</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">SUOITUS</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5009</td> <td style="text-align: center;">A.2.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">LAATIJA</td> <td style="text-align: center;">AIKA</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">TVH/Rrt</td> <td style="text-align: center;">12 77</td> </tr> </table>	REK NO	SUOITUS	5009	A.2.	LAATIJA	AIKA	TVH/Rrt	12 77
	REK NO	SUOITUS								
	5009	A.2.								
LAATIJA	AIKA									
TVH/Rrt	12 77									
Löyhtymiskerroin k 1										
Materiaalitiedot	Todellisen irtotilavuuden ja kiintotilavuuden suhde									

MASSAKERTOIMET	
	
RYÖSTÖKERROIN $y1 = \frac{m3ktd}{m3ktr}$ LÖYHTYMISKERROIN $k1 = \frac{m3itd}{m3ktd}$	TIIVISTYISKERROIN $k2 = \frac{m3rtd}{m3itd}$ TÄYTTÖKERROIN $y2 = \frac{m3rtr}{m3rtd}$

LÖYHTYMISKERROIN k1																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: left;">Maalaji (GEO)</th> <th style="text-align: left;">k1-kerroin</th> </tr> <tr> <td>Sa (kuivakuori)</td> <td>1,60</td> </tr> <tr> <td>Si</td> <td>1,50</td> </tr> <tr> <td>HHk</td> <td>1,30</td> </tr> <tr> <td>Hk</td> <td>1,25</td> </tr> <tr> <td>KHk</td> <td>1,25</td> </tr> <tr> <td>Sr</td> <td>1,15</td> </tr> <tr> <td>HkMr</td> <td>1,35</td> </tr> </table>	Maalaji (GEO)	k1-kerroin	Sa (kuivakuori)	1,60	Si	1,50	HHk	1,30	Hk	1,25	KHk	1,25	Sr	1,15	HkMr	1,35	k1-kerroin kuvaa luonnontilaisen tilavuuden ja ennen kuljetusta kuorma-auton lavalla olevan massan tilavuuden välisen riippuvuuden HUOM. k1-kertoimeen vaikuttaa maalajin märkätiheys siten, että tiheyden kasvaessa kasvaa myös k1-kertoimen arvo (kuva)
Maalaji (GEO)	k1-kerroin																
Sa (kuivakuori)	1,60																
Si	1,50																
HHk	1,30																
Hk	1,25																
KHk	1,25																
Sr	1,15																
HkMr	1,35																

OLOSUHTEET
- kertoimien arvoihin vaikuttaa maan luonnontilainen märkätiheys (kts. kuva 1) - maat on kuormattu kuorma-autoihin joko kaivukoneella tai kuormaajilla - tutkimustuloksien mukaan kivisyys ei vaikuta k1-kertoimeen kivisyysprosentin vaihdellussa 0 - 25 % - tutkimukset on tehty maanleikkauksista, joiden tilavuus on vaihdellut 1000 m3itd - 2300 m3itd - tutkimukset on tehty sekä kesh- että talvivoimalla. - tutkittujen maalajien vesipitoisuus on vaihdellut 3 %...20 %

K1-KERTOIMEN RIIPPUVUUS MAAN LUONNONTILAISESTA MÄRKÄTIHEYDESTÄ



HUOM!

- kuvassa ei ole otettu huomioon roudan vaikutusta
- kuva ei sovellu käytettäväksi maanleikkauksissa, jos ne tehdään puskusiirtona
- kuva ei sovellu käytettäväksi määrissä maalajeissa.

KÄYTTÖESIMERKIT

1. Miten monta m3itd on kuljetettava hiekkamoreenia varamaanottopaikasta, jonka tilavuus on 3000 m3ktd?

Taulukosta 1 saadaan:

$$V(\text{m3itd}) = 1,35 \times 3000 = 4050 \text{ m3itd}$$

2. Kuinka paljon moreenia joudutaan kuljettamaan varamaanottopaikasta, jonka tilavuus on 5000 m3ktd? Moreenin luonnontilainen märkätiheys on 2,20.

Kuvasta 1 saadaan moreenin k1-kertoimeksi 1,43

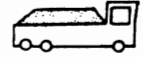
$$V(\text{m3itd}) = 1,43 \times 5000 = 7150 \text{ m3itd}$$

KÄYTTÖRAJOITUKSET

- ei sovellu märän saven tai hienon siltin k1-kertoimeksi

Tiivistymiskerroin k 2.

TIEN TEKEMINEN  TYÖNSUUNNITTELU	Maamassojen massakertoimet	REK NO SUOITUS
		5010 A.2.
	Tiivistymiskerroin k 2	LAATIJA AIKA
		TVH/Rrt 12.77
Materiaalitiedot	Todellisen rakennetilavuuden ja irtotilavuuden suhde	

MASSAKERTOIMET					
m3ktr	m3ktd	m3itd	m3rtd	m3rtr	
					
	y_1		k_1		
			k_2		y_2
RYÖSTÖKERROIN	$y_1 = \frac{m3ktd}{m3ktr}$		TIIVISTYMISKERROIN	$k_2 = \frac{m3rtd}{m3itd}$	
LÖYHTYMIKERROIN	$k_1 = \frac{m3itd}{m3ktd}$		TÄYTTÖKERROIN	$y_2 = \frac{m3rtr}{m3rtd}$	

TIIVISTYMISKERROIN k 2																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: left;">Rakenne</th> <th style="text-align: left;">Maalaji (GEO)</th> <th style="text-align: left;">k2 - kerroin</th> </tr> <tr> <td rowspan="6" style="text-align: center;">Penger</td> <td>SI</td> <td>0,65</td> </tr> <tr> <td>HHk</td> <td>0,70</td> </tr> <tr> <td>Hk</td> <td>0,75</td> </tr> <tr> <td>KHk</td> <td>0,70</td> </tr> <tr> <td>Sr</td> <td>0,70</td> </tr> <tr> <td>HkMr</td> <td>0,70</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Suodatinkerros</td> <td style="text-align: center;">Hk</td> <td style="text-align: center;">0,75</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="text-align: center;">Jakava kerros</td> <td style="text-align: center;">Sr</td> <td style="text-align: center;">0,70</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">MSr</td> <td style="text-align: center;">0,75</td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center;">Kantava kerros</td> <td style="text-align: center;">Sr</td> <td style="text-align: center;">0,70</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">MSr</td> <td style="text-align: center;">0,75</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">M</td> <td style="text-align: center;">0,75</td> </tr> </table>	Rakenne	Maalaji (GEO)	k2 - kerroin	Penger	SI	0,65	HHk	0,70	Hk	0,75	KHk	0,70	Sr	0,70	HkMr	0,70	Suodatinkerros	Hk	0,75	Jakava kerros	Sr	0,70	MSr	0,75	Kantava kerros	Sr	0,70	MSr	0,75	M	0,75	k2-kerroin kuvaa, kuinka paljon maalajin tilavuus muuttuu tiivistystyön tuloksena	
Rakenne	Maalaji (GEO)	k2 - kerroin																															
Penger	SI	0,65																															
	HHk	0,70																															
	Hk	0,75																															
	KHk	0,70																															
	Sr	0,70																															
	HkMr	0,70																															
Suodatinkerros	Hk	0,75																															
Jakava kerros	Sr	0,70																															
	MSr	0,75																															
Kantava kerros	Sr	0,70																															
	MSr	0,75																															
	M	0,75																															

OLOSUHDETIEDOT
- päällysrakennekerroksiin menevistä materiaaleista on suurin osa ollut optimikosteudessa - kertoimet vastaavat rakenteelle tienrakennustöiden yleisissä työselityksissä asetettuja tiivistysvaatimuksia - kivisyyden vaikutus ei ilmene suoritetuista tutkimuksista

KÄYTTÖESIMERKKI
Kuinka monta suodatinkerroksen todellista rakennekuutiota saadaan 4000 m3itd hiekkaa ? Taulukosta 1 saadaan hiekan k2-kertoimeksi 0,75 $V (m3rtd) = 0,75 : 4000 = 3000 m3rtd$

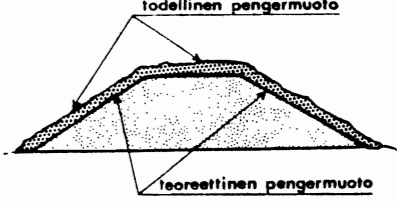
KÄYTTÖRAJOITUKSET

- taulukon α_2 -kertoimet eivät sovellu käytettäväksi, jos rakennetta ei tiivistetä maetettuihin tiiveysvaatituksiin

Täyttökerroin y 2.

TIEN TEKEMINEN  TYÖNSUUNNITTELU	Maamassojen massakertoimet	REK. NO SUOITUS
		5011 A.2.
	Täyttökerroin y 2	LAATIJA AIKA
		TVH/Rrt 12 77
Materiaalitiedot	Teoreettisen ja todellisen rakennetilavuuden suhde	

MASSAKERTOIMET			
m3ktr	m3ktd	m3itd	m3rtd m3rtr
			 
	y1	k1	k2 y2
RYÖSTÖKERROIN	$y_1 = \frac{m3ktd}{m3ktr}$	TIIVISTYISKEROIN	$k_2 = \frac{m3rtd}{m3itd}$
LÖYHTYISKEROIN	$k_1 = \frac{m3itd}{m3ktd}$	TÄYTTÖKERROIN	$y_2 = \frac{m3rtr}{m3rtd}$

TÄYTTÖKERROIN y 2									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center;">Rakenne</th> <th style="text-align: center;">y2-kerroin</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Penger</td> <td style="text-align: center;">1,00</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Suodatin- ja jakava kerros</td> <td style="text-align: center;">0,90</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Kantava kerros</td> <td style="text-align: center;">0,90</td> </tr> </table> Viimeistelymassat sisältyvät kertoimiin	Rakenne	y2-kerroin	Penger	1,00	Suodatin- ja jakava kerros	0,90	Kantava kerros	0,90	y2-kerroin ilmaisee teoreettisen ja todellisen rakennetilavuuden suhteen:  todellinen pengermuoto teoreettinen pengermuoto
Rakenne	y2-kerroin								
Penger	1,00								
Suodatin- ja jakava kerros	0,90								
Kantava kerros	0,90								

OLOSUHDE TIEDOT
- kertoimien arvoissa on erittäin suuri hajonta; tutkimusten mukaan näyttäisi eri kerroksia korvattavan toisilla kerroksilla - kertoimet edellyttävät rakentamista kantavalle maapohjalle - kertoimissa on otettu huomioon viimeistelyn vaatimat massat arvioimalla niiden suuruus tutkimuksissa, joissa niitä ei ole mainittu

KÄYTTÖESIMERKKI
Kantavan kerroksen alaosan tilavuus on 4000 m³rtr. Mikä on sen todellinen tilavuus ? Taulukosta saadaan kantavan kerroksen y2-kertoimeksi 0,90 $V (m^3rtd) = \frac{4000}{0,90} = 4500 \text{ m}^3rtd$

KÄYTTÖRAJOITUKSET

- kertoimet soveltuvat vain alle 250 m pituisiin penkereisiin
- kertoimet eivät sisällä maapohjan painumisen aiheuttamia liuhamassoja

Yhdistelmäkerroimet.

TIEN TEKEMINEN TYÖNSUUNNITTELU	Maamassojen massakerroimet	REK. NO SUOITUS																																																																														
		5012 A.2.																																																																														
	Yhdistelmäkerroimet	LAATIJA AIKA																																																																														
		TVH/Rrt 12 77																																																																														
Materiaalitiedot $y1 \times k1 \times k2 \times y2$, $y1 \times k1$, $k1 \times k2 \times y2$, $k2 \times y2$																																																																																
MASSAKERROIMET																																																																																
RYÖSTÖKERROIN	$y1 = \frac{m3ktd}{m3ktr}$	TIIVISTYISKERROIN $k2 = \frac{m3rtd}{m3itd}$																																																																														
LÖYHTYISKERROIN	$k1 = \frac{m3itd}{m3ktd}$	TÄYTTÖKERROIN $y2 = \frac{m3rtr}{m3rtd}$																																																																														
YHDISTELMÄKERROIMET																																																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Rakenne</th> <th>Maalajit (GEO-luokitus)</th> <th>Tielinjan leikkauksesta rakenteeseen $y1 \cdot k1 \cdot k2 \cdot y2$</th> <th>Tielinjan leikkauksesta kuljetusväli- neeseen $y1 \cdot k1$</th> <th>Varamaan- ottopaikasta- rakenteeseen $k1 \cdot k2 \cdot y2$</th> <th>Kuljetusväli- neen lavalta rakenteeseen $k2 \cdot y2$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="7">Penger</td> <td>Sa</td> <td>-</td> <td>1,70</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Si</td> <td>1,05</td> <td>1,60</td> <td>0,95</td> <td>0,65</td> </tr> <tr> <td>HHk</td> <td>0,95</td> <td>1,35</td> <td>0,90</td> <td>0,70</td> </tr> <tr> <td>Hk</td> <td>0,95</td> <td>1,30</td> <td>0,90</td> <td>0,75</td> </tr> <tr> <td>KHk</td> <td>0,95</td> <td>1,40</td> <td>0,85</td> <td>0,70</td> </tr> <tr> <td>Sr</td> <td>0,90</td> <td>1,30</td> <td>0,80</td> <td>0,70</td> </tr> <tr> <td>HkMr</td> <td>1,05</td> <td>1,50</td> <td>0,95</td> <td>0,70</td> </tr> <tr> <td>Suodatin</td> <td>Hk</td> <td>0,85</td> <td>1,30</td> <td>0,80</td> <td>0,65</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Jätkä</td> <td>Sr</td> <td>0,85</td> <td>1,30</td> <td>0,75</td> <td>0,65</td> </tr> <tr> <td>MSr (1...100)</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>0,65</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">Kantava</td> <td>Sr</td> <td>0,85</td> <td>1,30</td> <td>0,75</td> <td>0,65</td> </tr> <tr> <td>MSr</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>0,70</td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>1,25</td> <td>1,90</td> <td>1,20</td> <td>0,65</td> </tr> </tbody> </table>						Rakenne	Maalajit (GEO-luokitus)	Tielinjan leikkauksesta rakenteeseen $y1 \cdot k1 \cdot k2 \cdot y2$	Tielinjan leikkauksesta kuljetusväli- neeseen $y1 \cdot k1$	Varamaan- ottopaikasta- rakenteeseen $k1 \cdot k2 \cdot y2$	Kuljetusväli- neen lavalta rakenteeseen $k2 \cdot y2$	Penger	Sa	-	1,70	-	-	Si	1,05	1,60	0,95	0,65	HHk	0,95	1,35	0,90	0,70	Hk	0,95	1,30	0,90	0,75	KHk	0,95	1,40	0,85	0,70	Sr	0,90	1,30	0,80	0,70	HkMr	1,05	1,50	0,95	0,70	Suodatin	Hk	0,85	1,30	0,80	0,65	Jätkä	Sr	0,85	1,30	0,75	0,65	MSr (1...100)	-	-	-	0,65	Kantava	Sr	0,85	1,30	0,75	0,65	MSr	-	-	-	0,70	M	1,25	1,90	1,20	0,65
Rakenne	Maalajit (GEO-luokitus)	Tielinjan leikkauksesta rakenteeseen $y1 \cdot k1 \cdot k2 \cdot y2$	Tielinjan leikkauksesta kuljetusväli- neeseen $y1 \cdot k1$	Varamaan- ottopaikasta- rakenteeseen $k1 \cdot k2 \cdot y2$	Kuljetusväli- neen lavalta rakenteeseen $k2 \cdot y2$																																																																											
Penger	Sa	-	1,70	-	-																																																																											
	Si	1,05	1,60	0,95	0,65																																																																											
	HHk	0,95	1,35	0,90	0,70																																																																											
	Hk	0,95	1,30	0,90	0,75																																																																											
	KHk	0,95	1,40	0,85	0,70																																																																											
	Sr	0,90	1,30	0,80	0,70																																																																											
	HkMr	1,05	1,50	0,95	0,70																																																																											
Suodatin	Hk	0,85	1,30	0,80	0,65																																																																											
Jätkä	Sr	0,85	1,30	0,75	0,65																																																																											
	MSr (1...100)	-	-	-	0,65																																																																											
Kantava	Sr	0,85	1,30	0,75	0,65																																																																											
	MSr	-	-	-	0,70																																																																											
	M	1,25	1,90	1,20	0,65																																																																											
HUOM. Ryöstö tai täyttökertoimen ($y1$, $y2$) ollessa huomattavan suuri tai pieni, on sen vaikutus otettava huomioon erikseen.																																																																																
MASSAN KULKU																																																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th>$m3ktr \rightarrow m3rtr$</th> <th>$m3ktr \rightarrow m3itd$</th> <th>$m3ktd \rightarrow m3rtr$</th> <th>$m3itd \rightarrow m3rtr$</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>						$m3ktr \rightarrow m3rtr$	$m3ktr \rightarrow m3itd$	$m3ktd \rightarrow m3rtr$	$m3itd \rightarrow m3rtr$																																																																							
$m3ktr \rightarrow m3rtr$	$m3ktr \rightarrow m3itd$	$m3ktd \rightarrow m3rtr$	$m3itd \rightarrow m3rtr$																																																																													

KÄYTTÖESIMERKIT

Rakennettavan jakavan kerroksen tilavuus on 17000 m³rtr

- a) Kuinka paljon jakavaa kerrosta voidaan rakentaa tielinjalla olevasta 7000 m³ktr suuruisesta soraleikkauksesta ?
- b) Kuinka paljon soraa (m³ktd) joudutaan hankkimaan varamaanottopaikoista ?
- c) Kuinka suuri määrä soraa (m³itd) joudutaan kuljettamaan kummastakin kohteesta ?

RATKAISU:

- a) Tielinjan leikkauksesta saadaan valmista jakavaa kerrosta

$$Vm3rtr = 0.85 \times 7000 = 5950 \text{ m}^3\text{rtr (jakava)}$$
- b) Varamaanottopaikan sorasta joudutaan rakentamaan

$$(17000 - 5950) \text{ m}^3\text{rtr} = 11050 \text{ m}^3\text{rtr}$$

$$Vm3ktd \text{ (varamaanottopaikka)} = \frac{1}{0.75} \times 11050$$

$$= 14730 \text{ m}^3\text{ktd}$$
- c) Kuljetettavat soramäärät
 - leikkauksesta

$$Vm3itd \text{ (lava)} = 1,30 \times 7000 = 9100 \text{ m}^3\text{itd}$$
 - varamaanottopaikasta

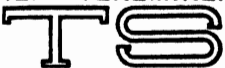
$$Vm3itd \text{ (lava)} = 1,15 \times 14730 = 16940 \text{ m}^3\text{itd}$$

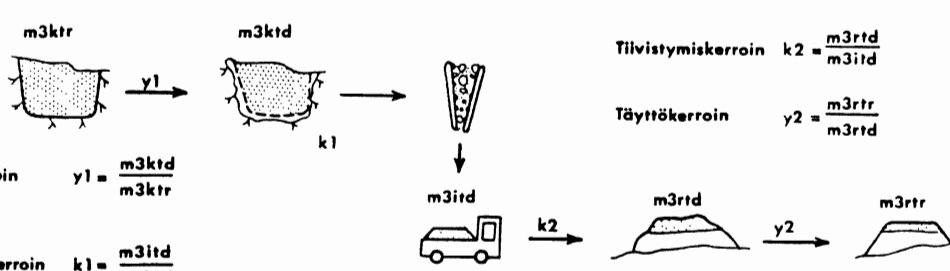
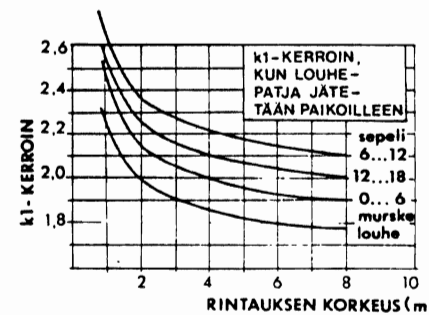
(k1-kerroin saadaan TS-tiedosta no 500y)

KÄYTTÖRAJOITUKSET

- massakerrointutkimukset eivät sisällä puskutyönä tehtyjä leikkauksia eikä penkereitä h > 2m
- eivät sovellu vetisiin maalajeihin
- rakenne oletetaan tiivistettäväksi työselitysten edellyttämään tiiveyteen
- eivät sovellu rumpukaivantoihin

Kalliomassojen massakertoimet y_1 , y_2 , k_1 , k_2 .

TIEN TEKEMINEN  TYÖNSUUNNITTELU Materiaalitiedot	Kalliomassojen massakertoimet	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">REK NO</td> <td style="width: 50%;">SIJOITUS</td> </tr> <tr> <td>5016</td> <td>A.2</td> </tr> <tr> <td>LAATIJA</td> <td>AIKA</td> </tr> <tr> <td>TVH/Rrt</td> <td>12.77</td> </tr> </table>	REK NO	SIJOITUS	5016	A.2	LAATIJA	AIKA	TVH/Rrt	12.77
	REK NO	SIJOITUS								
	5016	A.2								
LAATIJA	AIKA									
TVH/Rrt	12.77									
Kalliomassojen massakertoimet y_1, y_2, k_1, k_2										
Louhe, murske, sepeli										

MASSAKERTOIMET																																															
 Ryöstökerroin $y_1 = \frac{m3ktd}{m3ktr}$ Löyhtymiskerroin $k_1 = \frac{m3itd}{m3ktd}$ Tiivistymiskerroin $k_2 = \frac{m3rtd}{m3itd}$ Täyttökerroin $y_2 = \frac{m3rtr}{m3rtd}$	RYÖSTÖKEROIN y_1 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th rowspan="2">Kallio</th> <th colspan="2">y_1 - kerroin</th> </tr> <tr> <th>Rakoammunta</th> <th>Ei rakoammuntaa</th> </tr> <tr> <td>ehjä</td> <td>1,05</td> <td>1,10</td> </tr> <tr> <td>rikkonainen tai matala rinta</td> <td>1,10</td> <td>1,15...1,20</td> </tr> </table> LÖYHTYMISKEROIN k_1 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Materiaali</th> <th>k_1 - kerroin</th> </tr> <tr> <td>Sepeli</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0... 6</td> <td>1,90 ± 0,10</td> </tr> <tr> <td>6... 12</td> <td>2,10 ± 0,10</td> </tr> <tr> <td>12... 16 tai 12... 18</td> <td>2,00 ± 0,05</td> </tr> <tr> <td>Murske</td> <td>1,80 ± 0,10</td> </tr> <tr> <td>Louhe</td> <td>1,75 ± 0,05</td> </tr> </table> Jos kallionleikkaukseen louhitaan louhepatja, määrätty k_1-kerroin ohaisen käyrän mukaan, jossa louhepatjan paisuntamassat on jo otettu huomioon.  TIIVISTYISKEROIN k_2 , TÄYTTÖKEROIN y_2 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Materiaali</th> <th>k_2 - kerroin</th> <th>y_2 - kerroin</th> </tr> <tr> <td>Sepeli</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>0... 6</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>6... 12</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>12... 16 tai 12... 18</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Murske</td> <td>0,75 ± 0,10</td> <td>0,90 ± 0,15</td> </tr> <tr> <td>Louhe</td> <td>0,90 ± 0,05</td> <td>1,10 ± 0,05</td> </tr> </table> Kun pengin rakennetaan louheesta tarvitaan muuta materiaalia 10...15 % louheen määrästä luiskien tasaukseen louheen koosta riippuen.	Kallio	y_1 - kerroin		Rakoammunta	Ei rakoammuntaa	ehjä	1,05	1,10	rikkonainen tai matala rinta	1,10	1,15...1,20	Materiaali	k_1 - kerroin	Sepeli		0... 6	1,90 ± 0,10	6... 12	2,10 ± 0,10	12... 16 tai 12... 18	2,00 ± 0,05	Murske	1,80 ± 0,10	Louhe	1,75 ± 0,05	Materiaali	k_2 - kerroin	y_2 - kerroin	Sepeli			0... 6	-	-	6... 12	-	-	12... 16 tai 12... 18	-	-	Murske	0,75 ± 0,10	0,90 ± 0,15	Louhe	0,90 ± 0,05	1,10 ± 0,05
Kallio	y_1 - kerroin																																														
	Rakoammunta	Ei rakoammuntaa																																													
ehjä	1,05	1,10																																													
rikkonainen tai matala rinta	1,10	1,15...1,20																																													
Materiaali	k_1 - kerroin																																														
Sepeli																																															
0... 6	1,90 ± 0,10																																														
6... 12	2,10 ± 0,10																																														
12... 16 tai 12... 18	2,00 ± 0,05																																														
Murske	1,80 ± 0,10																																														
Louhe	1,75 ± 0,05																																														
Materiaali	k_2 - kerroin	y_2 - kerroin																																													
Sepeli																																															
0... 6	-	-																																													
6... 12	-	-																																													
12... 16 tai 12... 18	-	-																																													
Murske	0,75 ± 0,10	0,90 ± 0,15																																													
Louhe	0,90 ± 0,05	1,10 ± 0,05																																													

KÄYTTÖESIMERKKI

Tielinjalla on 5000 m³rtr kalliroleikkaus, jonka keskikorkeus on 3,5 m ja leveys 15 m. Kallio on rikkonaista ja se louhitaan rakoammuntana.

- Kuinka paljon pengertä voidaan rakentaa leikkauksesta saatavalla louheella, kun leikkaukseen ei ammuta louhepatjaa?
- Kuinka paljon pengertä voidaan rakentaa leikkauksesta saatavalla louheella, kun leikkaukseen ammutaan louhepatja (75 cm)^x?
- Kuinka paljon kantavaa kerrosta voidaan rakentaa leikkauksesta saatavasta murskeesta, kun leikkaukseen ei ammuta louhepatjaa?
- Kuinka paljon kantavaa kerrosta voidaan rakentaa leikkauksesta saatavasta murskeesta, kun leikkaukseen ammutaan louhepatja (75 cm)?

RATKAISU:

- a) Kaikki louhe kalliroleikkauksesta penkereeseen (ei louhepatjaa)

$$\left. \begin{array}{l} y_1 = 1,10 \\ k_1 = 1,75 \\ k_2 = 0,90 \\ y_2 = 1,10 \end{array} \right\} \Rightarrow \text{kerroin} = 1,90 \quad 1,75 \times 0,9 \approx 1,5$$

$$V(\text{m}^3\text{rtr}) = 1,90 \times 5000 = 9500 \text{ m}^3\text{rtr}$$

- b) Louhe kallion leikkauksesta penkereeseen (normaali louhepatja)

$$\left. \begin{array}{l} y_1 = 1,10 \\ k_1 = 1,88 \text{ (} k_1\text{-kerroin saatu } k_1\text{-käyrästä)} \\ k_2 = 0,90 \\ y_2 = 1,10 \end{array} \right\} \Rightarrow \text{kerroin} = 2,05$$

$$V(\text{m}^3\text{rtr}) = 2,05 \times 5000 = 10250 \text{ m}^3\text{rtr}$$

- c) Kaikki louhe kalliroleikkauksesta murskeeksi ja edelleen kantavaan kerrokseen

$$\left. \begin{array}{l} y_1 = 1,10 \\ k_1 = 1,80 \\ k_2 = 0,75 \\ y_2 = 0,90 \end{array} \right\} \Rightarrow \text{kerroin} = 1,35$$

$$V(\text{m}^3\text{rtr}) = 1,35 \times 5000 = 6750 \text{ m}^3\text{rtr}$$

- d) Kallion leikkaukseen jää irtilouhittu louhepatja (75 cm), mutta muu osa louheesta murskaataan ja kuljetetaan kantavaksi kerrokseksi

$$\left. \begin{array}{l} y_1 = 1,10 \\ k_1 = 1,88 \text{ (} k_1\text{-kerroin saatu } k_1\text{-käyrästä, koska} \\ k_2 = 0,75 \text{ murskeen } k_1\text{-kertoimessa ei ole huo-} \\ y_2 = 0,90 \text{ mioitu louhepatjan aiheuttamia pai-} \\ \text{suntamassoja)} \end{array} \right\} \Rightarrow \text{kerroin} = 1,40$$

$$V(\text{m}^3\text{rtr}) = 1,40 \times 5000 = 7000 \text{ m}^3\text{rtr}$$

- x) Tienrakennustöiden yleisen työselityksen mukaan kallio louhitaan vähintään 1 m syvyyteen valmiin tien pinnasta. Tällöin päällysrakenteen alle jäävän louhepatjan paksuudeksi tulee 75 cm.

KÄYTTÖRAJOITUKSET

Murskeen ja sepelin löylymiskerroin k 1.

TIEN TEKEMINEN TYÖNSUUNNITTELU	Kalliomassojen massakertoimet	REK NO	SIIJOITUS
	Murskeen ja sepelin löylymiskerroin k1	5014	A.2
	Todellisen irtotilavuuden ja kiintotilavuuden suhde	LAATIJA	AIKA
Materiaalitiedot		TVH/Rrt	12.77

MASSAKERTOIMET

Ryöstökerroin $y1 = \frac{m3ktd}{m3ktr}$

Löylymiskerroin $k1 = \frac{m3itd}{m3ktd}$

Tiivistymiskerroin $k2 = \frac{m3rtd}{m3itd}$

Täyttökerroin $y2 = \frac{m3rrr}{m3rtd}$

MURSKEDEN JA SEPELIEN LÖYLYMISKERTOIMET, k1

Materiaali	k1 - kerroin
MURSKE	
0... 18 mm	1,95 ± 0,05
0... 30 "	1,80 ± 0,05
0... 45 "	1,80 ± 0,05
SEPELI	
0... 6 mm	1,90 ± 0,10
6... 12 "	2,10 ± 0,10
12... 16 " tai	
12... 18 "	2,00 ± 0,05

Matalissa rintaauksissa on erikseen otettava huomioon irtilouhinnasta aiheutuvat paisuntamassat. Paisunta on 35 - 40 % louhospatjan m3ktd-tilavuudesta. Ks. tietokortti 5016.

OLOSUHTEET

- irtotilavuus on mitattu murskaamalla, kuljetuksen aikana tilavuus pienenee tiivistymisen vaikutuksesta 2 - 4 % kuljetusmatkasta ja tiestä riippuen
- tutkittujen kiviainesten ominaisuuksien vaihtelu:

kiintotiheys 2,60 - 2,89 kg/dm³
vesipitoisuus 0,3 - 4,5 %
muotoarvot c/a = 2,5 (keskiarvo)
 b/a = 1,4 (keskiarvo)

KÄYTTÖESIMERKKI

Montako irtokuutiometriä murskettua 0...30 mm saadaan kallioleikkauksesta, jonka tilavuus on 10 000 m³ktd?

Murskeen 0...30 k₁-kerroin on 1.80 jolloin

$$V(\text{m}^3\text{itd}) = 1.80 \times 10\,000 = 18\,000 \text{ m}^3\text{itd}$$

KÄYTTÖRAJOITUKSET

Massakertoimet kallion leikkauksesta
kuljetusvälineeseen ja penkereeseen.

TIEN TEKEMINEN TYÖNSUUNNITTELU	Kalliomassojen massakertoimet	REK NO SIIJOITUS
	Massakertoimet kallion leikkauksesta kuljetusvälineeseen ja penkereeseen	5015 A.2
		LAATIJA AIKA
Materiaalitiedot	Louhe, murske, sepeli	TVH / Rrt 12.77

MASSAKERTOIMET	
$m3ktr \xrightarrow{y1} m3ktd \xrightarrow{k1} m3itd \xrightarrow{k2} m3rtd \xrightarrow{y2} m3rtr$ Ryöstökerroin $y1 = \frac{m3ktd}{m3ktr}$ Löyhtymiskerroin $k1 = \frac{m3itd}{m3ktd}$ Tiivistyskerroin $k2 = \frac{m3rtd}{m3itd}$ Täyttökerroin $y2 = \frac{m3rtr}{m3rtd}$	

KALLIOMASSOJEN MASSAKERTOIMET							
Rintaus (m)	Kallion rakenne ja louhintatapa	Kallion leikkauksesta penkereeseen $y1 \times k1 \times k2 \times y2$ (m3ktr → m3rtr)		Kallion leikkauksesta kuljetusvälineeseen $y1 \times k1$ (m3ktr → m3itd)			
		MATERIAALI					
		MURSKKE	LOUHE	MURSKKE JA LOUHE	SEPELI		
					0...6	6...12	12...18
1	A	1.60	2.35	2.35	2.55	2.80	2.65
	B	1.70	2.45	2.50	2.65	2.95	2.80
	C	1.80	2.60	2.65	2.85	3.05	3.00
2	A	1.40	2.10	2.10	2.20	2.45	2.35
	B	1.50	2.20	2.20	2.35	2.55	2.45
	C	1.60	2.30	2.35	2.50	2.75	2.65
3	A	1.35	2.00	2.00	2.15	2.40	2.25
	B	1.40	2.10	2.10	2.25	2.50	2.35
	C	1.50	2.20	2.20	2.40	2.65	2.55
5	A	1.30	1.90	1.90	2.05	2.30	2.20
	B	1.35	2.00	2.00	2.15	2.40	2.30
	C	1.45	2.10	2.10	2.30	2.60	2.45
8 tai ei louhe- patjaa	A	1.30	1.85	1.85	2.00	2.20	2.10
	B	1.35	1.90	1.95	2.10	2.30	2.20
	C	1.40	2.05	2.10	2.25	2.50	2.35

Kun leikkaukseen ei ammuta louhepatjaa käytetään tilavuusyksiköiden muuntokertoimina arvoja, jotka saadaan 8 m rintauksen kohdalta.

KALLION RAKENNE JA LOUHINTATAPA A = HUJA KALLIO - rakoammunta B = HUJA KALLIO - ei rakoammuntaa PIKKONAINEN KALLIO - rakoammunta C = PIKKONAINEN KALLIO - ei rakoammuntaa	MASSOJEN MITTAUSTAPA Tietokortti sisältää leikkauksesta poiskuljetettavat massat (viivoitettu alue). Rintaus mitataan louhepatjan yläpinnasta ja jos louhepatjaa ei ole, niin leikkauksen alapinnasta. Tietokortissa käytetyt louhepatja-arvot 	MASSOJEN KULKU $m3ktr \rightarrow m3rtr$ $m3ktr \rightarrow m3itd$
--	---	---

KÄYTTÖESIMERKKI

Tielinjalla on 5000 m³trr kalliroleikkaus, jonka keskikorkeus on 3 m. Kallio on rikko-
naista ja kallio louhitaan rakoammuntana.

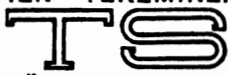
- a) Kuinka paljon pengertä voidaan rakentaa leikkauksesta saatavalla louheella, kun leikkaukseen ei ammuta louhepatjaa?
- b) Kuinka paljon pengertä voidaan rakentaa leikkauksesta saatavalla louheella, kun leikkaukseen ammutaan normaali louhepatja (75 cm)^{x)}?
- c) Kuinka paljon kalliroleikkauksesta saadaan mursketta, kun leikkaukseen ei ammuta louhepatjaa?
- d) Kuinka paljon kalliroleikkauksesta saadaan sepeliä (0...6 mm), kun leikkaukseen ammutaan louhepatja?

RATKAISU:

- a) Kaikki louhe kalliroleikkauksesta penkereeseen (ei louhepatjaa)
kerroin = 1,90
Vm³trr = 1,90 x 5000 = 9500 m³trr
- b) Louhe kalliroleikkauksesta penkereeseen (normaali louhepatja)
kerroin = 2,10
Vm³trr = 2,10 x 5000 = 10500 m³trr
- c) Kaikki louhe leikkauksesta murskeeksi
kerroin = 1,95
Vm³itd = 1,95 x 5000 = 9750 m³itd
- d) Kalliroleikkaukseen jää irtilouhittu louhepatja, mutta muu osa louheesta murskataan
sepeliksi (0...6 mm)
kerroin = 2,25
Vm³itd = 2,25 x 5000 = 11250 m³itd
- x) Tienrakennustöiden yleisen työselityksen mukaan kallio louhitaan vähintään 1 m syvyyteen
valmiin tien pinnasta. Tällöin päällysrakenteen alle jäävän louhepatjan paksuudeksi
tulee 75 cm.

KÄYTTÖRAJOITUKSET

Maalajien kaivuluokitus.

TIEN TEKEMINEN  TYÖNSUUNNITTELU Käsitteetiedot	Työntutkimussanasto	REK NO SJOITUS
	Maalajien kaivuluokitus	5006 A.1
		LAATIJA AIKA
		TVH / Rrt 12.77

KAIVU- JA KUORMAUSLUOKITUS

MATERIAALI	RYHMÄN LYHENNE
LUONNONTILAISET MAALAJIT - ELOPERÄISET MAALAJIT - HIENORAKEISET MAALAJIT - KARKEARAKEISET MAALAJIT - MOREENIMAALAJIT	E H K M
RAKENNETUT MAAKERROKSET JA MAALAJIT	T
LQHE JA MURSKAUSTUOTTEET	L

LUONNOTILAISTEN MAALAJIEN KAIVULUOKAT

ELOPERÄISTEN MAALAJIEN KAIVULUOKAT

Kaivuluokka	Maalajit	Puisuus %
E 1	Liejut	-
	Muta	-
E 2	Turpeet	< 30
E 3.	Turpeet	> 30

HIENORAKEISTEN MAALAJIEN KAIVULUOKAT

Kaivuluokka	Maalajit	Leikkauslujuus kN/m ²
H 1	Savet ja liejusavet	> 50
H 2	Siltit ja liejusiltit	
H 3	Kuivakuori (savi ja siltti) - paksuudeltaan vähintään noin 1 metri	

KARKEARAKEISTEN MAALAJIEN KAIVULUOKAT

Kaivuluokat	Maalajit	Kivisyys %
K 1	Hiekat	-
K 2	Sorat	< 30
K 3	Somero	30 - 50
	Kivikot	> 50

MOREENIMAALAJIEN KAIVULUOKAT

Kaivu- luokka	Maalajit	Kuiva- tiheys t/m ³	Kivisyys Ki %	Lohkarei- suus Lo %
M 1	Löyhät, kivettömät tai kiviset moreenit	< 1,9	< 30	< 10
M 2	Keskittiiviit, kivettömät tai kiviset moreenit	1,9 - 2,1	< 30	< 10
M 3	Tiiviit moreenit	> 2,1	> 30	< 10
	Runsaskiviset moreenit			10-50
	Lohkareiset ja runsaslohkareiset moreenit			> 50
	Louhikot			

RAKENNETTUJEN MAAKERROSTEN JA TÄYTEMAAN KAIVULUOKAT

Kaivu- luokka	Materiaalikuvaus	Pääasiallinen maalaji
T 1	Maakerros muodostuu pääasiassa eloperäisistä tai hienorakeisista maalajeista (E- ja H-ryhmä)	turve, lieju, humusmaa, savi, siltti
T 2	Maakerros muodostuu pääasiassa karkearakeisista maalajeista (K-ryhmä)	hiekkä, sora
T 3	Maakerros muodostuu pääasiassa moreenimaalajeista (M-ryhmä)	moreenit
T 4	Maakerros muodostuu pääasiassa louheesta	louhe

LOUHOKSEN JA MURSKAUSTUOTTEIDEN KAIVULUOKAT

Kuormaus- luokka	Materiaalikuvaus	Raekoko (suurimpien rakeiden keskimääräinen halkaisija) mm
L 1	Murskeet ja sepelit	-
L 2	Hienoksi tai keskikarkeaksi räjäytetty louhe	< 600
L 3	Karkeaksi räjäytetty louhe	> 600

Jos samaan maalajiryhmään kuuluvia kaivuluokkia ei voida yksikäsitteisesti määrittää, voidaan vierekkäiset kaivuluokat yhdistää, esim. E 2 - E 3, H 1 - H 2, K 1 - K 2, K 2 - K 3, M 1 - M 2 ja M 2 - M 3 tai voidaan käyttää vain ryhmän lyhennettä, esim. E, H, K, M, T tai L.

KIVISYYS (Ki %) on maalajin sisältämien kivien (60-600 mm) määrä painoprosentteina

LOHKAREISUUS (Lo %) on maalajin sisältämien lohcareiden (> 600 mm) määrä painoprosentteina

PUISUUS (Pu %) on maan pinnalla olevien kantojen ja turpeen sisältämien puunjätteiden yhteenlaskettu määrä tilavuusprosentteina kaivettavasta maamäärästä

LISÄTIETOJA: Maalajien kaivuluokitus, valtion teknillinen tutkimuslaitos, geoteknillinen laboratorio, tiedonanto n:o 1/1971

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., Metrotunnelien injektointi. 1977. 120,-
9. Anttikoski, U., Kalliotunnelien käyttö varastointiin. 1977. 50,-
10. Tikkanen, H., Rakentamisen vaikutus pohjaveteen Helsingin keskustassa. 1978. 70,-
11. Arkima, O., Kluuvien ruheen jäädytys. 1978. 120,-
12. Raudasmaa, P., Puiset perustusrakenteet. 1979. 50,-
13. Havukainen, J., Voimalaitostuhkan ja polttolaitoskuonan hyötykäyttö rakentamisessa. 1979. 50,-
14. Vähäaho, I., Pehmeikölle perustettavan pientalon painumien laskeminen. 1979. 50,-
15. Raudasmaa, P., Pohjavesitarkkailu -80. 1980. 50,-
16. Anttikoski, U., Katsaus tunnelien rakentamistekniikan nykytilaan Atlantan kansainvälisen tunneli-konferenssin kokemusten perusteella. 1979.
17. Roinisto, J., Matkakertomus tutustumismatkalta Tukholman yhteiskäyttötunneleihin. 1981. 50,-
18. Havukainen, J., Kivihiilivoimalan tuhkan käyttö maarakenteissa. 1981. 50,-
19. Roinisto, J., Yhteiskäyttötunnelien teknis-taloudellinen selvitys. 1981. 50,-
20. Vuola, P., Talonrakennuksen maarakenteet ja niiden laadunvalvonta. 1981. 50,-
21. Havukainen, J., Korhonen, O., Tonttialueiden maarakenteet. 1981. 30,-
22. Havukainen, J., Esimerkkejä jätteen hyötykäytöstä raaka-aineena ja energianlähteenä. 1981.
23. Havukainen, J., Kivihiilivoimalan tuhkien hyötykäyttöselvitys kunnallistekniikassa. 1982. 50,-
24. Latvala, A., Rakennusjätteen alustava hyötykäyttöselvitys. 1982. 30,-
25. Havukainen, J., Hämäläinen, A., Sulamäki, A., Alustava selvitys polttolaitoskuonan hyötykäyttö-mahdollisuuksista maarakentamisessa. 1982. 30,-
26. Halkola, H., Kunnallistekniikan geotekniikkaan liittyvät koerakentamiskohteet Torpparinmäessä. 1982.
27. Paavola, P., Kunnallisteknisten tunnelien louhintakustannus selvitys. 1982. 50,-
28. Vähäaho, I., Maarakennusta koskeva mallityöselitys. 1982. 70,-
29. Gulin, K., Rakentamisen vaikutus pohjaveden tasoon ja rakennusten painumiin Helsingin Puistolassa. 1982. 50,-
30. Halkola, H., Syvästabiloinnin laadun ja lujuuden valvontamenetelmät. 1982. 50,-
31. Havukainen, J., Kivihiilituhkan käyttö maarakentamisessa, tekniset ohjeet. 1983. 30,-
32. Havukainen, J., Användning av stenkolsaska vid anläggningsarbeten, tekniska anvisningar. 1983. 30,-
33. Havukainen, J., The utilization of coal ash in earth works, technical guidelines. 1983. 30,-
34. Salmelainen, J., Helsingin kallioperän geologiasta ja kivilajien lujuusominaisuuksista porattavuuden kannalta. 1983. 50,-
35. Havukainen, J., Matkakertomus kivihiilituhkien ympäristövaikutuskonferenssista. 1983.
36. Hytti, P., Esi-injektoinnin suoritus ja sen huomioiminen urakka-asiakirjoissa. 1984. 60,-
37. Leinonen, J., Kalliomekaaniset mittaukset Hanasaaren syvävarastossa. 1984. 60,-
38. Pirinen, J., Kelluvan rantapenkereen rakentaminen. 1984. 60,-
39. Latvala, A., Geotekninen kustannustiedosto, Geo-kuti. 1984. 60,-