

# PIHAN KULKUVÄYLIEN PINTARAKENTEET

Väinö Alapuranen

Opinnäytetyö

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Insinööri (AMK)

2022

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka  
Insinööri (AMK)

---

<b>Tekijä</b>	Väinö Alapuranen	<b>Vuosi</b>	2022
<b>Ohjaaja</b>	Ari Romakkaniemi		
<b>Toimeksiantaja</b>	Lapin ammattikorkeakoulu		
<b>Työn nimi</b>	Pihan kulkuväylien pintarakenteet		
<b>Sivu- ja liitesivumäärä</b>	48 + 5		

---

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tutustua laadukkaaseen pihan rakentamiseen sekä erilaisiin päällystevaihtoehtoihin. Työstä selviää yleistietoa pihan suunnittelusta, rakennekerroksista, roudasta ja roudan vaikutuksista sekä kuivatuksen merkityksestä kestäväan pihan rakentamiseen.

Opinnäytetyössä on kerrottu käytännön toteutuksen periaatteet sekä kalusto erilaisille päällystevaihtoehdoille. Opinnäytetyössäni on myös esimerkin omaisesti kerrottu kolmelle erilaiselle piha-alueelle paras päällystevaihtoehto. Aineistoa opinnäytetyöhön on kerätty pääasiassa alan kirjallisuudesta ja internetsivuilta.

Lopussa vertailun tuloksissa selviää asfaltoinnin, betonikiveyksen ja sitomattoman kulutuskerroksen kustannuksien suuret eroavaisuudet. Vertailun toteutukseen olen käyttänyt paljon myös omaa käytännön kokemusta alalta.

Degree Programme in Civil  
Engineering  
Bachelor of Engineering

---

<b>Author</b>	Väinö Alapuranen	Year	2022
<b>Supervisor</b>	Ari Romakkaniemi		
<b>Commissioned by</b>	Lapland University of Applied Sciences		
<b>Subject of thesis</b>	Surface Structures of Courtyard Passageways		
<b>Number of pages</b>	48 + 5		

---

The purpose of this study was to look at yard walkways and to provide general information about paving materials, frost protection, yard drying structures and structural layers.

This study was started by reading two books in the field and by researching different coating options and their suitability for different yard areas. The idea was to highlight the main features of yard construction and especially the importance of foundation in sustainable yard construction. Finally, a cost comparison was conducted in order to highlight the cost differences between different coating options. Material was collected mainly from the literature in the field and from websites.

The thesis examines the principles of practical implementation and the equipment for different coating options. In this study the best coating option for three different yard areas are presented as an example. At the end, the comparison shows the cost differences of the coatings clearly. The images in this thesis are almost all by the author.

Keywords

Asphalt, stone paving, pavement

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	PIHOJEN PÄÄLLYSTEVAIHTOEHDOT .....	7
2.1	Sidotut päällysteet .....	7
2.2	Kivipäällysteet.....	8
2.3	Sitomattomat päällysteet.....	9
3	PIHAN SUUNNITTELU.....	10
3.1	Pihan aluetyypit .....	10
3.2	Laatuluokat ja vaatimukset .....	11
3.3	Pihan rakenteiden mitoitus.....	12
4	PIHAN RAKENTEET .....	14
4.1	Rakennekerrokset.....	14
4.2	Routa ja routiminen.....	17
4.3	Pihan routasuojaus .....	18
4.4	Pihan kuivatus .....	19
5	ASFALTOINTI.....	22
5.1	Asfalttilaadut ja laatuvaatimukset.....	22
5.2	Asfalttoinnin pohjatyöt.....	23
5.3	Asfaltin levitys ja tiivistys.....	26
6	KIVIPÄÄLLYSTEET .....	31
6.1	Kivipäällysteiden laatuvaatimukset .....	31
6.2	Kivipäällysteen pohjatyöt .....	32
6.3	Kivipäällysteen asennus ja saumaus .....	34
7	SITOMATTOMAT KULUTUSKERROKSET .....	36
7.1	Sitomattoman kulutuskerroksen laatuvaatimukset.....	36
7.2	Sitomattoman kulutuskerroksen rakentaminen .....	37
8	VERTAILU .....	38
8.1	Vertailukohteiden esittely .....	38
8.2	Ensimmäinen piha .....	39
8.3	Toinen piha .....	41

---

8.4 Kolmas piha .....	43
9 POHDINTA .....	46
LÄHTEET .....	47
LIITTEET .....	48

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyössäni käydään läpi kestäväää ja laadukasta pihan rakentamista. Käyn läpi työssäni erilaiset päällystevaihtoehdot sekä niiden soveltuvuuden eri kohteisiin. Käsittelen työssäni pihan päällysrakenteet sekä käyn läpi, miten päällysrakenteet rakennetaan oikeaoppisesti. Tarkastelen työssäni myös roudan ja kuivatuksen osuutta kestäväään pihan rakentamiseen. Työssä käydään läpi myös erilaisten päällystevaihtoehtojen työvaiheet sekä kalusto.

Lopussa toteutan vertailun kolmen erityyppisen pihan välillä. Vertailussa esittelen kolme erilaista omakotitalon pihaa, jotka sijaitsevat eri puolilla Suomea. Valitsen jokaiselle pihalle parhaan piharatkaisun, sen käyttötarkoituksen ja kustannuksien mukaan.

## 2 PIHOJEN PÄÄLLYSTEVAIHTOEHDOT

### 2.1 Sidotut päällysteet

Pihoilla käytettävät sidotut päällysteet ovat kiviaineksen ja bitumipohjaisen sideaineen seoksia eli asfaltteja. Asfaltteja on saavilla useita erilaisia ja myös useissa eri väreissä. Asfaltin ulkonäköä voidaan myös muuttaa esimerkiksi sirotepintauksella tai urituksella.

Yleisin pihoilla käytettävä asfalttityyppi on asfalttibetoni eli AB. Asfalttibetonista on moneksi. Sen kiviaineksen raekokoa, sideaineen määrää ja ominaisuuksia muuttamalla asfalttibetoni soveltuu hyvin erilaisiin käyttöolosuhteisiin ja -tarkoituksiin. Kerrospaksuutena pihoilla käytetään yleensä 40 mm asfalttilaattaa.

Yleisesti henkilö- ja huoltoajoneuvoliikenteelle tarkoitetulla piha-alueella käytetään AB 16/125-asfalttityyppiä ja jalankululle tarkoitetuilla alueilla yleisin asfalttityyppi on AB 11/100. Merkinnän ensimmäinen numero kertoo käytettävän kiviaineksen maksimiraekoon ja jälkimmäinen numero ilmaisee asfalttimassan määrän kg/m<sup>2</sup> kohden. Käytännössä 125 kg/m<sup>2</sup> vastaa 50 mm:n asfalttikerrosta, kun massan kiintotiheys on 2700 kg/m<sup>3</sup>.

Tiivis ja hyvin käsin levittyvä asfaltti on valuasfaltti eli VA. Yleisesti valuasfaltin paksuus vaihtelee 20 mm ja 40 mm välillä. Valuasfaltti vaatii aina sidotun pohjakerroksen. Pohjakerros voi olla esimerkiksi betonista, asfalttibetonista tai bitumis-orasta. Valuasfaltin etuna on sen helppo puhtaana pidettävyyys, mutta se ei taas sovellu jalankulkuväylille sen liukkaitensa vuoksi.

Raskaasti kuormitetuilla pihoilla on myös mahdollista käyttää erilaisia betonipäällysteitä. Betonipäällyste muodostaa myös samalla kantavan kerroksen eli se rakennetaan suoraan jakavan kerroksen päälle. (RIL 234-2007, 65.)

## 2.2 Kivipäälysteet

Pihan päällystämiseen käyvät myös latomalla asennettavat erilaiset kivipäälysteet, kuten betonikivet, betonilaatat, luonnonkivet sekä luonnonkivilaatat. Nykyisin suurin osa kivipäälysteistä on tehty betonikivestä.

Betonikiviä- ja laattoja on saatavilla useita eri malleja, kokoja ja värejä. Betonikivien paksuudet vaihtelevat yleensä 60 mm:n ja 100 mm:n välillä. Betonilaattojen paksuus vaihtelee 50 mm:n ja 100 mm:n välillä. Yleisimmin käytetyt laatat ovat kooltaan 300x300mm<sup>2</sup> ja 500x500 mm<sup>2</sup> väliltä. Laatat ja kivet asennetaan aina kantavan kerroksen päälle. Kantavan kerroksen päälle tulee levittää 30 mm:n asennuskerros. Asennuskerros materiaalina käytetään yleensä rakeisuudeltaan hienoa 0/8 mm:n hiekkaa tai kivituhkaa. Liikennealueelle laitettavat ohuet laatat tulee asentaa alusbetonin varaan. Saumausmateriaalina laattojen kanssa käytetään erittäin hienoa rakeisuudeltaan 0/1 mm:n kuivaa hiekkaa.

Luonnonkivestä valmistetaan useita erilaisia kivipäälysteitä, ne valmistetaan yleensä lohkomalla tai sahaamalla. Yleisimpiä luonnonkivestä valmistettavia kivipäälysteitä ovat nupukivet ja kuutionmuotoiset noppakivet. Nupukiven yleisimmät mitat ovat 140x140x250mm<sup>3</sup>. Nupukiven pintaa voidaan käsitellä eri tavoin, vaihtoehtoina ovat lohkopinta, ristipäähakattu pinta tai poltettu pinta. Noppakiven sivunpituus vaihtelee 50 mm:n ja 140 mm:n välillä. Yleisin käytetty noppakivi on sivupituudeltaan 90 mm.

Mukulakivet ovat halkaisijaltaan 60–100 mm:n pyöreitä luonnonkiviä. Mukulakiviä käytetään piha-alueilla yleensä luiskien verhoiluun sekä sokkelin vierustoilla kaapeana kaistana. Kivien asennus ja saumaus tapahtuu asennushiekan kanssa. Mukulakivien pysyvyyttä voidaan parantaa käyttämällä asennuskerroksena betonia tai käyttämällä asennushiekan seassa hieman sementtiä. (RIL 234-2007, 66.)

Luonnonkivistä valmistetaan myös laattoja. Yleensä luonnonkivilaatat ovat suorakulmion muotoista liuskekiveä, mutta sitä voidaan sahata myös koneellisesti marmorista tai graniitista. Näiden kivien ominaisuudet ovat kuitenkin hyvin yksilöllisiä ja niiden kuormituskestävyydessä on suuria eroja. Luonnonkivilaattojen saumaustapa harkitaan aina tapauskohtaisesti.

Nykyään jo vähän harvinaisempi kivipäällyste on tiili. Tiiltä käytetään nykyisin yleensä vain jalankulkuväylille ja oleskelulle tarkoitetuilla alueilla. Päällysteeksi käytettävien tiilien tulee olla kovaksi poltettuja ja pakkasen kestäviä. Tiili päällystettä miettiessä tulee kestävyys ja sopivuus kyseiseen käyttötarkoitukseen kysyä aina valmistajalta. Tiilien asennustapa on samanlainen kuin betonikivellä eli ne ladotaan asennuskerroksen varaan. (RIL 234-2007, 66.)

### 2.3 Sitomattomat päällysteet

Sitomattomien päällysteiden materiaalina käytetään mursketta, soraa, hiekkaa tai kivituhkaa. Sitomaton päällyste sopii hyvin esimerkiksi poluille, jalankulkuväylille, pelikentille tai leikkialueille. Materiaalien raekoot vaihtelevat 0/6 ja 0/10 välillä. Suositeltava kerrospaksuus kivituhkalla on 30–50 mm ja soralla vähintään 50 mm. Sitomattoman päällysteen etuna ovat yleensä helppo ja halpa toteutus sekä muokattavuus.

Kivituhka on erittäin hienojakoista materiaalia. Kivituhkaa käyttäessä tulee muistaa, että märkänä se saattaa kulkeutua helposti pihalta pois ennen tiivistymistä. Sitomattomana päällysteenä voidaan käyttää myös luonnon soraa, luonnonsora on väriltään ruskeaa. Murskeelle väri vaihtoehtoja on useita, väri riippuu louhittavan kiven väristä. (RIL 234-2007, 67.)

### 3 PIHAN SUUNNITTELU

#### 3.1 Pihan aluetyypit

Pihat jaetaan neljään eri aluetyyppiin. Jako tapahtuu kuormituksen mukaisesti. Alla olevassa taulukossa on esitelty pihan aluetyypit.

Taulukko 1. Pihan aluetyypit (RIL 234-2007,27)

Pihan aluetyyppi	kuvaus
1	Pelkästään jalankululle ja oleskelulle tarkoitettut alueet.
2	Jalankululle, oleskelulle ja poikkeukselliselle henkilöautoliikenteelle tarkoitettut alueet. Talvikunnossapito voidaan hoitaa työkoneella.
3	Henkilöautoliikenteelle tarkoitettut piha- sekä pysäköintialueet, joilla on satunnaista raskasta liikennettä. Talvikunnossapito hoidetaan työkoneella.
4	Raskaalle ajoneuvoliikenteelle tarkoitettut teollisuushallien piha-alueet.

Yleensä asuinrakennusten pihat ovat joka 2 tai 3 luokan pihoja. Satunnaista raskasta liikennettä voivat olla roska-autot sekä esimerkiksi satunnaiset paketin toimittajat.

### 3.2 Laatuoluokat ja vaatimukset

Piha-alueiden laatuoluokituksen tarkoitus on parantaa suunnittelun laatua ja rakenteiden toimivuutta. Alueet jaetaan kahteen laatuoluokkaan toiminnallisten ja ulkonäöllisten vaatimuksien mukaan. Laatuoluokat perustuvat sallittuihin routaliikkeisiin sekä ulkonäköön. Piholla ulkonäölliset vaatimukset ovat aina laatuoluokan 1 mukaiset. Laatuoluokassa 1 ei sallita halkeamia ja sallittu routanousu on myös pienempi (taulukko 2). Laatuoluokan valitsee yleensä itse rakennuttaja.

Toiseen laatuoluokkaan kuuluvat pihat, joilla on pienemmät ulkonäölliset sekä toiminnalliset vaatimukset (taulukko 3). Laatuoluokka 2 käsittää toimisto- ja liikerrakennusten pihat. Luonnonkivilaattojen käyttöä laatuoluokassa 2 tulee välttää, niitä käytetään vain poikkeustapauksissa. Laatuoluokassa 1 aluetyyppien 3 ja 4 alueilla ei suositella käytettäväksi sitomattomia päällysteitä. (RIL 234-2007,24.)

Taulukko 2. Pihan laatuoluokitus, laatuoluokka 1 (RIL 234-2007,25)

Laatuoluokka 1 (Piha-alueet, joissa suuret toiminnalliset tai ulkonäölliset vaatimukset)						
Päällysteen tyyppi	Aluetyyppi	Ulkonäkö	Sallittu <sup>1)</sup> laskennallinen kokonaispainuma	Maksimiroutanousu (F 10)	Vähimmäisvieto- kaltevuus <sup>2)</sup>	Sallittu kaltevuudenmuutos painumille ja routanousuille piha-alueen liittyessä rakennuksiin, katuihin ja putkijohtoihin
Luonnonkivilaatat	3 ja 4	Päällysteessä ei sallita epätasaisuutta	Mitoitetaan painumattomaksi	Routaliikkeitä ei sallita (F 50)	0,01...0,03	0,01
	1 ja 2				"	0,01
Ladotut betoni- tai luonnonkivi-päällysteet	3 ja 4	Päällysteessä ei sallita epätasaisuutta	100 mm	50 mm	0,02...0,04	0,02
	1 ja 2		"	"	"	0,04
Sidotut päällysteet	3 ja 4	Päällyste säilyy halkeilemattomana	100 mm	50 mm	0,01...0,03	0,02
	1 ja 2		"	"	"	0,04
Sitomattomat päällysteet	3 ja 4	Lätäköitymistä sateella ei sallita	Vain poikkeustapauksissa	Vain poikkeustapauksissa	Vain poikkeustapauksissa	0,02
	1 ja 2		100 mm	50 mm	0,02...0,04	0,04
Kasvillisuusalueet	K	Ei lätäköitymistä	300 mm	100 mm	Ei rajoitettu	0,04

Taulukko 3. Pihan laatuluokitus, laatuluokka 2 (RIL 234-2007,26)

Laatuluokka 2 (Muut asunto-, toimisto- ja liikerakennusten pihat, joissa pienemmät toiminnalliset tai ulkonäölliset vaatimukset)						
Päällysteen tyyppi	Aluetyyppi	Ulkonäkö	Sallittu <sup>1)</sup> laskennallinen kokonaispainuma	Maksimiroutanousu (F 10)	Vähimmäisvietto-kaltevuus <sup>2)</sup>	Sallittu kaltevuudenmuutos painumille ja routanousuille piha-alueen liittyessä rakennuksiin, katuihin ja putkijohtoihin
Luonnonkivi-laatat	3 ja 4	Päällysteessä ei sallita epätasaisuutta	Käytetään vain poikkeustapauksissa	Käytetään vain poikkeustapauksissa	0,01...0,03	0,02
	1 ja 2				"	0,04
Ladotut betoni- tai luonnonkivi-päällysteet	3 ja 4	Päällysteessä vain vähäistä epätasaisuutta	200 mm	100 mm	0,02...0,04	0,02
	1 ja 2		250 mm	"	"	0,04
Sidotut päällysteet	3 ja 4	Päällysteessä vähäisiä kunnossapidolla hoidettavia halkeamia	200 mm	100 mm	0,01...0,03	0,02
	1 ja 2		250 mm	"	"	0,04
Sitomattomat päällysteet	3 ja 4	Vähäistä lätköitymistä sateella	200 mm	100 mm	0,02...0,04	0,02
	1 ja 2		250 mm	"	"	0,04
Kasvillisuus-alueet	K	Vähäistä lätköitymistä	300 mm	Ei rajoitettu	Ei rajoitettu	0,04

### 3.3 Pihan rakenteiden mitoitus

Pihan rakenteita mitoittaessa tulee miettiä pihan käyttötarkoitusta ja sen kestävyttä. Piharakenteet tulisi aina mitoittaa siten, että piha kestäisi routaliikkeiden ja painaumien aiheuttamat rasitukset. Alusrakenteiden ja päällysrakennekerrosten tulisi täyttää pihalle valitulle laatuluokalle asetetut laatuvaatimukset. Pihan mitoituksen määräävät tekijät ovat alueen käyttötarkoitus sekä olosuhteet (taulukko 4). Pihaa rakentaessa tulee valitun laatuluokan olla sama koko piha-alueelle, vaikka pihalla olisi eri toimintoihin tarkoitettuja alueita. (RIL 234-2007,33.)

Taulukko 4. Päällysrakennekerrosten mitoituksen määräävät tekijät piha-alueen maaperän ja käyttötarkoituksen mukaan. (RIL 234-2007,33)

Pihan aluetyyppi	Maaperä		
	Kantava routimaton maapohja	Kantava routiva tai erittäin routiva maapohja	Pehmeikkö
Aluetyyppi 4	Liikenne	Routa + liikenne	Kantavuus + painuma + routa + liikenne
Aluetyyppi 3	Liikenne	Routa + liikenne	Kantavuus + painuma + routa + liikenne
Aluetyyppi 2	Liikenne	Routa	Kantavuus + painuma + routa + liikenne
Aluetyyppi 1	- - -	Routa	Kantavuus + painuma + routa + liikenne

Piharakenteille kannattaa tehdä myös kantavuuden mitoitus. Pihalta vaadittava kantavuus riippuu aina käyttötarkoituksesta. Pohjamaan kantavuus voidaan määrittää keväällä roudan sulamisajankohtana. Kantavuus mittaus voidaan suorittaa esimerkiksi levykuormituskokeella. Piharakenne mitoitetaan käyttämällä Odemarkin kaavaa. Taulukossa 5 on esiteltynä suositukset kantavuudelle kantavan kerroksen päältä. Odemarkin kaavan käyttäminen edellyttää tietoa pohjamaasta ja käytettävistä kerrosmateriaalien E-moduuliarvoista. Taulukossa 6 on esitetty pihan päällysrakenteissa tavallisesti käytetyt kerrosmateriaalien E-moduuliarvot. (RIL 234-2007, 33.)

Taulukko 5. Suositus pihan kantavuudelle kantavan kerroksen päältä (RIL 234-2007, 35)

Pihan aluetyyppi	Kantavuus ( $E_2$ ) kantavan kerroksen päältä
4	Mitoitetaan tapauskohtaisesti
3	160 MN/m <sup>2</sup>
2	120 MN/m <sup>2</sup>
1	70 MN/m <sup>2</sup> <sup>1)</sup> 85 MN/m <sup>2</sup> <sup>2)</sup>
K	Mitoitetaan tapauskohtaisesti

Taulukko 6. Kerrosmateriaalien E-moduuliarvoja (RIL 234-2007, 37)

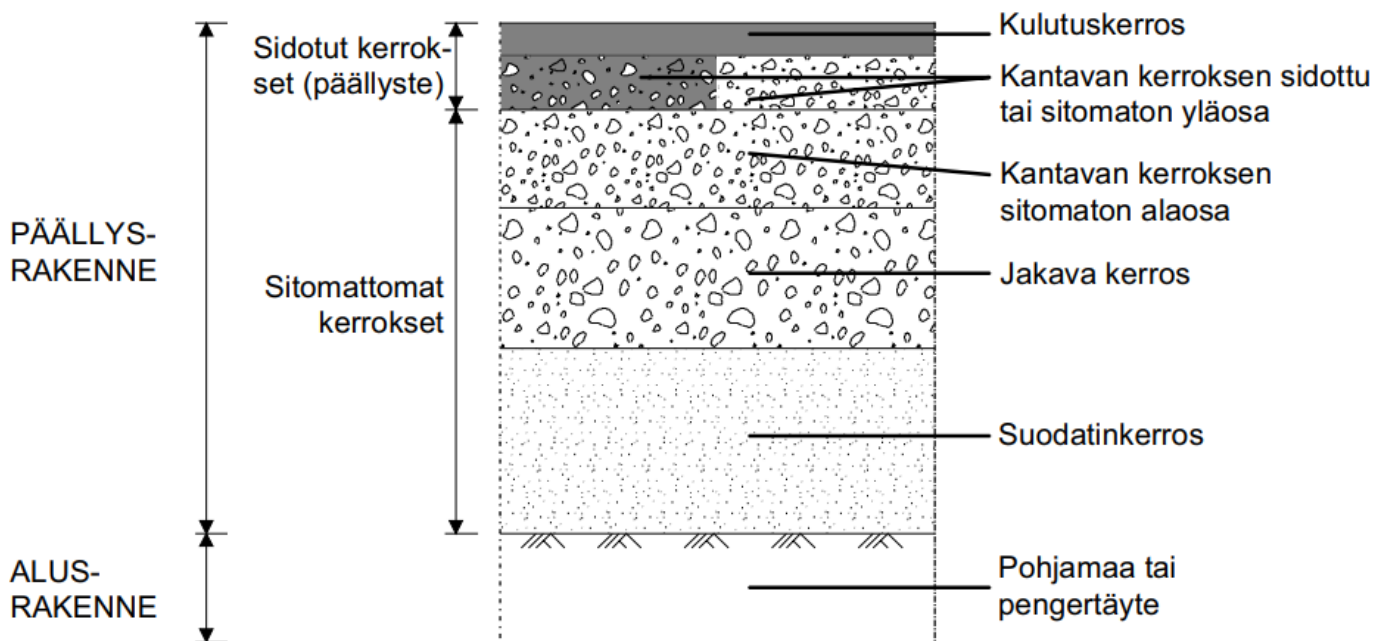
Materiaali	E-moduuli MN/m <sup>2</sup>
Asfalttibetoni (AB, ABS)	2 500
Kevytasfalttibetoni	1 500
Kantavan kerroksen murske	200...350
Stabiloitu kantava murske	2 000...2 500
Jakavan kerroksen sora	150...280
Suodatinhiekkä	30...100

## 4 PIHAN RAKENTEET

### 4.1 Rakennekerrokset

Päällysrakenteen kestävyys kannalta merkittävää on kulutuskerroksen alapuoliset rakennekerrokset sekä alusrakenteet. Pihan kulkuväylien rakennekerrosten paksuuden mitoittaa kuormitus sekä alueen routivuus.

Suomessa yleisin käytetty päällysrakennetyyppi on joustava päällysrakenne. Joustavassa päällysrakenteessa on kolme sitomatonta rakennekerrosta ja päällimmäisenä on sidottu joustava kerros eli päällyste. Päällyste on sidottu bitumisella sideaineella. (kuvio 1) Jakavan ja suodatinkerrosten tarve riippuu alusrakenteen laadusta. Alusrakenteen ollessa routivaa tarvitaan myös aina suodatinkerros. (Belt, Lämsä, Savolainen & Ehrola 2002, 11.)



Kuvio 1. Päällysrakenne (Belt, Lämsä, Savolainen & Ehrola 2002,11)

Suodatinkerros on rakennekerros, joka estää päällysrakenteen ja alusrakenteen materiaalien sekoittumisen ja katkaisee veden kapillaarisen nousun ylempiin rakennekerroksiin. Suodatinkerroksen tehtävä on myös kasvattaa routimatonta rakennekerroksen paksuutta, joka vähentää routimisesta johtuvia routanousuja. Suodatinkerros materiaalina käytetään yleensä hiekkaa. (Belt ym. 2002, 12.)

Suodatinkerros rakennetaan yhtenä tai useampana kerroksena, riippuen suodatinkerroksen paksuudesta ja sen tiivistyskalustosta. Kerros tiivistetään erikseen tai jakavan kerroksen rakentamisen yhteydessä (taulukko 7). Suodatinkerroksen tarpeellisuus riippuu pohjamaasta sekä jakavan kerroksen materiaalista. Työn edetessä suodatinkerroksen leveys ja tasaisuus tarkistetaan 10 m:n välein. Sallitut enimmäispoikkeamat ovat taulukon 8 mukaiset. (RIL 234-2007,86.)

Taulukko 7. Suodatinkerroksen tiiveysvaatimukset (RIL 234-2007,87)

		Laatuluokka	
		I	II
Pienin sallittu keskimääräinen tiivysaste	%	≥ 92	≥ 90
Pienin sallittu yksittäinen tiivysaste	%	≥ 90	≥ 85

Taulukko 8. Suodatinkerroksen enimmäispoikkeamat (RIL 234-2007, 87)

		Laatuluokka	
		I	II
Yläpinnan leveys	mm	0...150	0...250
Yläpinnan taso	mm	± 50	± 100
Pinnan epätasaisuus	mm/5 m	50	50

Jakavan kerroksen tehtävä on kuivattaa kantavaa kerrosta. Kantava ja jakava kerros muodostavat päällysteelle kantavan alustan. Näiden kahden kerroksen tehtävä on jakaa päällysteelle kohdistuvat kuormitukset sekä varmistaa ettei alusrakenteen rasitukset muodostu liian suuriksi.

Jakava kerros rakennetaan yhtenä tai useampana kerroksena riippuen kerrospaksuudesta, materiaalin laadusta sekä tiivistyskalustosta (taulukko 9). Jakavan kerroksen ollessa ohut se voidaan rakentaa yhdessä kantavan kerroksen kanssa samasta materiaalista. Työtä tehdessä tulee varoa materiaalin lajitumista. Jakavan kerroksen materiaalina käytetään soraa sekä sora- tai kalliomursketta. Jakavan kerroksen enimmäispoikkeamat on esitetty taulukossa 10. (Belt ym. 2002, 13.)

Taulukko 9. Jakavan kerroksen tiiveysvaatimukset (RIL 234-2007, 89)

		Laatuluokka	
		I	II
Pienin sallittu keskimääräinen tiiviyssaste	%	≥ 95	≥ 92
Pienin sallittu yksittäinen tiiviyssaste	%	≥ 92	≥ 87
Suurin sallittu keskimääräinen kantavuussuhde <sup>*)</sup>	$E_2/E_1$	≤ 2,2	≤ 2,2

Taulukko 10. Jakavan kerroksen enimmäispoikkeamat (RIL 234-2007, 89)

		Laatuluokka	
		I	II
Yläpinnan leveys	mm	0...150	0...250
Yläpinnan taso	mm	± 20	± 20
Pinnan epätasaisuus	mm/5 m	20	50

Kantava kerros rakennetaan yhtenä kerroksena. Kantava kerros rakennetaan sora- tai kalliomurskeesta. Materiaalin tulee olla puhdasta, eikä se saa olla rapautumisherkkää. Tiivistys tapahtuu samalla tavalla kuin muissakin rakennekerroksissa, tiiveysvaatimukset on esitetty taulukossa 11. Tarkastellessa kantavaa kerrosta tulee kerroksen enimmäispoikkeamat olla taulukon 12 mukaiset.

Taulukko 11. Kantavan kerroksen tiiveysvaatimukset (RIL 234-2007, 90)

		Laatuluokka	
		I	II
Pienin sallittu keskimääräinen tiiviyysaste	%	≥ 95	≥ 92
Pienin sallittu yksittäinen tiiviyysaste	%	≥ 92	≥ 87
Suurin sallittu keskimääräinen kantavuussuhde *)	$E_2/E_1$	≤ 2,2	≤ 2,2

Taulukko 12. Kantavan kerroksen enimmäispoikkeamat (RIL 234-2007, 90)

		Laatuluokka	
		I	II
Yläpinnan leveys	mm	0...150	0...250
Yläpinnan taso	mm	± 20	± 20
Pinnan epätasaisuus	mm/5 m	20	20
Kerrosrakisuuden alitus	mm	≤ 10	≤ 20

#### 4.2 Routa ja routiminen

Yksinkertaisuudessaan routa on jäätynyttä maavettä. Routa on siis maassa olevan veden jäätymistä, joka kovettaa maakerrokset. Routimisella tarkoitetaan ilmiötä, jossa maakerrosten jäätyessä tilavuus kasvaa. Eli routivan maakerrosten tilavuus kasvaa ja siitä seuraa maanpinnan kohoamista eli routanousua.

Routiminen on yleisin pihan ongelmista. Talvisin suurten alueiden puhtaanapito edesauttaa roudan tunkeutumista maaperään, koska lumi ei ole eristämässä maata. Routavauriot pihoilla ilmenevät yleensä päällysteen rikkoutumisena ja pintakuivatuksen toimimattomuutena. Päällyste halkeilee, kun routanousu on sen kestäkyvylle liian suuri.

Epätasainen routanousu on haitallisempaa kuin tasainen routanousu. Epätasaisesta routanoususta suurimmat ongelmat aiheutuvat ladotuille päällysteille eli kivipäällysteille. Pienetkin routanousut aukaisevat laattojen saumat, mikä johtaa taas siihen, että saumoihin pääsee epäpuhtauksia ja hiekkää. Roudan sulaessa laatta ei painu enää samaan asentoon missä se alun perin oli. Laattojen päällä oleva liikenne alkaa liikuttamaan laattoja entisestään, joka taas lisää vaurioita.

Asfalttipäällysteet kestävät routaa vähän paremmin kuin ladotut päällysteet, joutuessaan asfaltin taipuisuudesta. Kuitenkin routanousun ylittäessä asfaltin lujuuden syntyy päällysteeseen halkeamia. Halkeamat suurenevät ajan myötä, kun niihin pääsee vesi ja epäpuhtaudet. Veden pääsy halkeamista suoraan routivaan maaperään lisää entisestään maan routimista. Asfaltin vaurioitumisnopeus riippuu asfaltinlaadusta sekä asfaltille kohdistuvasta rasituksesta. (RIL 234-2007, 47.)

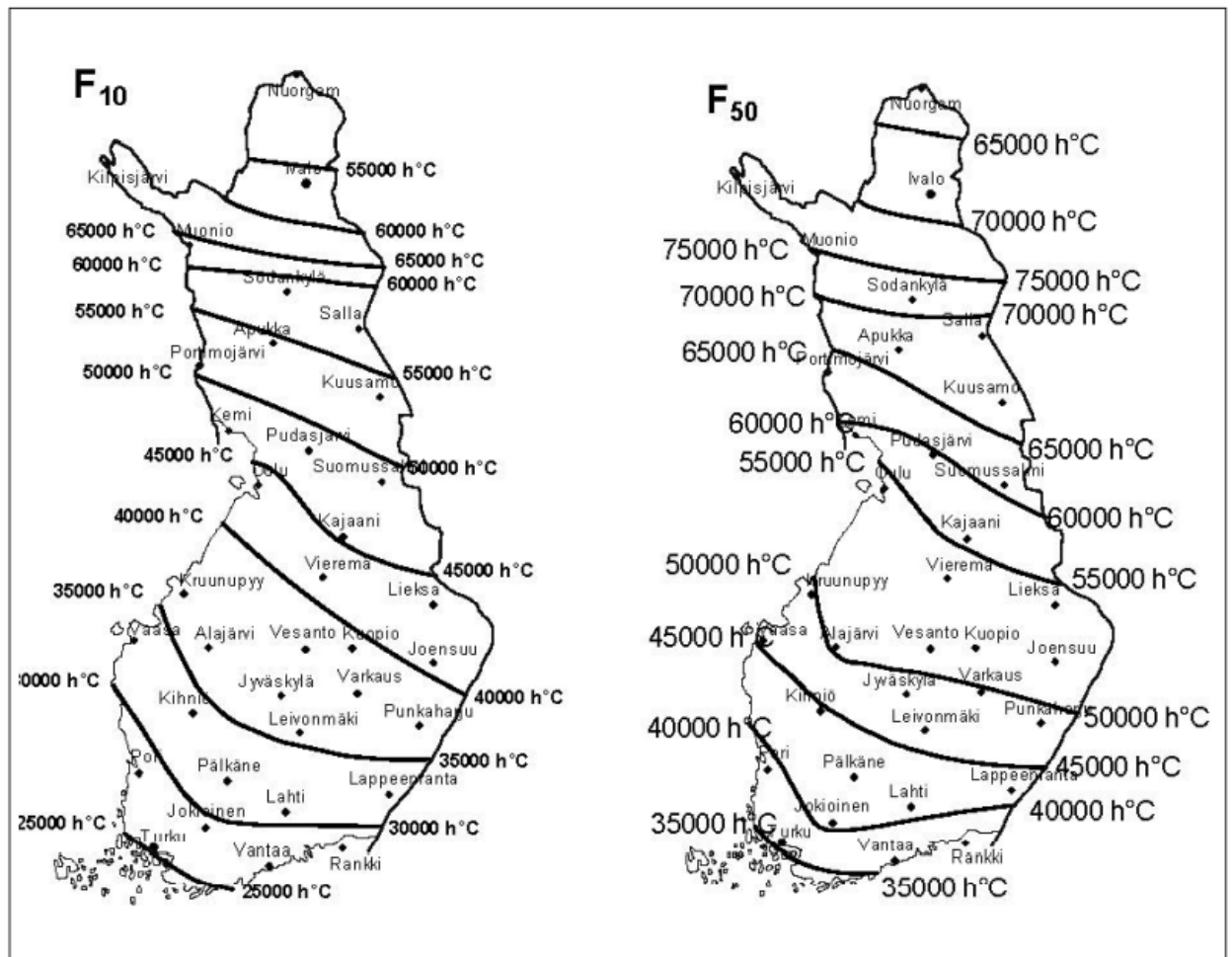
#### 4.3 Pihan routasuojaus

Pihan routasuojauksen määrää pihalta haluttu laatutaso. Valittu laatutaso määrää pihan sallitun tasaisen routanousun sekä roudan aiheuttamat kaltevuuserot (taulukko 2). Routasuojauksen mitoittamiseen vaikuttavia tekijöitä ovat, pihan rakenne, routimisolosuhteet ja maalajiominaisuudet. Pihan routasuojaus tehdään mitoittamalla sitomattomat rakennekerrokset pakkasmäärän mukaan. Tällä menetelmällä rakennekerrospaksuudet yleensä kasvavat, joka lisää maakerrosten kuormitusta ja tätä kautta painaumia pehmeikköalueilla. Routiva maakerros voidaan myös poistaa massanvaihdoilla.

Massanvaihdolla tarkoitetaan menetelmää, jossa huonot maakerrokset poistetaan ja korvataan kantavalla materiaalilla. Kantavia materiaaleja ovat karkearaikainen murske ja louhe. Massanvaihto voidaan suorittaa osittaisena tai vaihtamalla massat kovaan pohjaan asti. Työmenetelminä käytetään kaivuuta ja pengertämistä. Massanvaihto menetelmää käytetään pääosin matalille pehmeiköille ja pilaantuneiden maiden poistoon. Massanvaihto on hyvä pohjanvahvistus menetelmä.

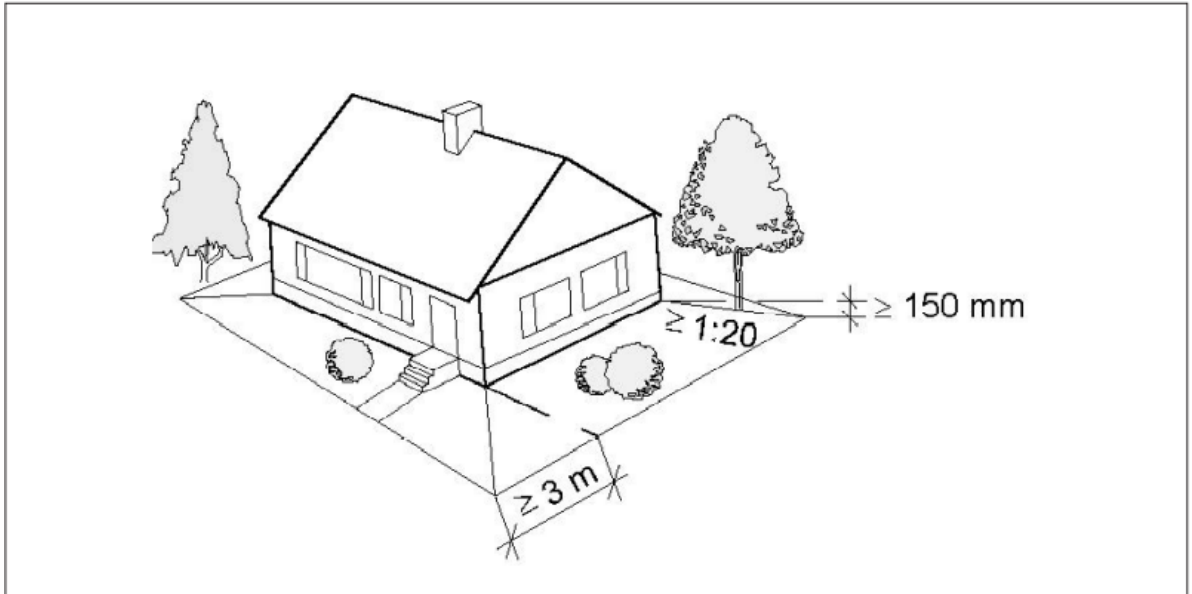
Routasuojauksen mitoittamiseen käytetään piha-alueella yleisesti kerran 10 vuodessa toistuvaa pakkasmäärää F10. Luonnonkivilaatta-alueilla mitoitusperusteena käytetään kerran 50 vuodessa toistuvaa pakkasmäärää F50. Mitoituspakkasmäärät ovat esitetty kuviossa 2. (RIL 234-2007,47.)

Kuvio 2. Kerran 10 vuodessa sekä kerran 50 vuodessa toistuvat suurimmat pakkasmäärät havaintokaudelta 1961–1990. (RIL 234-2007, 51)



#### 4.4 Pihan kuivatus

Pihan kuivatus on tärkeässä roolissa pihan kestävyyskannalta. Yleensä huonosti toteutetut kuivatusjärjestelyt johtavat rakenteiden rappeutumiseen ja suuriin korjauskustannuksiin. Rakennuksen piha-alue tulee muotoilla viettämään aina rakennuksesta pois päin. Vähimmäiskaltevuus 3 m:n matkalla on 1:20, joka on esitetty kuviossa 3. Kuivatuksen apuna voidaan käyttää myös avo-ojia ja erilaisia jirejä. (RIL 234-2007, 57.)



Kuvio 3. Esimerkki pintakuivatuksesta rakennuksen ympärillä (RIL 234-2007, 58)

Pintakuivatuksen suunnittelun lähtökohta on esitetty Maankäyttö- ja rakennuslaissa. Lain mukaan tontilla tehtävät työt, jotka muuttavat veden luontaista juoksua, eivät saa aiheuttaa haittaa naapureille. Piha on siis suunniteltava ja tehtävä niin, ettei rakentamisella edesauteta hulevesien valumista tontin rajojen ulkopuolelle. Pihan pinnan kaltevuuteen vaikuttavat monet tekijät. Vaikuttavia tekijöitä ovat vesimäärä, veden virtausmatka, päällyste ja alueen käyttötarkoitus. Minimikaltevuuksia käyttäessä tulee ottaa huomioon pihan painaumat ja routanousut. Tällöin toimivuuden kannalta tärkeää on käyttää suurempia kaltevuuksia. Taulukoissa 13 ja 14 on esitetty pihalle vähimmäis- ja enimmäiskaltevuudet. (RIL 234-2007,59.)

Taulukko 13. Pintojen vähimmäiskaltevuudet eri päällysteillä. (RIL 234-2007, 60)

Päällyste	Sivukaltevuus	Viettokaltevuus
Asfaltti – ajorata – piha – jalkakäytävä	0,025...0,030 0,020...0,025	0,010...0,030
Kiveys, laatoitus – ajorata – piha – jalkakäytävä	0,030...0,040 0,025...0,030	0,020...0,040
Sora, murske – ajorata – piha	0,040...0,050	0,020...0,040

Taulukko 14. Suositus pintojen enimmäiskaltevuuksille. (RIL 234-2007,60)

Kohde	Enimmäiskaltevuus	Poikkeus
Tonttitie – raskas liikenne – kevyt ajoneuvoliikenne	0,05 0,08	0,08 0,13
Pysäköinti ja ajokäytävä	0,04	
Lastausalue	0,03	
Luiskat – jalankulku – liikuntaesteiset – lastenvaunut	0,10 0,05 0,10	0,14 0,08 0,20
Ulkoporras	0,30	0,50

## 5 ASFALTOINTI

### 5.1 Asfalttilaadut ja laatuvaatimukset

Asfalttipäällysteelle tulee asettaa laatuvaatimukset sen mukaan, millaisia ominaisuuksia päällystyskohteen sijainti ja käyttötarkoitus sekä liikennemäärät edellyttävät.

Normien mukaisten laatuvaatimuksien saavuttamisen lähtökohtana on, että asfalttoinnin aikana on riittävän hyvät sää olosuhteet. Kovalla sateella asfaltin tyhjätilavaatimusten saavuttaminen hankaloituu ja valmiin päällysteen pinta jää avoimeksi. Veden lammikoituessa sidotulle alustalle asfalttoinnin aikana, uuden asfalttipäällysteen tarttuvuus alustaan heikentyy. Sitomattoman alustan pehmeneminen sateella vaikeuttaa asfaltin tiivistystä ja aiheuttaa asfaltin paksuusvaihtelua myös pinta jää epätasaiseksi. Kylmällä säällä asfaltti jäähtyy todella nopeasti ja päällysteen tyhjätila kasvaa ja pinta voi jäädä avoimeksi. Asfaltin enimmäispoikkeamat ovat esitetty taulukossa 15. (Pank ry, Asfalttinormit 2017, 17.)

Taulukko 15. Asfalttipäällysteen enimmäispoikkeamat (RIL 234-2007, 92)

		Kulutuseros	
		kun sen alusta on sidottu ja tasattu	muulloin ja sidekerros sekä tasaus
Yläpinnan leveys	mm	± 50	
Yläpinnan taso			
- toisiin rakenteisiin liittyvät	mm	± 20	
- ei välitöntä liittymistä	mm	± 50	
Pinnan epätasaisuus	mm/3 m	8	12

Asfalttilaatuja on useita erilaisia. Yleisimmin käytetty asfalttilaatu on piholle asfalttibetoni, jonka raekoko on suurimmillaan 11 millimetriä, eli puhutaan AB11 asfalttimassasta. AB11 asfalttimassa on hyvä piholle, koska se on tiivis ja erittäin sileäpintainen asfalttilaatu. Sileä ja tiivis pinta saadaan aikaan pienellä raekoolla sekä suurella määrällä bitumia. Yleisesti piholle asfalttia levitetään 4 cm, joka tarkoittaa noin 100 kg/m<sup>2</sup>.

Raskaammin liikennöidyillä pihoille kuten esimerkiksi teollisuushallien pihoilla käytetään yleensä vähän karkeampaa asfalttimassaa, eli AB16 asfalttimassaa. AB16 asfaltti on parempaa raskaammin liikennöidyille pihoille sen kantavuuden sekä kulutuskestävyyden vuoksi. AB16 asfalttia levitetään yleensä 5 cm, joka on noin 120 kg/m<sup>2</sup>.

## 5.2 Asfalttoinnin pohjatyöt

Yleensä pihan asfalttoinnin hintaan sisältyy myös niin sanottu pohjatyö. Asfalttialalla pohjatyö nimitystä käytetään pohjanpinnan tasauksesta, eli nimitys on jokseenkin harhaanjohtava. Toimenpiteessä lisätään mursketta, se muotoillaan ja tiivistetään. Rakennekerrokseen ei kosketa, ellei erikseen sovita asiasta. Eli ennen asfalttoinnin tilaamista olisi tilaajan hyvä tietää millaiset rakennekerrokset pihalla on. Asfaltin pohjat pyritään aina tekemään niin että asfalttiryhmä tulisi päivän tai kahden päästä asfaltoimaan kohteen, varsinkin jos on kyse pihasta missä on paljon liikennettä eikä liikennettä voida sulkea alueelta.

Pihan pintakerroksen muotoilu suoritetaan yleensä pyöräkuormaajalla. Pienillä ja ahtailla pihoilla tarvitaan yleensä myös pienikokoinen pyöräkuormaaja muotoilemaan esimerkiksi katokset sekä käytävät. Käsityömiehiäkin tarvitaan yksi tai kaksi, käsityömiehet muotoilevat kaivojen ympäristät sekä seinän vierustat, käsityömiehet hoitavat myös tiivistyksen. Käsityömiehen työkaluja ovat lapio erilaiset kolat sekä harja. Pohjan tiivistykseen käytetään yleensä noin 2–4 t painoluokan 2-valssijyrää ja noin 100 kg tärylätettä.

Muotoilu materiaalina käytetään yleensä 0–16 mm:n tai 0–32 mm:n mursketta. Näillä materiaaleilla saadaan pinnan riittävä karkeus ja kestävyys asfaltinlevittäjälle. Pihan rakennekerrosten ja kantavuuden ollessa kunnossa on parempi käyttää 0–16 mm:n mursketta, sen helpon käsiteltävyyden sekä muotoilun vuoksi.

Pohjanmuotoilu aloitetaan yleensä lisäämällä mursketta koko pihan alueelle noin 5 cm paksu kerros. Pihalla voi olla myös paikkoja, josta mursketta täytyy poistaa, jotta kaadot saadaan oikeaksi. Murske levitetään pyöräkuormaajalla sekä käsi-työmiesten voimin. Murskeen ollessa tasaisesti levitetty ja kaltevuudet on katsottu silmämääräisesti, suoritetaan esijyräys (kuva 1). Esijyräyksen jälkeen katsotaan uudelleen miltä piha näyttää, jos piha näyttää vajaalta niin mursketta täytyy lisätä. Murskeen lisäyksen jälkeen piha jyrätään ja tärytetään kauttaaltaan.

Pohjan muotoilun jälkeen pihan kaltevuudet tarkastetaan silmämääräisesti sekä oikolautaa käyttäen. Oikolaudalla näkee kaltevuudet sekä pinnan tasaisuuden. Alueen kantavuus voidaan myös tarkistaa esimerkiksi levykuormituskokeella, mutta kantavuusmittauksia tehdään omakotitalojen pihoille erittäin harvoin.

Asfaltin pohjan tasaisuus ja oikeanlainen muoto on erittäin tärkeää. Tasaisella pohjalla varmistetaan asfalttipäällysteen tasainen vahvuus koko pihalle. Kaltevuudet tulee olla myös kunnossa ennen asfaltoimista, jos kaltevuudet on tehty huonosti, joudutaan kaltevuutta säätämään asfaltin paksuudella. Kaltevuuden säätely asfaltilla johtaa paksuus eroihin, eli joissakin kohdissa asfalttia on vain 3 cm ja toisessa paikassa asfalttia voi olla taas 7 cm paksu kerros.



Kuva 1. Esijyrätty piha

### 5.3 Asfaltin levitys ja tiivistys

Lähes kaikki asfalttimassat levitetään samalla tavalla. Asfalttiryhmään kuuluu yleensä 5–7 hengen työryhmä. Asfalttiryhmä koostuu asfalttilevittimen kuljettajasta, perämiehestä, jyrän kuljettajasta sekä lapio- ja kolamiehistä. Levitystyön johtajana toimii perämies. Perämies suunnittelee kohteen asfaltinlevityksen ennen levityksen aloittamista. Perämiehen tehtävä on suunnitella kohde niin että, levitetty asfaltti voidaan tiivistää heti levityksen jälkeen, eikä vedetyn pinnan yli tarvitse ajaa tai kulkea. Perämiehen tehtävänä on myös vastata pihan kallistuksista sekä jireistä.

Asfalttiryhmällä on yleensä kaksi erikokoista levitintä ja jyrää. Pieni levitin on tarkoitettu pienille alueille kuten pihoille ja jalkakäytävälle. Pieni levittäjä on kapea ja kevyt, sen perän leveys on yleensä noin 1,8–5 m (kuva 2). Isompi levittäjä on paljon painavampi ja leveämpi. Ison levittäjän perän leveys vaihtelee n. 3–7 m välillä, se sopii isojen teollisuushallien piha-alueiden sekä teiden asfaltoimiseen (kuva 3). Levittimiä on useita erilaisia ja eri mallisia, mutta yleensä ne ovat pyörillä kulkevia. Tela alustaisia levittäjiä käytetään esimerkiksi kaivosten kuilujen asfaltoinnista, paremman kitkan vuoksi. Levittäjän perä lämmitys tapahtuu nykyisin sähköllä.

Asfaltin tiivistämiseen käytetään 2-valssi jyrää. Pihoille asfalttimassaa laitetaan yleensä 4 cm:n kerros eli 100 kg/m<sup>2</sup>, tälle kerrokselle riittää n. 3 t kokoluokan jyrä (kuva 4). Asfalttijyrässä molempia valsseja voidaan kääntää erikseen, eli pystytään ajamaan eri kohtaa ja välttämään valssin jättämiltä urilta. Suuremmilla pihoilla, joille asfalttia laitetaan 5 cm:n kerros eli n. 120 kg/m<sup>2</sup>, käytetään suurempaa jyrää n. 5 t painoista (kuva 5.) Pihoilla tarvitaan myös aina asfaltin tiivistykseen tarkoitettua tärylevyä. Kuvassa 6 on viimeistelytyöt käynnissä ja taustalla näkyy myös kaksi tärylevyä.



Kuva 2. Pieni levittäjä



Kuva 3. Iso levittäjä ja massa-auto



Kuva 4. Pieni asfalttijyrä (INFRA ry, tiivistysopas)



Kuva 5. Iso asfalttijyrä (INFRA ry, tiivistysopas)



Kuva 6. Viimeistelytyöt käynnissä

## 6 KIVIPÄÄLLYSTEET

### 6.1 Kivipäällysteiden laatuvaatimukset

Ladottavia päällysteitä on markkinoilla monenlaisia. Karkeasti ne voidaan jakaa betonituotteisiin ja luonnonkivituotteisiin. Kumpikin on kestävä vaihtoehto oikein toteutettuna. Betonilaatat ovat yleisimmin käytetty vaihtoehto, mutta luonnonkivi on kestävämpi ja pitkäikäisempi vaihtoehto.

Betonista valmistetut ladottavat päällysteet ovat luja ja kulutusta hyvin kestävä pihapäällyste. Betonin perusväri on harmaa, mutta niitä valmistetaan myös eri väripigmenteillä värjättyinä.

Luonnonkivituotteet ovat arvostettuja niiden kestävyytensä ja edustavan ulkonäkönsä vuoksi. Luonnonkivien käyttö on egolokisesti kestävä, sillä sen käyttöikä on pitkä verrattuna kivenlouhinnan ympäristövaikutuksiin. (Rudus Oy.)

Päällysteessä käytettävien kivien tulee olla ehjiä ja puhtaita. Valmis kivipäällyste tulee olla suunnitelma-asiakirjojen mukainen. Kivien katkaisujäljen on oltava siisti ja vastattava alkuperäistä työstötapaa. Katkaistu kivi tulee liittyä siististi muuhun rakenteeseen. Valmiille kivipäällysteelle sallitut enimmäispoikkeamat on esitetty taulukossa 16. Taulukossa 17 on esitetty ladotun päällysteen tuotekohtaiset enimmäispoikkeamat. (RIL 234-2007, 93.)

Taulukko 16. Ladotun päällysteen enimmäispoikkeamat. (RIL 234-2007, 93)

Yläpinnan leveys	mm	± 50
Yläpinnan taso		
- toisiin rakenteisiin liittyvät	mm	± 20
- ei välitöntä liittymistä	mm	± 50

Taulukko 17. Tuotekohtaiset enimmäispoikkeamat. (RIL 234-2007, 94)

	Pinnan epätasaisuus		Vierekkäisten osien korkeus-ero (hammastus) <sup>1)</sup>
	mm/2 m	mm/5 m	mm
Betonilaatta	5	10	2
Betonikivi	5	12	2
Nupu- ja noppakivi	5 (7) <sup>2)</sup>	12 (15) <sup>2)</sup>	3
Kivilaatta	5	10	3) 3)

## 6.2 Kivipäällysteen pohjatyöt

Kivipäällysteelle tehtävät pohjatyöt ovat jokseenkin verrattavissa asfaltille tehtäviin pohjatöihin. Kivipäällysteen asennukseen yleensä sisältyy myös pohjatyöt. Kivipäällysteelle tehtävät pohjatyöt tarkoittavat hienojakoisen materiaalin lisäämistä, muotoilua ja tiivistämistä. Asennusmateriaalina käytetään yleisimmin kivituhkaa. Tilaajan on siis itse varmistettava rakennekerroksien kestävyys ja tiiveys kivipäällystettä tilattaessa.

Pihan pinnan muotoilu suoritetaan yleensä pienellä pyöräkuormaajalla (kuva 7) tai kaivinkoneella (kuva 8). Pihan alueelle levitetään kauttaaltaan kivituhkaa ja aloitetaan pinnan muotoilu. Käsityömiehet muotoilevat seinänvierustat ja ahtaat paikat lapiota ja kolaa käyttäen. Muotoilussa on tärkeää, että kaadot saadaan oikein ja pohjasta tulee tasainen. Tasaisesti levitetty ja oikein muotoiltu kivituhka tiivistetään tärylätkeä käyttäen. Tärytetyn pohjan päälle levitetään vielä viimeinen kivituhkakerros. Tämän jälkeen merkataan oikea korkotaso linjalankojen avulla. Linjalankojen asennuksen jälkeen aloitetaan irtonaisen kivituhkakerroksen tasaaminen oikeaan korkoon. Korkoon tasaaminen tapahtuu pääasiassa oikolaudalla. Viimeisen pinnan tasaamisen apuna voidaan käyttää myös putkia ja T-kiskoja, joiden varassa oikolautaa kuljetetaan. Viimeisen pinnan päällä ei saa enää liikkua. (Rudus Oy.)



Kuva 7. Pieni pyöräkuormaaja



Kuva 8. Pieni kaivinkone

### 6.3 Kivipäällysten asennus ja saumaus

Kaikkien kivipäällysten asentamisessa periaatteet ovat samat. Ennen kivipäällysten asennuksen aloittamista valitaan aloituslinja ja asennetaan linjalanka. Yleensä asennus aloitetaan rakenteen reunasta. Aloituslinjaa valittaessa tulee miettiä, miten kivet voidaan kuljettaa kohteeseen työskentelemättä tiivistetyn taasoitekerroksen päällä. Päällysten asennus tapahtuu valmiin kiveyksen päältä. Asennuksen edetessä seurataan tarkasti päällysten saumoja sekä linjalankoja. Yhden alueen ollessa valmis, tulee tarkastaa aina saumalinjat. Havaitut poikkeamat oioetaan tarvittaessa esimerkiksi lapion kärjellä. Leikkaukset suoritetaan timanttilaikkaa käyttäen. Leikattuun reunaan pyritään aina asentamaan ehjä kivi-rivi, eli niin sanottu juoksukivi. Kiveys tiivistetään lopuksi kuminuijalla jokainen kivi kerrallaan.

Viimeinen vaihe asennuksessa on saumaus. Saumatessa kiveyksen pinnan tulee olla kuiva ja puhdas. Saumauksessa käytettävä materiaali on erittäin hienojakoista kuivaa hiekkaa, raekooltaan 0–1 mm. Hiekka harjataan kiveyksen saumoihin ja tämän jälkeen suoritetaan tiivistys tärylevyllä. Tärylevyn kokoluokka on noin 70–100 kg. (kuva 9) Esimerkeissä on esitetty kuvat valmiista piharakenteesta kivipäällysteellä toteutettuna (kuvat 10 ja 11). (Rudus Oy.)



Kuva 9. 90 kg tärylevy (Ramirent)



Kuva 10. Esimerkkikuva valmiista kivipäällyste pihasta, edestä (Harjula)



Kuva 11. Esimerkkikuva valmiista kivipäällyste pihasta, sivulta (Harjula)

## 7 SITOMATTOMAT KULUTUSKERROKSET

### 7.1 Sitomattoman kulutuskerroksen laatuvaatimukset

Sitomattoman kulutuskerroksen rakentamisessa noudatetaan kantavan kerroksen enimmäispoikkeamia ja laatuvaatimuksia. Murskeen ja kivituhkan laatu todetaan ennen työn aloittamista sekä näytteen oton avulla (taulukko 18). Sorakulutuskerroksen materiaalivaatimukset todetaan suunnitelma-asiakirjojen mukaan. Valmiin kulutuskerroksen enimmäispoikkeamat sekä tiiveysvaatimukset on esitetty taulukoissa 19 ja 20. (RIL 234-2007,94.)

Taulukko 18. Kulutuskerroksen materiaalin laadun toteaminen (RIL 234-2007,91)

		Laatuluokka	
		I	II
Mitat ja tasot Tiiviys <sup>1)</sup>	m tai m <sup>2</sup> m tai m <sup>2</sup>	osoitetaan suunnitelmissa osoitetaan suunnitelmissa	
Rakeisuus <sup>2)</sup>	1 näyte/m <sup>3</sup> rtr	500	1 000

Taulukko 19. Valmiin kulutuskerroksen tiiveysvaatimukset. (RIL 234-2007,90)

		Laatuluokka	
		I	II
Pienin sallittu keskimääräinen tiivysaste	%	≥ 95	≥ 92
Pienin sallittu yksittäinen tiivysaste	%	≥ 92	≥ 87
Suurin sallittu keskimääräinen kantavuussuhde <sup>*)</sup>	E <sub>2</sub> /E <sub>1</sub>	≤ 2,2	≤ 2,2

Taulukko 20. Kulutuskerroksen enimmäispoikkeamat. (RIL 234-2007,90)

		Laatuluokka	
		I	II
Yläpinnan leveys	mm	0...150	0...250
Yläpinnan taso	mm	± 20	± 20
Pinnan epätasaisuus	mm/5 m	20	20
Kerrospaksuuden alitus	mm	≤ 10	≤ 20

## 7.2 Sitomattoman kulutuskerroksen rakentaminen

Sitomattoman päällysteen materiaalina käytetään soraa tai kalliomurskettä. Yleisimmin kuitenkin kalliomurskettä. Nykyään näkee uudisrakennuksissa käytettävän paljon kivituhkaa (kuva 12). Kivituhka on tehty kalliomurskeesta ja on hyvin hienojakoista, raekooltaan 0–6 mm.

Sitomaton kulutuskerros tehdään yhtenä kerroksena. Kulutuskerroksen rakentaminen on hyvin samantyyppistä kuin asfaltin tai kivipäällysteen pohjien rakentaminen. Suositeltava kerrospaksuus on 50 mm. Kulutuskerros levitetään kauttaaltaan piha-alueelle, muotoillaan ja tiivistetään lopuksi. Materiaalin levitykseen käytetään yleensä pyöräkuormaajaa ja kaivinkonetta. Tiivistyössä käytetään jyrää ja tärylevyä. (RIL 234-2007,94.)

Murske ja sorapihat tehdään pääosin kaivinkoneella. Suuret ja laajat piha-alueet voidaan tehdä myös pyöräkuormaajalla. Materiaalia tuodaan tontille kuorma-autolla ja kaivinkone tai pyöräkuormaaja alkaa levittämään materiaalia piha-alueelle tasaisena kerroksena. Osaavan kuskin käsissä työkoneella saa tehtyä koko piha-alueen ilman muita suurempia apuvälineitä. Materiaalin levityksen jälkeen piha ajetaan läpikotaisin jyrällä ja tärylevyllä. Sitomattoman kulutuskerroksen hyviä puolia ovat sen halpa hinta ja muokattavuus. Materiaalia voi lisätä ja poistaa tarvittaessa vielä teko vaiheen jälkeenkin.



Kuva 12. Kivituhka piha (Iloniemen viherrakennus)

## 8 VERTAILU

### 8.1 Vertailukohteiden esittely

Perehdyn vertailussa kolmeen erilaiseen piha tyyppiin ja niiden rakentamiseen eri päällystevaihtoehdoilla. Vertailukohteet ovat kaikki kuvitteellisia ja kustannusarviot ovat suuntaa antavia. Kustannuksien laskemiseen ja arvioimiseen käytin RT-kustannuslaskenta ohjelmaa.

Vertailussa pyrin löytämään parhaan piharatkaisun jokaiselle pihalle, sen käyttötarkoituksen sekä kustannuksien mukaan. Vertailussa käytän myös omaa kokemusta. Jokaisen kohteen loppuun olen koonnut kaavioon kustannusarviot myös muilla päällyste vaihtoehdoilla. Kaavioiden kustannusarvioissa olen käyttänyt laskelmista saamiani neliöhintoja.

Ensimmäinen vertailtava kohde on pienen omakotitalon piha. Piha on pinta-alaltaan noin 80m<sup>2</sup>. Siinä on tallin edusta sekä 15 metriä pitkä ja 1,3 metriä leveä käytävä talon sisäänkäynnille. Talo sijaitsee kaupunki alueella Lapin maakunnassa. Pihalla on ainoastaan henkilöautoliikennettä. Talo on rakennettu noin kolme vuotta sitten ja tontille on tehty laajasti massanvaihtoa, eli rakennekerrokset ovat kunnossa.

Toinen vertailtava kohde on iso omakotitalon piha. Piha on selkeän muotoinen ja suuruudeltaan noin 300m<sup>2</sup>. Pihalla on henkilöautoliikennettä ja satunnaista raskasta liikennettä. Piha sijaitsee Pohjois-Lapissa. Pihalle johtava tie on perinteinen hiekkatie. Talo sijaitsee mäessä, jossa maaperä on kova eikä kantavuuden kanssa ole ollut ongelmia.

Kolmas vertailtava kohde on perinteinen omakotitalon piha-alue. Piha on laaja ja erittäin selkeä. Pihalle johtava tie on 2,5 metriä leveä ja noin 20 metriä pitkä. Itse piha alue on noin 10 metriä leveä ja 20 metriä pitkä. Alueella ei ole seinän vierustoja eikä kaivoja. Pihan sekä tien rakennekerrokset ovat kunnossa. Pihalla ja tiellä on paljon henkilöautoliikennettä sekä satunnaista raskasta liikennettä. Yhteensä neliöitä on 250m<sup>2</sup>. Piha sijaitsee kaupunki alueella Meri-Lapissa.

## 8.2 Ensimmäinen piha

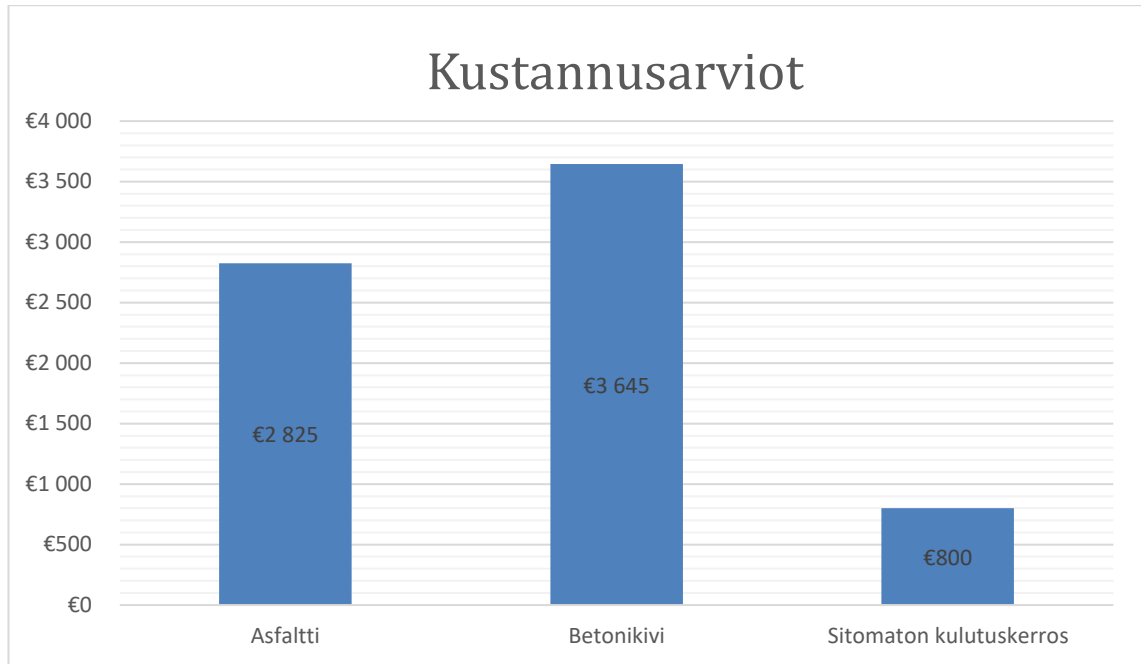
Ensimmäisen kohteen piha on kohtalaisen pieni. Pienen koon ja ahtaan käytävän vuoksi asfaltoinnin neliöhinta on korkea. Käytävä on vain 1,3 metriä leveä, joten asfaltin levittäjä ei mahdu siihen, levittimen leveys on kapeimmillaan 1,8 metriä. Käytävän voi kyllä tehdä asfaltilla tästä huolimatta, mutta se olisi tehtävä käsin eikä käsin tehty asfaltti ole saman tasoista kuin koneella tehty. Lisäksi kaikki käsityöt lisäävät asfaltoinnin neliöhintaa huomattavasti.

Talon tallin edusta on paikka missä autoa pidetään suurin osa ajasta eli sille alueelle kohdistuu eniten kuormaa. Tallin edusta on helpon muotoinen ja suoraviivainen. Tähän kohtaan asfaltti olisi hyvä vaihtoehto. Yksittäisten pienten alueiden asfaltointi on kuitenkin kallista.

Yleensä päällysrakennetta tilatessa puhutaan neliöhinnasta. Neliöhintaan sisältyy työ toteutettuna materiaaleineen. Neliöhintaan vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa sijainti, kohteen laajuus ja valittu tuote. Kivipäällysteellä on suuria eroja, erot koostuvat etenkin valitusta kivistä sekä sijainnista. Etelä-Suomessa kivipäällysteen neliöhinta voi olla jopa 40 % halvempi verrattuna Pohjois-Suomeen. Lapissa kivipäällysteen neliöhinta asennettuna vaihtelee 40–75 euron välillä. Laskin kustannukset tähän kohteeseen betonikivellä. Kivipäällysteen hinnaksi sain noin 46 €/m<sup>2</sup>. Arviolta piha tulisi maksamaan kivipäällysteellä toteutettuna 3645 euroa. (Liite 1)

Laskin kustannukset myös pihan asfaltoinnille. Pohjan tasauksen materiaalina käytettäisiin 0–16 mm kalliomursketta ja asfalttina AB11 asfalttimassaa. Asfaltin neliöhinnaksi sain noin 35 €/m<sup>2</sup>, joka on mielestäni realistinen ottaen huomioon pihan käytävän sekä käsityöt. Käsitöiden osuus tässä kohteessa on noin 30 % kokonaishinnasta. Asfaltoinnin neliöhintaan vaikuttaa aina suuresti kohteen laajuus sekä muoto. Pohjois-Suomessa asfaltoinnin neliöhinta vaihtelee 15–50 euron välillä. Karkeasti puhuttaessa yli 200m<sup>2</sup> alueet hyvällä sijainnilla ja helpolla muodolla ovat alle 20 €/m<sup>2</sup>. Tähän kohteeseen pihan asfaltointi tulisi maksamaan arviolta 2825 euroa. (Liite 2)

Kaavio 1. Kustannusarviot ensimmäiselle pihalle



Kaaviosta 1 nähdään päällysteiden kustannuserot. Kestävyyden kannalta asfaltointi olisi parempi varsinkin autotallin edustalle. Kustannukset eivät kuitenkaan aina ole ainoa valinta peruste. Ulkonäkökysymykset ovat myös usein valinta peruste. Toisten mielestä kivipäällyste voi miellyttää silmää enemmän kuin asfaltti. Kaaviossa on myös esitetty kustannusarvio sitomattomalle kulutuskerrokselle. Sitomattomat kulutuskerrokset tehdään yleensä pyöräkuormaajalla tai kaivinkoneella. Tässä kohteessa ei ole tilaa kovinkaan isolle pyöräkuormaajalle tai kaivinkoneelle. Tämän pihan sitomaton kulutuskerros pitäisi toteuttaa pääasiassa pienellä kalustolla sekä käsityöllä.

Kivipäällystettä valittaessa on kuitenkin hyvä tietää kivipäällysteen hoito ja huoltotoimenpiteet. Kivipäällysteen huolto toimenpiteisiin kuuluu säännöllinen lian ja roskien poisto. Lika ja roskat voidaan poistaa esimerkiksi harjaamalla tai lehtipuhaltimella myös peseminen puhtaalla vedellä on hyvä keino puhdistukseen. Painepesuriakin on mahdollista käyttää, mutta silloin täytyy saumaushiekkaa lisätä saumoihin pesun jälkeen. Kaikki pesuaineet eivät sovi kivipäällysteelle, varsinkin happamat pesuaineet täytyy pestä huolella puhtaalle vedellä. Happamat pesuaineet voivat haurastuttaa kivrakennetta.

Pihakivien saumoihin voi ilmestyä rikkaruohoa ja sammalta. Rikkaruohot on hyvä poistaa heti niiden ilmaannuttua. Poistamisen voi tehdä käsin tai erilaisia kaapi-mia apuna käyttäen. Rikkaruohojen ilmaantumista voidaan ehkäistä kemiallisesti torjunta-aineilla. Rasva ja öljytahrat eivät vahingoita kivipäälystettä. Ne voidaan poistaa pesemällä tai imeytysaineella. Kivipäälysteen talvikunnossapito on hyvä tehdä käsin kolalla tai lapiolla. Kevyiden koneiden käyttö on myös mahdollista. Raskas avaruskalusto kuten pyöräkuormaajat voivat aiheuttaa päälysteen pin-taan halkeamista sekä kivien rikkoutumista. Liukkauden torjuntaan saa käyttää vain hiekkaa, suolan ja muiden kemikaalien käyttö on kiellettyä. (Betonilaatta Oy.)

### 8.3 Toinen piha

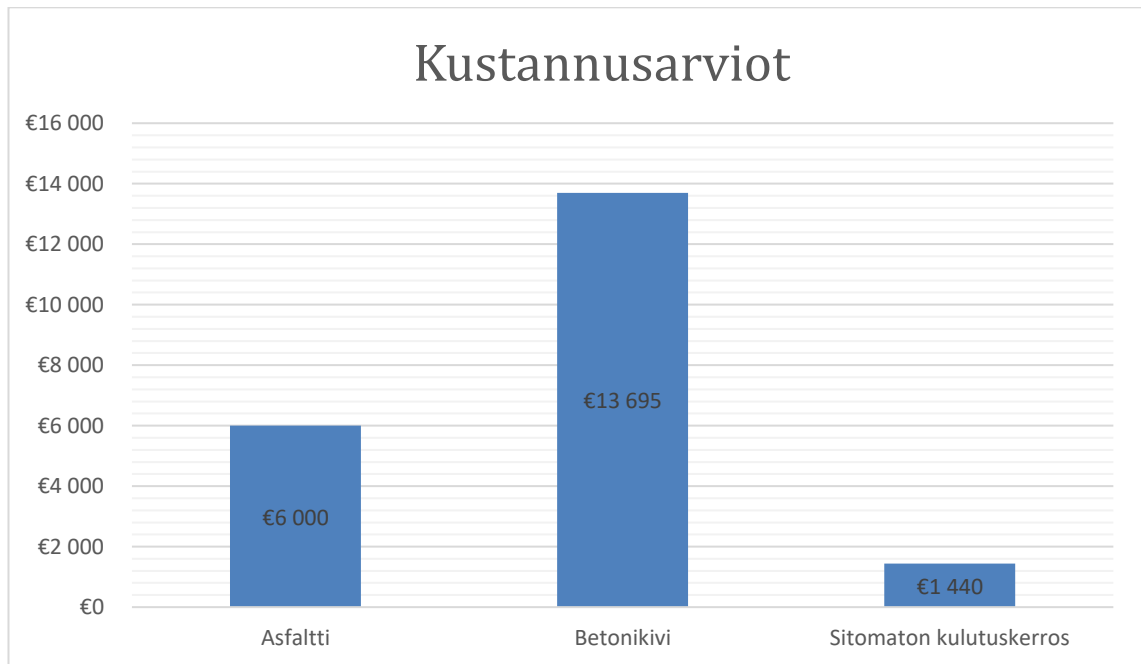
Toinen piha on paljon suurempi kuin ensimmäinen piha. Pihalla on myös enem-män liikennettä. Piha olisi erinomainen asfaltointi kohde, mutta asfaltoinnin saa-tavuus Pohjois-lappiin ei ole aina niin helppoa. Asfalttialan yritykset käyvät vuo-sittain pohjoisessa, joten tarjousta kannattaisi silti kysyä. Yritykset osaavat sanoa heti alku kesästä, että onko yrityksellä käyntiä pohjoisessa. Yleensä kohde on-nistuu asfaltoida, jos yrityksellä on muitakin kohteita samalla suunnalla. Asfaltoin-nin hinta pohjoisessa on tosin hiukan kalliimpaa. Suurien kohteiden neliöhinta on noin 20 €/m<sup>2</sup>. Kiveys tässä tapauksessa ei ole kovin hyvä vaihtoehto, johtuen pihan suuresta koosta sekä liikennemäärästä. Jäljelle jää sitomaton kulutusker-ros. Sitomattoman kulutuskerroksen rakentaminen ja tilaaminen tähän kohtee-seen on varmasti kaikkein edullisin.

Sitomattoman kulutuskerroksen paksuus vaihtelee, mutta yleisesti se on 5–10 cm paksu. Tähän kohteeseen kulutuskerroksen paksuudeksi tulisi 5 cm, joten materiaalia menisi noin 36 tonnia eli yhden kasettikuorman verran. Hintojen vaih-teluakin on, hinnat määräytyvät käytettävästä materiaalista sekä kuljetusmat-kasta. Kuljetusmatkalla on kuitenkin suurin vaikutus hintaan.

Suomessa on maanrakennusurakoitsijoita oikeastaan jokaisella paikkakunnalla. Erilaisia murskevaihtoehtoja löytyy yhtä hyvin pohjoisesta kuin etelästäkin. Pi-halle hyvä vaihtoehto olisi esimerkiksi 0–16 mm kalliomurske. Laskelmien hin-taan sisältyy murske, sen kuljetus, levitys sekä tiivistys.

Materiaali tulisi tontille yhdellä kasetti kuormalla. Levitys onnistuisi tehdä pyöräkuormaajalla ja tiivistystyö pienikokoisella jyrällä. Sitomaton kulutuskerros tulisi maksamaan noin 5 €/m<sup>2</sup> eli arviolta 1440 euroa. (Liite 3) Kaaviossa 2 on esitetty kustannusarviot myös muille päällystevaihtoehdoille.

Kaavio 2. Kustannusarviot toiselle pihalle



Yllä olevasta kaaviosta voidaan todeta, että sitomaton kulutuskerros on ylivoimaisesti halvin vaihtoehto. Kiveyksen kustannukset ovat yli kaksinkertaiset verrattuna asfaltointiin. Asfalttoinnin neliöhinta sijainti huomioon ottaen olisi tälle kohteelle arviolta noin 20 €/m<sup>2</sup>.

Sitomattoma kulutuskerrosta täytyy myös joskus huoltaa. Sitomattoman kulutuskerroksen ongelmia voivat olla kasvillisuuden kasvu ja lajittuminen johtuen esimerkiksi kuivasta kesästä, jolloin hienoaines pölisee pois ja jäljelle jää vain kiviä. Kasvillisuuden kasvaessa läpi olisi se hyvä poistaa juuria myöten käsin tai koneellisesti. Poistettavalle alueelle tulee lisätä samaa materiaalia ja tiivistää alue.

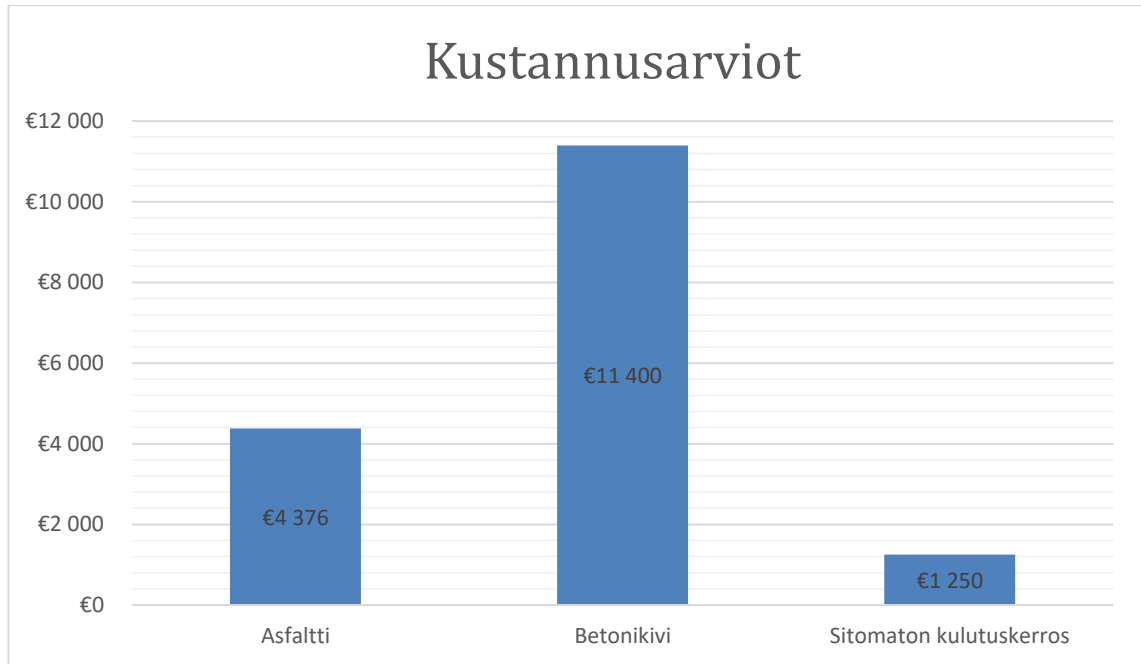
Kulutuskerroksen pölyäminen pois johtuu kuivista olosuhteista, liikenteestä sekä tuulesta. Kaikki nämä yhdessä vievät pois pinnalta hienoainesta. Hienoaineksen ollessa poissa, pinnalla jää pyörimään vain kiviä, joten tässäkin tapauksessa materiaalin lisäys sekä tiivistys on paikallaan. Pölyämistä ja hienoaineksen kulkeutumista pois voi estää kastelulla tai suolauksella. Suola on hyvä sitomaan itseensä pölyhiukkasia ja tällöin se estää pölyämistä. Suolaa ei kuitenkaan saa käyttää vedenottamoiden tai kaivojen läheisyydessä. Pahasti pölyäville hiekka- teille levitetään keväällä suolaliuosta. Suolaliuos säilyy tien pinnalla lähes koko kesän. Lopulta sateet ja liikenne vievät suolan pois.

#### 8.4 Kolmas piha

Kolmannen pihan kohdalla järkevin vaihtoehto olisi mielestäni asfaltointi. Pihan muoto on selkeä ja laaja, myös pihatie on helppo asfaltoida. Pihan sijainti on hyvä asfaltoinnin kannalta. Meri-lapissa toimii kaksi asfaltointi yritystä. Kummallakin asfaltointiyrityksellä on asfalttiasemat lähellä itse kohdetta, joten asfaltointi onnistuu varmasti haluttuna ajankohtana.

Tähän kohteeseen pohjapinnan tasauksen materiaalina käytettäisiin 0–16 mm:n kalliomursketta. AB11 asfalttimassa sopii myös mainiosti tähän kohteeseen. Tämän kohteen asfaltoinnin neliöhinnaksi sain noin 18 €/m<sup>2</sup>, joka on mielestäni realistinen ottaen huomioon pihan sijainnin ja kohteen pinta-alan sekä helpon muodon. Kokonaiskustannukset olisivat arviolta 4376 euroa. (Liite 4). Miettiessä kestävyyttä ja liikennettä pihalla voisi toisena vaihtoehtona olla karkeampi pohjamurske sekä asfalttimassa. Pohjamurskeena voisi käyttää 0–32 mm:n kalliomursketta ja asfalttina AB16 asfalttimassaa.

Kaavio 3. Kustannusarviot kolmannelle pihalle



Kaaviossa 3 on esitetty tämän kohteen kustannuserot päällystevaihtoehtojen välillä. Kaaviosta nähdään, että kohteen suosiessa asfaltointia on asfaltointi kiveykseen verrattuna todella edullinen vaihtoehto. Tässä kohteessa asfaltointia suosivia tekijöitä olivat sijainti, muoto sekä asfaltoitavan alueen laajuus.

Vertailun yhteenvedona voidaan todeta sitomattoman kulutuskerroksen olevan aina halvin vaihtoehto toteuttaa sijainnista riippumatta. Kiveyksen kustannukset ovat myös lähes aina asfaltin kustannuksia korkeammat. Sijainti vaikuttaa suuresti aina kiveyksen ja asfaltoinnin hintoihin. Alueen laajuudella on etenkin asfaltin neliöhintaan suuri vaikutus.

Kaikilla päällysteillä on omat huolto- ja hoitotoimenpiteet niin myös asfaltilla. Asfaltin elinikä vaihtelee 10–40 vuoden välillä riippuen siihen kohdistuvasta kulutuksesta. Suomen vuodenaikojen vaihtelu ja varsinkin talvi lyhentävät huomattavasti päällysteiden ikää.

Asfaltille ajoittain tehtävät huolto- ja hoitotoimenpiteet lisäävät huomattavasti sen käyttöikä. Asfaltille tulisikin vuosittain tehdä kuntotarkastus. Kuntotarkastuksessa tulee kiinnittää erityistä huomiota reikiin ja halkeamiin sekä sadevesien poistumiseen. Kuntotarkastuksen perusteella tehdään tarvittavat huoltotoimenpiteet.

Asfaltin pesu on syytä tehdä aina aika-ajoin. Talven jäljiltä ensimmäinen toimenpide on hiekoitushiekan poisto harjaamalla ja pesemällä. Hiekoitushiekka kuluttaa asfaltin pintaa ja tukkii asfaltinhuokosia. Pesemisen voi tehdä painepesurilla tai vesiletkulla. Pesemistä ei kannata kuitenkaan tehdä montaa kertaa kesässä, koska peseminen vie asfaltin kiviainesta ja bitumia vähitellen pois. Asfaltin pesussa ei myöskään suositella käytettäväksi väkeviä pesuaineita.

Öljy ja polttoaineet ovat asfaltille myrkkyä. Öljy ja varsinkin dieselöljy sekä bensiini ovat tehokkaita bitumin poistajia ja asfaltin liuottajia. Polttoainetahrojen poisto ja pesu kannattaa tehdä heti niiden ilmaannuttua. Pahimmassa tapauksessa asfaltti sulaa ja siihen kohtaan joudutaan uusimaan asfaltti. Päälysteeseen voi syntyä vajoamia ja reikiä, nämä kohdat on syytä korjata mahdollisimman nopeasti uudella asfalttimassalla. Asfaltti saattaa myös ajan saatossa halkeilla, halkeamat tulee tiivistää kumibitumilla. (Asfalttieto.)

## 9 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli perehdyttää lukijaa erilaisiin päällyste vaihtoehtoihin, tutustua pihan suunnittelun perusteisiin, käydä läpi roudan ja routamitoituksen merkitystä sekä kuivatuksen ja rakennekerrosten osuutta kestäväan ja laadukkaaseen pihan rakentamiseen.

Kestävän pihan suunnittelussa ja rakentamisessa on otettava huomioon useita erilaisia muuttujia, joita opinnäytetyössäni olen esitellyt pääpiirteittäin. Pihan rakentamisen haastavuus ja kustannukset vaihtelevat hyvin suuresti riippuen esimerkiksi pohjamaasta ja käytettävästä päällysteestä. Kestävän ja laadukkaan pihan rakentamisessa erityisen tärkeässä roolissa ovat rakennekerrokset ja pohjatyöt.

Opinnäytetyössäni selvisi erilaisten päällysteiden kustannuserot. Sitomaton pin-tarakenne on selvästi edullisin sekä helpoin toteuttaa. Betonikiveys ja asfaltointi nostavat roimasti pihan rakentamisen hintaa.

Kustannusvertailusta saa hyvän käsityksen siitä, mitä erilaiset pihat maksavat toteuttaa erilaisilla päällystevaihtoehdoilla. Yleensä ajatellaan, että asfaltointi on erityisen kallista, mutta vertailusta käy ilmi, että asfaltointi on paljon halvempi verrattuna kivetykseen. Vertailun perusteella voidaan todeta, että kivipäällyste on ainoastaan kilpailukykyinen asfaltin kanssa, kun kohde on haastava ja pieni.

## LÄHTEET

Asfaltin tiivistysopas 2013. INFRA ry. Helsinki: Pohjola Santeri Jusslin.

Belt, Lämsä, Savolainen & Ehrola. 2002. Tierakenteen vaurioituminen ja tiestön kunto. Tiehallinnon selvityksiä 15/2002. Helsinki: Tiehallinto.

Betonilaatta Oy. Pihakiveyksenhoito-ohjeita. Viitattu 18.3.2022  
<https://www.betonilaatta.fi/asennus/pihakiveyksen-hoito-ohjeita.html>.

Harjula S. 2017. Etuovi.com blogi. Viitattu 16.3.2022  
<https://www.etuovi.com/koti/blogi/puukivi-meidan-perheen-ekologinen-valinta-pihakivitykseen/>.

Iloniemen viherrakennus. Kuvagalleria. Viitattu 21.3.2022  
<http://www.iloniemenviherrakennus.fi/255795068>.

Koskinen T. 2022. Asfalttitieto. Viitattu 21.3.2022  
<https://asfalttitieto.fi/asfaltin-korjaus-ja-huolto/asfaltin-hoito/>.

PANK ry 2017. Asfalttinormit 2017. Päällystealan neuvottelukunta. Helsinki: Edita.

Rakennustieto Oy. 2022. RT-kustannuslaskenta. Viitattu 15.3.2022  
<https://www.rakennustieto.fi/palvelut/tietoa-rakentamiseen/rt-kustannuslaskenta>.

Ramirent Oy. 2022. Viitattu 10.3.2022  
<https://www.ramirent.fi/vuokraa/rakennuskoneet/maantiivistajat/>.

RIL 234-2007. Pihojen pohja- ja päällysrakenteet. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien liitto RIL ry.

Rudus Oy. Kiviasentajan käsikirja. Viitattu 18.3.2022 <https://www.rudus.fi/ohjeet/kiviasentajan-kasikirja>.

## LIITTEET

- Liite 1 Kustannuslaskelma kivipäällysteelle, ensimmäinen piha
- Liite 2 Kustannuslaskelma asfaltoinnille, ensimmäinen piha
- Liite 3 Kustannuslaskelma sitomattomalle kulutuskerrokselle, toinen piha
- Liite 4 Kustannuslaskelma asfaltoinnille, kolmas piha

Lapin ammattikorkeakoulu Oy  
Jokiväylä 11 A  
96300 Rovaniemi

# Kustannuslaskelma

Raporttityyppi:	Tiivis	Tulostuspäivä:	15.03.2022
Hanke:	<b>Ensimmäinen piha</b>	Muokauspäivä:	15.03.2022
Laskelmat:	<b>Kustannuslaskelma</b>	Laskelman laajuus:	80 m <sup>2</sup>
Rakennuslupa:		ALV-%:	24,00
Osoite:		Kaikki kust./laajuus ALV 0 %:	37 €/m <sup>2</sup>
Osoite 2:		Kaikki kust./laajuus sis. ALV:	46 €/m <sup>2</sup>
Postinumero:		Laskelmien kaikki kust. yht. ALV 0 %:	<b>2 939,89 €</b>
Postitmp:		Laskelmien kaikki kust. yht. sis. ALV:	<b>3 645,46 €</b>
Maa:			

## Laskelma Kustannuslaskelma

TALO2000 Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0 %)	Materiaalit (ALV 0 %)	Työ (ALV 0 %)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0 %)
Yhteensä			<b>0 €</b>	<b>1 284 €</b>	<b>1 656 €</b>	<b>33</b>	<b>2 940 €</b>

## Rakenne:

113	Kiveys, betonikivi	80,00	m2	0,00 €	1 283,89 €	1 656,00 €	33,12	2 939,89 €
-----	--------------------	-------	----	--------	------------	------------	-------	------------

## Kuvaus:

### Työvaiheet:

- murskekerroksen asennus ja kallistusenten teko, 20...30 mm
- tasaushiekan asennus, 50 mm
- kiveyksen asennus
- fillerihiekan harjaus
- siirrot ja tasaus työt koneellisesti

### Kustannuksiin vaikuttavat tekijät:

- piha-alueen laajuus ja muoto
- mursketäytön paksuus
- konetyön käyttömahdollisuus siirroissa, tässä koneellinen

Lapin ammattikorkeakoulu Oy  
Jokiväylä 11 A  
96300 Rovaniemi

# Kustannuslaskelma

Raporttityyppi:	Tiivis	Tulostuspäivä:	15.03.2022
Hanke:	<b>Ensimmäinen piha</b>	Muokauspäivä:	15.03.2022
Laskelmat:	<b>Kustannuslaskelma</b>	Laskelman laajuus:	80 m <sup>2</sup>
Rakennuslupa:		ALV-%:	24,00
Osoite:		Kaikki kust./laajuus ALV 0 %:	28 €/m <sup>2</sup>
Osoite 2:		Kaikki kust./laajuus sis. ALV:	35 €/m <sup>2</sup>
Postinumero:		Laskelmien kaikki kust. yht. ALV 0 %:	<b>2 277,78 €</b>
Postitmp:		Laskelmien kaikki kust. yht. sis. ALV:	<b>2 824,45 €</b>
Maa:			

## Laskelma Kustannuslaskelma

TALO2000 Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0 %)	Materiaalit (ALV 0 %)	Työ (ALV 0 %)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0 %)
Yhteensä			<b>0 €</b>	<b>1 370 €</b>	<b>908 €</b>	<b>13</b>	<b>2 278 €</b>

### Rakenne:

113	Asfaltointi, levitys koneellisesti	60,00	m2	0,00 €	900,00 €	264,96 €	3,31	1 164,96 €
-----	------------------------------------	-------	----	--------	----------	----------	------	------------

### Kuvaus:

#### Työvaiheet:

- asfaltti levitetään asfalttikoneella
- tiivistetään tärjyryllä

#### Kustannuksiin vaikuttavat tekijät:

- asfaltoitavan alueen laajuus (m2)
- asfaltin laatu ja kerrospaksuus

#### Kustannuserään ei sisälly:

- kalustokustannukset
- maatyttö

### Rakenne:

113	Asfaltointi, levitys käsin	20,00	m2	0,00 €	300,00 €	367,08 €	5,24	667,08 €
-----	----------------------------	-------	----	--------	----------	----------	------	----------

### Kuvaus:

#### Työvaiheet:

- asfaltti levitetään käsityönä
- tiivistys tärjyryllä

#### Kustannuksiin vaikuttavat tekijät:

- asfaltoitavan alueen laajuus (m2)
- asfaltin laatu ja kerrospaksuus

#### Kustannuserään ei sisälly:

- kantavat tai jakavat kerrokset
- kalustokustannukset

**Rakenne:**

113	Asfalttoinnin pohjatyö, 50mm murske	80,00	m2	0,00 €	169,74 €	276,00 €	4,42	445,74 €
-----	-------------------------------------	-------	----	--------	----------	----------	------	----------

**Kuvaus:**

Työvaiheet ja kustannuserän sisältö:

- murske- tai murskesorakerroksen levitys 0..16 mm
- murskeen kerrospaksuus 50 mm
- murskeen rahtikustannukset
- koneellinen tiivistys
- pihakallistusten teko min. 50 mm murskekerroksella

Kustannuksiin vaikuttavat tekijät:

- murskeen kuljetus kohteeseen, säilytys ja siirrot kohteessa.
- tässä oletettu, että kuljetus ja levitys kohteessa voidaan tehdä koneellisesti.
- murskekerroksen paksuus

Lapin ammattikorkeakoulu Oy  
Jokiväylä 11 A  
96300 Rovaniemi

# Kustannuslaskelma

Raporttityyppi:	Tiivis	Tulostuspäivä:	15.03.2022
Hanke:	<b>Toinen piha</b>	Muokauspäivä:	15.03.2022
Laskelmat:	<b>Kustannuslaskelma</b>	Laskelman laajuus:	300 m <sup>2</sup>
Rakennuslupa:		ALV-%:	24,00
Osoite:		Kaikki kust./laajuus ALV 0 %:	4 €/m <sup>2</sup>
Osoite 2:		Kaikki kust./laajuus sis. ALV:	5 €/m <sup>2</sup>
Postinumero:		Laskelmien kaikki kust. yht. ALV 0 %:	<b>1 161,12 €</b>
Postitmp:		Laskelmien kaikki kust. yht. sis. ALV:	<b>1 439,79 €</b>
Maa:			

## Laskelma Kustannuslaskelma

TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0 %)	Materiaalit (ALV 0 %)	Työ (ALV 0 %)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0 %)
				<b>0 €</b>	<b>300 €</b>	<b>861 €</b>	<b>11</b>	<b>1 161 €</b>

## Rakenne:

113	Murskepääallystys 0...16	300,00	m2	0,00 €	300,00 €	861,12 €	10,76	1 161,12 €
-----	--------------------------	--------	----	--------	----------	----------	-------	------------

## Kuvaus:

Työvaiheet ja kustannuserän sisältö:

- levitetään koneella
- tiivistetään täräjätyöllä
- murskeen rahtikustannukset
- kerrospaksuus 5cm

Kustannuksiin vaikuttavat tekijät:

- alueen laajuus ja muoto
- murskeen kuljetusmatka

Lapin ammattikorkeakoulu Oy  
Jokiväylä 11 A  
96300 Rovaniemi

# Kustannuslaskelma

Raporttityyppi:	Tiivis	Tulostuspäivä:	15.03.2022
Hanke:	<b>Kolmas piha</b>	Muokauspäivä:	15.03.2022
Laskelmat:	<b>Kustannuslaskenta</b>	Laskelman laajuus:	250 m <sup>2</sup>
Rakennuslupa:		ALV-%:	24,00
Osoite:		Kaikki kust./laajuus ALV 0 %:	14 €/m <sup>2</sup>
Osoite 2:		Kaikki kust./laajuus sis. ALV:	18 €/m <sup>2</sup>
Postinumero:		Laskelmien kaikki kust. yht. ALV 0 %:	<b>3 528,95 €</b>
Postitmp:		Laskelmien kaikki kust. yht. sis. ALV:	<b>4 375,90 €</b>
Maa:			

## Laskelma Kustannuslaskenta

TALO2000	Kustannuserä	Määrä	Yksikkö	Hankinnat ja palvelut (ALV 0 %)	Materiaalit (ALV 0 %)	Työ (ALV 0 %)	Tunnit (tth)	Yhteensä (ALV 0 %)
				<b>0 €</b>	<b>2 800 €</b>	<b>729 €</b>	<b>23</b>	<b>3 529 €</b>

### Rakenne:

113	Asfaltointi, levitys koneellisesti	250,00	m2	0,00 €	2 500,00 €	364,48 €	11,50	2 864,48 €
-----	------------------------------------	--------	----	--------	------------	----------	-------	------------

#### Kuvaus:

Työvaiheet:

- asfaltti levitetään asfalttikoneella
- tiivistetään tärjyjrällä

Kustannuksiin vaikuttavat tekijät:

- asfaltoitavan alueen laajuus (m2)
- asfaltin laatu ja kerrospaksuus

Kustannuserään ei sisälly:

- kalustokustannukset
- maatyttö

### Rakenne:

113	Asfalttoinnin pohjatyö, 50mm murske	250,00	m2	0,00 €	300,00 €	364,48 €	11,50	664,48 €
-----	-------------------------------------	--------	----	--------	----------	----------	-------	----------

#### Kuvaus:

Työvaiheet ja kustannuserän sisältö:

- murske- tai murskesorakerroksen levitys 0..16 mm
- murskeen kerrospaksuus 50 mm
- murskeen rahtikustannukset
- koneellinen tiivistys
- pihakallistusten teko min. 50 mm murskekerroksella

Kustannuksiin vaikuttavat tekijät:

- murskeen kuljetus kohteeseen, säilytys ja siirrot kohteessa.
- tässä oletettu, että kuljetus ja levitys kohteessa voidaan tehdä koneellisesti.
- murskekerroksen paksuus