



Timo Lehtiniemi Maarit Puumala

Betonit ja muovit navetan lattiamateriaaleina



VALTION MAATALOUSTEKNOLOGIAN TUTKIMUSLAITOS
STATE RESEARCH INSTITUTE OF ENGINEERING IN AGRICULTURE AND FORESTRY

Osoite: PPA 1, 03400 VIHTI

Puhelin: (90) 224 6211

Telefax: (90) 224 6210

ALKULAUSE

Ruokintapöytien ruokintakourut, maitohuoneiden lattiat ja parsien pinnat edellyttävät karjasuojien pinnoitemateriaaleilta erityistä kestävyyttä. Betonipintoja joudutaan korjaamaan jo muutaman vuoden käytön jälkeen pinnan rapautumisen vuoksi, eivätkä kaikki erikoisbetonitkaan näytä kestävän normaallibetonia paremmin. Pintojen kunnostukseen yleisesti käytettävät epoksimaalit eivät myöskään näytä kestävän montaa vuotta.

Tämä tutkimus on jatkoa VAKOLAssa vuosina 1984-1987 suoritettulle karjasuojan pinnoitteiden ryhmäkoetukselle, jossa koetettiin pääasiassa epoksi- maaleja ja erikoisbetonia. Tutkimusta varten maatilahallitus myönsi 1989 määrärahan ja asetti samalla tutkimukselle valvojakunnan, johon kuuluvat puheenjohtajana arkkitehti Kari Kolehmainen sekä jäsenenä rakennusmestari Tuija Alakomi ja professori Aarne Pehkonen. Tutkimuksen johtajana on toiminut ylitarkastaja Henrik Sarin sekä tutkijoina agr.yo Timo Lehtiniemi ja DI Maarit Puumala.

Tässä tiedotteessa esitetyt laboratoriokeiden tulokset ovat osa laajempaa tutkimusta, johon sisältyy myös käytännön kokeita. Tutkimukseen liittyvät kenttäkokeet ovat vielä keskeneräisiä ja niistä sekä tässä esitetyistä laboratoriokeista julkaistaan erillinen tutkimusraportti talvella 1993, jolloin käytännön kokeiden perusteella voidaan paremmin arvioida eri koeaineiden soveltuvuutta navetan lattioihin. Laboratoriokeista ja niiden tulkinnasta julkaistaan myös Helsingin Yliopiston maatalousteknologian laitoksella opinnäytetyö kevään 1991 aikana.

VAKOLA kiittää maatilahallitusta, edellämämainitun valvojakunnan jäseniä sekä erityisesti niitä yrityksiä, jotka ovat antaneet materiaalejaan tutkimuksemme, ja siten mahdollistaneet tutkimusohjelmamme toteuttamisen.

Vihdissä, 4. maaliskuuta 1991

VALTION MAATALOUSTEKNOLOGIAN TUTKIMUSLAITOS

SISÄLLYSLUETTELO

ALKULAUSE	3
1. JOHDANTO	4
2. KOEMATERIAALIT	5
2.1 Betoni	5
2.2 Pinnoitemateriaalit	5
3. BETONIEN PURISTUSLUJUUS	8
3.1 Tulokset	8
3.2 Johtopäätökset	8
4. MATERIAALIEN HAPONKESTÄVYYS	9
4.1 Yleistä	9
4.2 Tulokset	9
4.3 Kokeen rasituksen vertaaminen käytännön rasitukseen	9
4.4 Johtopäätökset	10
5. KULUTUKSENKESTÄVYYS	14
5.1 Yleistä	14
5.2 Tulokset	14
5.3 Lakkaimetyys	17
5.4 Johtopäätökset	18
6. PINNAN KITKA	19
6.1 Yleistä	19
6.2 Mittaustulokset	19
6.3 Johtopäätökset	22
7. KARKEUS	22
7.1 Mittaustulokset	22
7.2 Johtopäätökset	22
8. PUHDISTETTAVUUS	23
8.1 Yleistä	23
8.2 Johtopäätökset	24
9. MATERIAALIEN KÄYTTÖSUOSITUKSET LABORATO- RIKOKKEIDEN PERUSTEELLA	25
9.1 Ruokintapöydät	25
9.2 Parret	25
9.3 Maitohuoneet	26

1. JOHDANTO

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on ollut selvittää markkinoilla olevien lähinnä teollisuuteen tarkoitettujen muovipohjaisten, mutta sideaineeltaan erilaisten lattiapinnoitteiden ja eräiden betonien soveltuvuus navetan ruokintapöytään, maitohuoneeseen ja parsiin. Lisäksi tutkimukseen on otettu erityisesti maatalouteen markkinoituja pinnoitemateriaaleja. Tuloksia voidaan soveltaa myös etsittäessä pinnoitteita muihin vastaaviin tarkoituksiin.

Kokeet on suoritettu laboratorio-olosuhteissa VAKOLAssa. Materiaalien ominaisuuksista on tutkittu haponkestävyys ja kulutuksenkestävyys sekä happorasitetulla että rasittamattomalla pinnalla. Valmiin pinnan ominaisuuksista on mitattu kitka, karkeus ja puhdistettavuus. Lisäksi Valtion teknillinen tutkimuskeskus VTT on mitannut betoneista niiden puristuslujuuden. Esitetyt tulokset ja johtopäätökset perustuvat pelkästään laboratoriokokeisiin, joissa pinnat ovat joutuneet kovemmalle rasitukselle kuin useimmissa käytännön olosuhteissa.

2. KOEMATERIAALIT

2.1 Betonit

Betonien sideaineina kokeessa olivat normaalisti kovettuva yleissementti Y 40/28 (yleis), nopeasti kovettuva portlandsementti P 40/7 (rapid) ja hitaasti kovettuva, sulfaatinkestävä alhaislämpömasuunisementti M 40/91 LH SR (masuuni). Seosaineina olivat lentotuhka, kuona ja silica. Side- ja seosaineet toimitti Oy Lohja Ab.

Massoissa sementin ja seosaineen yhteismäärä oli 400 kg/m^3 . Runkoaine oli jaettu lajitteiden 0 - 8 mm ja 8 - 16 mm kesken suhteessa 60/40 ja sitä käytettiin 1825 kg/m^3 . Massojen notkeustavoitteena oli 2 - 3 sVB, joka saatiin aikaan lisäämällä massoihin 1,5 - 3 % notkistinta Peramin 3180. Käytetyt ainemäärät massoittain on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Betonien aineosat, annos 35 litraa

Betoni ¹⁾	Vesi kg	Runkoaine kg	Sideaine nimi/kg	Seosaine nimi/kg ²⁾	Notkistin kg
Yleis a	5,6	63,9	Yleis/14	-	0,28
Yleis b	7,0	63,9	Yleis/14	-	-
Rapid	5,6	63,9	Rapid/14	-	0,21
Rapid+lt a	5,6	63,9	Rapid/9,8	lt/4,2	0,29
Rapid+lt b	6,3	63,9	Rapid/9,8	lt/4,2	-
Rapid+k	5,6	63,9	Rapid/9,8	k/4,2	0,29
Rapid+s	5,6	63,9	Rapid/12,6	s/1,4	0,31
Masuuni a	5,6	63,9	Masuuni/14	-	0,28
Masuuni b	7,0	63,9	Masuuni/14	-	-

¹⁾ a = pienempi vesisementtisuhte, b = suurempi vesisementtisuhte
²⁾ lt = lentotuhka, k = kuona, s = silica

2.2 Pinnoitemateriaalit

Pinnoitemateriaalit ryhmiteltiin Suomen Betoniyhdistys ry:n julkaisun "by 31, Betonilattiat, luokitus- ja päällystettävyysohjeet" mukaan, ja kyseisestä luokituk-

sesta poikkeavat massat erotettiin ryhmään erikoismassat. Ryhmät olivat seuraavat:

1. Lakat
2. Maalit
3. Pinnoitteet
4. Epoksimassat
5. Polyuretaanimassat
6. Akryylimassat
7. Erikoismassat

Lakat, maalit ja pinnoitteet päällystettiin betoniin. Osa betoniinistä päällystettiin VAKOLAssa pinnoitteen mukana seuranneen käyttöohjeen mukaisesti ja osan päällystystyöstä teki pinnoitteen toimittanut yritys (taulukko 2).

Taulukko 2. Betonin pinnoitetut tuotteet

Ryhmä/nimi	Valmistus/markkinointi	Valmistustapa ¹⁾
1. Lakat		
LV-1	Solmaster Oy	1
Epirex 100	Teknos-Winter Oy	2
Epirex 300	Teknos-Winter Oy	2
Inerta 50	Teknos-Winter Oy	2
Uredur 100	Teknos-Winter Oy	2
Reafloor 200	Tikkurila Oy	1
2. Maalit		
Reacoat 200	Tikkurila Oy	1
Tervaepoksi	Suomen Tranemo Väri	1
3. Pinnoitteet		
Alfa-Plast Universal	Hankkija Maatalous Oy	1
EP-10	Solmaster Oy	1
Inerta 210	Teknos-Winter Oy	2
LF-pinnoite	Fescon Oy	1
Reafloor 300	Tikkurila Oy	1
1)	1 = päällystystyö tehtiin VAKOLAssa 2 = päällystystyön teki aineen toimittaja	

Massat valmistettiin erilaisille levyille, joista koepalat leikattiin massan kuivuttua. Valmiiden massojen paksuudet olivat 3 - 4 mm, paitsi Monilen paksuus oli noin 10 mm. Epoksimassoista olivat Epox-Torginol, Vencoat sekä Epirex 2000 a ja b pintakarhennettuja. Karhennus a oli tehty noin 0,1 mm kokoisilla lasipalloilla ja b 0,1 - 1,0 mm kvartsihiekkalla. Hierrettäviä muovimassoja olivat epokseista Monepox ja Epirex värihiekkamassa (vhm) sekä akryylimassat. Kokeessa olleet massat on lueteltu taulukossa 3.

Taulukko 3. Kokeessa mukana olleet massat.

Ryhmä/nimi	Valmistus/markkinointi	Valmistustapa ¹⁾
4. Epoksimassat		
Alfa-Plast Repair	Hankkija-Maatalous Oy	1
Epirex 2000 a	Teknos-Winter Oy	2
Epirex 2000 b	Teknos-Winter Oy	2
Epox-Torginol	Torginol-Teollisuuslattiat Oy	2
Monepox	Oy Trans-Meri Ab	2
Reafloor 2500	Tikkurila Oy	1
Vencoat	Veljekset Matintalo	1
Epirex vhm.	Teknos-Winter Oy	2
5. Polyuretaanimassat		
Monolith	Oy Trans-Meri Ab	2
UR 500	Solmaster Oy	1
6. Akryylimassat		
Akryylibetoni	Lohja Betonila Oy	2
Akryylinnoite	Pohjolan suojakate	2
Monodur	Oy Trans-Meri Ab	2
7. Erikoismassat		
Monile	Oy Trans-Meri Ab	2
1)	1 = päällystystyö tehtiin VAKOLAssa 2 = päällystystyön teki aineen toimittaja	

3. BETONIEN PURISTUSLUJUUS

3.1 Tulokset

Puristuslujuuden mittasi VTT 28 vrk:n ikäisistä koekuutioista. Tulokset on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Betonien puristuslujuus.

Betoni	Lujuus MN/m ²	Vaihteluväli MN/m ²	Vesisementti- suhde kg/kg
Rapid + s	65,7	63,0 - 67,0	0,4
Rapid	62,2	58,5 - 64,5	0,4
Rapid + k	56,3	55,0 - 57,5	0,4
Yleis a	48,5	48,0 - 49,5	0,4
Masuuni a	47,2	45,5 - 48,5	0,4
Rapid + lt a	47,0	46,5 - 47,5	0,4
Yleis b	37,0	36,0 - 38,0	0,5
Masuuni b	36,3	35,5 - 38,0	0,5
Rapid + lt b	34,8	34,0 - 36,0	0,45

3.2 Johtopäätökset

Eri sementtilaatuojen puristuslujuuserot eivät tuo uutta tietoa. Kun osa sementistä korvataan seosaineilla, on silicalla lujuutta lisäävä vaikutus ja kuonalla sekä lentotuhkalla sitä pienentävä vaikutus.

Kokeen tarkoituksena oli tutkia mahdollisuutta valmistaa hyvälaatuista betonia omatoimisesti. Tavallisella betonimyllyllä voidaan koetulosten mukaan valmistaa hyvälaatuista betonia. Tämä edellyttää huolellista työtä ja kaikkien aineosien punnitsemista sekä runkoaineen jakamista kahteen lajitteeseen. Vesisementtisuhteen tulee myös olla mahdollisimman alhainen, kun valmistetaan hyvälaatuista betonia. Mikäli ei olla varmoja siitä, että työmaalla valmistetulla betonilla saavutetaan vaativien kohteiden edellyttämä lujuustaso K 30 - K 40, tulee betonointityössä käyttää valmisbetonia.

4. MATERIAALIEN HAPONKESTÄVYYS

4.1 Yleistä

Materiaalien haponkestävyyttä selvitettiin rasittamalla niitä navetassa yleisesti esiintyvillä hapoilla. Tällaisia happoja ovat maitohappo ja muurahaishappo. Maitohappoa esiintyy ruokintapöydällä, parsissa ja maidonkäsittelytiloissa. Ruokintapöydällä oleva maitohappo on peräisin rehuista. Parsissa sekä maidonkäsittelytiloissa sitä syntyy maidosta. Muurahaishappo on säilörehun valmistuksessa yleisesti käytetty happo, jolloin sitä esiintyy kaikissa sellaisissa tiloissa, joissa muurahaishapolla säilöttyä rehua käsitellään. Yleisin säilörehun valmistuksessa käytetty säilöntäaine on AIV II -liuos, joka sellaisenaan sisältää 80 % muurahaishappoa ja 2 % ortofosforihappoa.

4.2 Tulokset

Pinnoitemateriaalien kestävyys upporasituskokeissa AIV II -säilöntäaineliuoksessa ja maitohapossa on esitetty taulukoissa 5 ja 6. Taulukoissa jokaisen tarkkailuajan kohdalle on merkitty materiaalin kuntoa kuvaava lukema 1 - 5.

Betonien syöpyä 28 vrk:n rasituksen jälkeen laskettiin pestyistä koekappaleista kolmen koekappaleen keskimääräisenä syöpymäsyvyytenä. AIV II -säilöntäaineliuoksen aiheuttamat syöpymäsyvyydet on koottu taulukkoon 7 ja maitohapon aiheuttamat taulukkoon 8.

4.3 Kokeen rasituksen vertaaminen käytännön rasitukseen

Kokeessa käytetyt happoväkevyydet olivat huomattavasti suurempia kuin käytännössä esiintyvät väkevyydet. Tuloksien rinnastaminen käytännön rasitukseen on vaikeaa, eikä tarkkaa vastaavuutta voida saavuttaa laskennallisesti. Happamuutta kuvaava lukuarvo pH ilmoittaa liuoksen vetyioniaktiiviteetin, joka kuvaa vapaiden vetyionien määrää liuoksessa. Kun pH:n lukuarvo laskee yhden yksikön, kymmenkertaistuu H_3O^+ -ionien lukumäärä hapossa. Laskelmassa on AIV II -säilöntäaineliuoksen ja maitohappokokeen aikana mitatut H_3O^+ -ionipitoisuudet laskettu vastaamaan pH 4:n H_3O^+ -ionipitoisuutta (taulukko 9).

Ruokintapöydän happorasitus on pääosin säilörehun ja väkirehujen aiheuttamaa maitohapporasitusta. Lisäksi esiintyy säilörehun aiheuttamaa etikka- ja muurahaishapporasitusta. Ruokintapöydän rasitusajan voidaan olettaa yleensä olevan 6 - 12 h/vrk. Näiden happorasitusten lisäksi tulee eläinten syljen aiheuttama rasitus, jota tässä tutkimuksessa ei ole huomioitu.

Parsissa kemiallinen rasitus on maitohapporasitusta, jonka suuruus on hyvin vaihtelevaa. Käytännössä on parsien betonipintoja jouduttu uusimaan jo viiden vuoden käytön jälkeen sellaisten lehmien alta, jotka valuttavat runsaasti maitoa parteen lypsykertojen välillä. Syöpymäsyvyys on tuolloin ollut 3 - 4 cm, eli 6 - 8 mm vuodessa. Käytännössä havaitun syöpymisnopeuden perusteella voidaan maitohapon aiheuttaman happamuuden olettaa olevan lähes pH 4 betonipinnalla runsaasti maitoa valuttavan lehmän alla.

Maidonkäsittelytiloissa maidon happamoitumisprosessilla ei todennäköisesti ole mahdollisuutta muodostaa maitohappoa kuin hyvin pieniä määriä, koska niissä pinnat pestään päivittäin. Poikkeuksen muodostavat maitosäiliön tyhjenysyhteen ja lypsylaitteiston pesuautomaatin alapuoliset lattiapinnat, joissa happorasitus saattaa olla hyvinkin suurta.

4.4 Johtopäätökset

Lakkojen, maalien ja pinnoitteiden haponkesto ei ole erityisen vahva. Ruokintapöydällä naudan syöntialueella, missä rasitus on suurta, ne kestävät 4 - 8 vuotta. AIV II -rasituksessa näistä ryhmistä olivat parhaita Inerta 50, Uredur 100 ja parhain LF-pinnoite. Maitohapporasituksessa näistä ryhmistä menestyi parhaiten Inerta 210, joka kesti rasitusta yhtä hyvin kuin epoksimassat.

Massoista parhaita olivat akryylimassat, jotka kestivät happojen rasituksia erittäin hyvin. Polyuretaanimassat kestivät molempia happoja hyvin. Erikoismassa ja epoksimassat näyttivät kestävän muurahaishappoa riittävästi ja maitohappoa melko hyvin. Massapinnat kestävät ruokintapöydän syöntialueella käyttökelpoisina koko rakennuksen peruskorjausvälin.

Parsissa, maitohuoneissa ja käytävillä, joissa ei ole muurahaishapporasitusta ja maitohapporasitus on todennäköisesti pientä, kaikki pinnoiteaineet kestävät todennäköisesti hyvin.

Koska käytännössä maitohappo näyttää muodostuvan suuremmaksi rasitustekijäksi kuin muurahaishappo, masuunisementin muita sementtilaatuja heikompi muurahaishaponkesto ei haittaa. Erityisesti parsiin masuunibetoni soveltuu hyvin. Nopeasti kovettuva sementti on hieman normaalisti kovettuvaa sementtiä kestävämpää. Vesisementtisuhteen tulisi betonin valmistuksessa olla 0,40 - 0,45. Tällä varmistettaisiin betonin tiiveys, joka on perusedellytys korroosiota vastaan. Lentotuhkan ja silican käyttö seosaineena ei parantanut betonin haponkestävyyttä. Sen sijaan kuonaa seosaineena sisältävä betoni kesti molemmissa rasituksissa normaalisti kovettuvasta sementistä valmistettua betonia paremmin.

Taulukko 5. AIV II -säilöntäaineliuoskokeen arvostelut.

Aika	2 min	1 h	3 h	6 h	1 vrk	3 vrk	7 vrk	14 vrk	21 vrk	28 vrk
5 = Erittäin hyvä, ei muutoksia 4 = Hyvä, vain hieman värimuutoksia 3 = Tyydyttävä, pinta hilseilee osittain ja on hieman pehmentynyt 2 = Välttävä, pinta hilseilee kauttaaltaan ja on pehmentynyt 1 = Huono, pinnoite käyttökelvoton										
Ryhmä, nimi										
1. Lakat										
LV-1	5	4	3	2	2	1				
Epirex 100	5	4	2	2	1					
Epirex 300	5	4	2	2	1					
Inerta 50	5	4	3	2	2	2	2	1		
Uredur 100	5	5	5	4	3	2	2	1		
Reafloor 200	5	3	2	2	2	1				
2. Maalit										
Reacoat 200	5	4	3	2	1					
Tervaepoksi	5	4	3	2	2	1				
3. Pinnoitteet										
Alfa-Plast Univ.	5	4	3	2	2	1				
EP-10	5	3	2	2	2	1				
Inerta 210	5	4	3	2	1					
LF-pinnoite	5	5	5	4	4	4	3	2	1	
Reafloor 300	5	4	3	2	2	1				
4. Epoksimassat										
Alfa-Plast Repair	5	4	4	4	3	2	1			
Epirex 2000 a	5	4	4	4	3	2	1			
Epirex 2000 b	5	4	4	4	3	2	1			
Epox-Torginol	5	4	4	4	3	3	3	3	2	1
Monepox	5	4	3	3	2	1				
Reafloor 2500	5	4	4	4	4	3	2	1		
Vencoat	5	4	4	4	3	2	1			
Epirex vhm.	5	5	4	2	1					
5. Polyuretaanimassat										
Monolith	5	5	5	4	4	4	4	3	3	3
UR 500	5	5	4	4	4	4	3	3	3	3
6. Akryylimassat										
Akryylibetoni	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4
Akryylipinn.	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4
Monodur	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4
7. Erikoismassa										
Monile	5	4	4	4	3	2	1			

Taulukko 6. Maitohappokokeen arvostelut.

5 = Erittäin hyvä, ei muutoksia

4 = Hyvä, vain hieman värimuutoksia

3 = Tyydyttävä, pinta hilseilee osittain ja on hieman pehmentynyt

2 = Välttävä, pinta hilseilee kauttaaltaan ja on pehmentynyt

1 = Huono, pinnoite käyttökelvoton

Aika	2 min	1 h	3 h	6 h	1 vrk	2 vrk	7 vrk	14 vrk	21 vrk	28 vrk
Ryhmä, nimi										
1. Lakat										
LV-1	5	5	5	5	3	2	1			
Epirex 100	5	5	5	4	3	2	1			
Epirex 300	5	5	5	4	3	2	1			
Inerta 50	5	5	5	5	3	2	1			
Uredur 100	5	5	5	5	4	3	2	1		
Reafloor 200	5	5	3	3	2	1				
2. Maalit										
Reacoat 200	5	5	4	3	3	2	2	2	1	
Tervaepoksi	5	5	4	3	3	2	1			
3. Pinnoitteet										
Alfa-plast Univ.	5	5	4	2	2	1				
EP-10	5	4	3	3	2	1				
Inerta 210	5	5	5	5	4	4	4	4	4	3
LF-pinnoite	5	5	4	4	3	2	1			
Reafloor 300	5	5	4	3	3	2	1			
4. Epoksimassat										
Alfa-Plast Repair	5	5	5	5	4	3	3	3	3	3
Epirex 2000 a	5	5	5	5	4	4	3	3	3	3
Epirex 2000 b	5	5	5	3	4	4	3	3	3	3
Epox-Torginol	5	4	4	4	4	4	4	3	3	3
Monepox	5	5	5	5	5	5	5	4	4	3
Reafloor 2500	5	5	5	4	4	3	3	3	3	3
Vencoat	5	4	4	4	4	3	3	3	3	3
Epirex vhm.	5	5	5	5	5	5	4	3	3	3
5. Polyuretaanimassat										
Monolith	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
UR 500	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4
6. Akryylimassat										
Akryylibetoni	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Akryylipinn.	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Monodur	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
7. Erikoismassa										
Monile	5	5	5	4	3	3	3	3	3	3

Taulukko 7. Betonin syöpmäsyvyys AIV II -säilöntäainekokeessa.

Betoni	Syöpmä mm	Vaihteluväli mm
Rapid+lt a	3,27	3,02 - 3,66
Rapid+s	3,32	3,13 - 3,43
Rapid	3,62	3,49 - 3,77
Rapid+lt b	3,65	3,52 - 3,81
Rapid+k	3,70	3,63 - 3,83
Yleis a	3,73	3,61 - 3,81
Yleis b	3,82	3,69 - 3,93
Masuuni a	4,67	4,64 - 4,72
Masuuni b	5,10	4,92 - 5,35

Taulukko 8. Betonin syöpmäsyvyys maitohappokokeessa.

Betoni	Syöpmä mm	Vaihteluväli mm
Masuuni a	3,04	2,92 - 3,15
Rapid	3,21	3,12 - 3,32
Masuuni b	3,37	3,30 - 3,46
Rapid+k	3,62	3,58 - 3,69
Yleis a	3,93	3,68 - 4,16
Rapid+s	4,02	3,95 - 4,10
Yleis b	4,45	4,36 - 4,52
Rapid+lt a	4,68	4,63 - 4,75
Rapid+lt b	5,25	5,10 - 5,43

Taulukko 9. Altistusaikojen laskennallinen vastaavuus laboratorikokeissa ja pH-tasolla 4.

Happoaltistusaika laboratorikokeessa	Laskennallinen altistusaika pH-tasolla 4	
	AIV II	Maitohappo
1 h	6 kk	1 kk
3 h	1 v	3 kk
6 h	1½ v	5 kk
1 vrk	3½ v	1 v
2 vrk	-	1½ v
3 vrk	5 v	-
7 vrk	7 v	2 v
14 vrk	8 v	3 v
21 vrk	9 v	4 v
28 vrk	10 v	5 v

5. KULUTUKSENKESTÄVYYS

5.1 Yleistä

Materiaalien kulutuksenkestävyyttä tutkittiin kuluttamalla niitä vesihiekkasuihkulla, joka rasitti kappaleen pintaa mekaanisesti. Käytetty menetelmä muistuttaa lehmän aiheuttamaa nuolemisrasitusta ruokintapöydällä paremmin kuin SFS-standardien mukaiset pyörärasituskokeet. Kokeessa materiaaleja kulutettiin sekä pelkästään kyseisen menetelmän mukaisesti mekaanisella rasituksella että rasittamalla koekappaleita ennen kulutusta kemiallisesti. Kemialliseen rasitukseen käytettiin ruokintapöydällä esiintyvää AIV II -säilöntäaineliuosta.

5.2 Tulokset

Kulutuskokeen tulokset muunnettiin kuvaamaan yhden kulutussarjan keskimääräistä kuluttavuutta. Lisäksi laskettiin kulutuskerroksen paksuuden mukaan kulutuskestävyyttä kuvaava kestoluku (aineen paksuus/yhden kulutussarjan kuluma). Kestoluku kertoo, kuinka monta kertaa kyseisellä menetelmällä aikaansaatu urasyvyys voidaan aineesta kuluttaa (taulukot 10 ja 11).

Taulukko 10. Mekaaninen kulutus.

Materiaali	Mitattu kuluma, mm	Kalvon paksuus, mm minimi - maksimi	Kestoluku paksuus/kuluma
1. Lakat			
LV-1	0,30	0,00 - 0,02 *	0,00 - 0,07
Reafloor 200	0,10	0,10 - 0,20 *	1,00 - 2,00
2. Maalit			
Reacoat 200	0,20	0,10 - 0,20 *	0,50 - 1,00
Tervaepoksi	0,10	0,10 - 0,20 *	1,00 - 2,00
3. Pinnoitteet			
Alfa-Plast Univ.	0,15	0,30 - 0,50 *	2,00 - 3,30
EP-10	0,10	0,30 - 0,50 *	3,00 - 5,00
Inerta 210	0,20	0,30 - 0,50 *	1,50 - 2,50
LF-pinnoite	0,20	0,30 - 0,50 *	1,50 - 2,50
Reafloor 300	0,10	0,30 - 0,50 *	3,00 - 5,00
4. Epoksimassat			
Alfa-Plast Repair	0,20	1,5 - 4 *	7,50 - 20,00
Epirex 2000 a	0,15	1,5 - 4 *	10,00 - 26,70
Epirex 2000 b	0,15	1,5 - 4 *	10,00 - 26,70
EpoX-Torginol	0,15	1,5 - 4 *	10,00 - 26,70
Monepox	0,10	4 - 12 *	40,00 - 120,00
Reafloor 2500	0,15	1,5 - 4 *	10,00 - 26,70
Vencoat	0,25	1,5 - 4 *	6,00 - 16,00
Epirex vhm.	0,20	4 - 12 *	20,00 - 60,00
5. Polyuretaanimassat			
Monolith	0,25	1,5 - 4 *	6,00 - 16,00
UR 500	0,15	1,5 - 4 *	10,00 - 26,70
6. Akryylimassat			
Akryylibetoni	0,25	4 - 12 *	16,00 - 48,00
Akryylipinnoite	0,25	4 - 12 *	16,00 - 48,00
Monodur	0,35	4 - 12 *	11,40 - 34,30
7. Erikoismassa			
Monile	0,55	8 - 10 **	14,50 - 18,20
8. Betonit			
Yleis a	0,80	15 - 30 ***	18,70 - 37,50
Rapid	0,50	15 - 30 ***	30,00 - 60,00
Rapid+lt a	0,75	15 - 30 ***	20,00 - 40,00
Rapid+k	0,65	15 - 30 ***	23,10 - 46,10
Rapid+s	0,65	15 - 30 ***	23,10 - 46,10
Masuuni a	0,85	15 - 30 ***	17,60 - 35,30
Yleis b	0,80	15 - 30 ***	18,70 - 37,50
Rapid+lt b	0,85	15 - 30 ***	17,60 - 35,30
Masuuni b	1,05	15 - 30 ***	14,30 - 28,60

* Betoniyhdistys ry:n julkaisun by 31 mukaan

** valmistajan mukaan

*** rakenteellisesti voi kulua

Taulukko 11. Mekaaniskemiallinen kulutus.

Materiaali	Mitattu kuluma, mm	Kalvon paksuus, mm minimi - maksimi	Kestoluku paksuus/kuluma
1. Lakat			
LV-1	0,45	0,00 - 0,02 *	0,00 - 0,04
Reafloor 200	0,50	0,10 - 0,20 *	0,20 - 0,40
2. Maalit			
Reacoat 200	0,40	0,10 - 0,20 *	0,20 - 0,50
Tervaepoksi	0,50	0,10 - 0,20 *	0,20 - 0,40
3. Pinnoitteet			
Alfa-Plast Univ.	0,35	0,30 - 0,50 *	0,90 - 1,40
EP-10	0,55	0,30 - 0,50 *	0,50 - 0,90
Inerta 210	0,35	0,30 - 0,50 *	0,90 - 1,40
LF-pinnoite	0,35	0,30 - 0,50 *	0,90 - 1,40
Reafloor 300	0,35	0,30 - 0,50 *	0,90 - 1,40
4. Epoksimassat			
Alfa-Plast Repair	0,80	1,5 - 4 *	1,90 - 5,00
Epirex 2000 a	0,30	1,5 - 4 *	5,00 - 13,30
Epirex 2000 b	0,30	1,5 - 4 *	5,00 - 13,30
Epox-Torginol	0,30	1,5 - 4 *	5,00 - 13,30
Monepox	0,40	4 - 12 *	10,00 - 30,00
Reafloor 2500	0,20	1,5 - 4 *	7,50 - 20,00
Vencoat	0,85	1,5 - 4 *	1,80 - 4,70
Epirex vhm.	1,00	4 - 12 *	4,00 - 12,00
5. Polyuretaanimassat			
Monolith	0,45	1,5 - 4 *	3,30 - 8,90
UR 500	0,20	1,5 - 4 *	7,50 - 20,00
6. Akryylimassat			
Akryylibetoni	0,25	4 - 12 *	16,00 - 48,00
Akryylipinnoite	0,30	4 - 12 *	13,30 - 40,00
Monodur	0,40	4 - 12 *	10,00 - 30,00
7. Erikoismassa			
Monile	0,75	8 - 10 **	10,70 - 13,30
8. Betonit			
Yleis a	0,90	15 - 30 ***	16,70 - 33,30
Rapid	0,60	15 - 30 ***	25,00 - 50,00
Rapid+lt a	0,90	15 - 30 ***	16,70 - 33,30
Rapid+k	0,75	15 - 30 ***	20,00 - 40,00
Rapid+s	0,80	15 - 30 ***	18,70 - 37,50
Masuuni a	1,05	15 - 30 ***	14,30 - 28,60
Yleis b	1,05	15 - 30 ***	14,30 - 28,60
Rapid+lt b	1,00	15 - 30 ***	15,00 - 30,00
Masuuni b	1,05	15 - 30 ***	14,30 - 28,60

* Betoniyhdistys ry:n julkaisun by 31 mukaan

** valmistajan mukaan

*** rakenteellisesti voi kulua

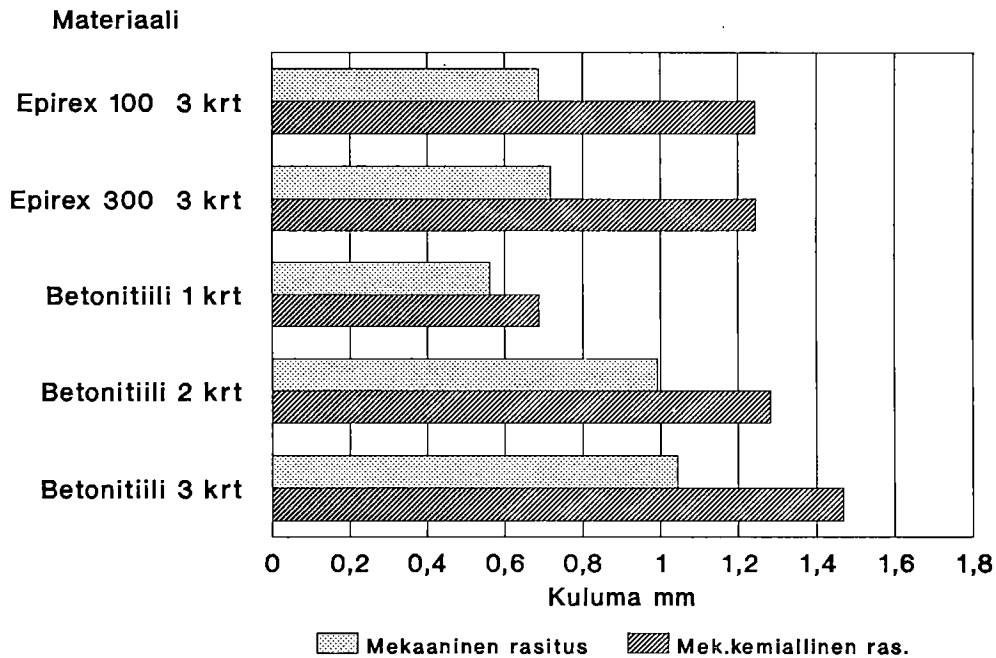
Kun halutaan verrata pinnoiteaineiden ja betonien kestävyyttä toisiinsa, voidaan se tehdä laskemalla betonin keskimääräinen kuluma tilanteessa, jossa pinnoiteaine on kulunut puhki. Tämä kuluma voidaan laskea kertomalla pinnoiteaineen kestonluvun minimi ja maksimi betonin keskimääräisellä kulumalla. Tässä tapauksessa laskentaan käytettiin kaikkien betonien keskimääräistä kulumaa, mikä oli 0,77 mm. Saadut tulokset on esitetty materiaalityhmittäin taulukossa 12.

Taulukko 12. Pinnoiteaineiden puhkikulumista vastaava betonin keskimääräinen kuluma.

Materiaalityhmä	Betonin keskimääräinen kuluma	
	Mekaaninen rasi- tus, mm	Mekaanis- miallinen rasi- tus, mm
Lakat	0,4 - 0,8	0,1 - 0,2
Maalit	0,6 - 1,2	0,2 - 0,4
Pinnoitteet	1,7 - 2,8	0,8 - 1,3
Epoksimassat	10,5 - 31,0	4,5 - 12,6
Polyuretaanimassat	6,2 - 16,4	4,9 - 13,0
Akryylimassat	11,1 - 33,4	11,8 - 35,4
Erikoismassa Monile	11,2 - 14,0	9,6 - 12,0

5.3 Lakkaimetytys

Lakkaimetytyksen vaikutusta kulutuskestävyyteen tutkittiin käyttäen Epirex 100 ja 300 -lakkoja. Lakkaimetytyksen betonia lujittavaa vaikutusta tutkittiin kuluttamalla näitä lakkoja pintakalvoa syvemmälle kolmella koesarjalla. Tulokset on esitetty kuviossa 1. Kulutuskestävyyttä verrattiin pinnoittamattoman betonitiilen kulutuskestävyyteen.



Kuvio 1. Lakkaimetyksen vaikutus betonin kulutuskestävyyteen.

5.4 Johtopäätökset

Pinnoiteaineiden kulutuskestävyys määräytyy suurimmaksi osaksi aineen paksuuden perusteella. Lakkojen ja maalien kalvo kestää vain pieniä rasituksia. Lakkaimetyks lisää betonin kestävyttä 1,5 - 3 kertaiseksi noin 1 mm:n syvyyteen otettaessa pintakalvon vaikutus huomioon. Pinnoitteet kestävät keskimääräisiä rasituksia ja massat suuria. AIV II -liuos heikensi kokeessa huomattavasti tiettyjen pinnoiteaineiden kesto.

Betonit kestävät suuria rasituksia, joskin pinta kuluessaan tulee epätasaiseksi. AIV II -liuos heikensi tässä kokeessa betoneja vain vähän. Masuunisementistä valmistettu betoni soveltuu muita betoneja hieman huonommin kohteisiin, joissa vaaditaan suurta kulutuksenkestoa. Kulutuskestävyys kasvaa betonin puristuslujuuden kasvaessa. Rapid-sementistä, jonka seosaineena oli silica, valmistettu betoni oli kulutuksenkestoltaan hieman heikompi kuin pelkästä rapid-sementistä valmistettu betoni, vaikka puristuslujuuden perusteella sen olisi olettanut olevan sitä hieman parempi. Rapid-betonin runkoaineen varastoinnissa tapahtuneen kuivumisen seurauksena sen vesisementtisuhde oli

0,02 - 0,04 yksikköä pienempi kuin muiden betonien, mikä on ilmeisesti vaikuttanut sen hyvään tulokseen.

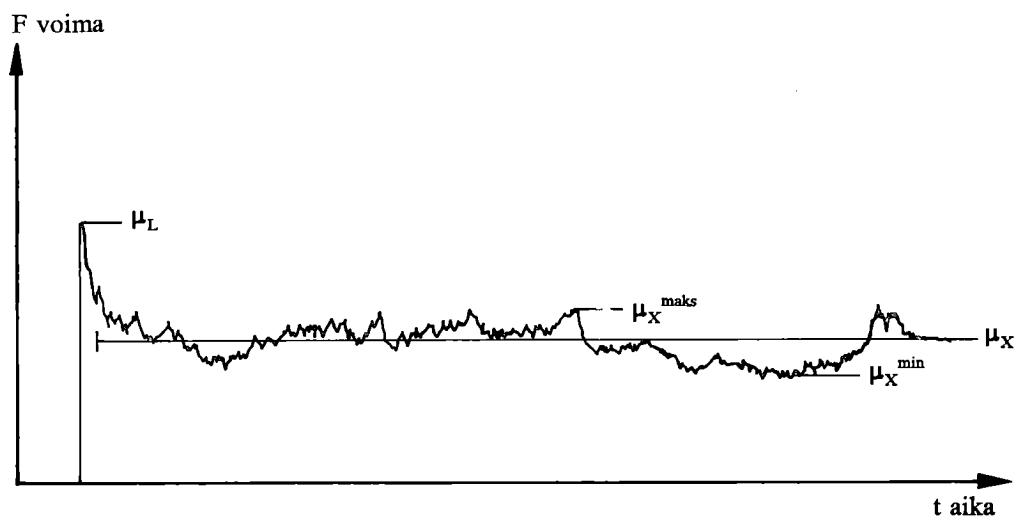
6. PINNAN KITKA

6.1 Yleistä

Tutkimuksessa mitattiin liukkautta kuvaavan kitkakertoimen suuruus kuivasta, märästä ja vähän kulutetusta pinnasta. Mittauksessa käytettiin sorkan ominaisuuksia muistuttavaa kitkamateriaalia ja lehmän sorkan aiheuttaman pintapaineen suuruista painetta.

6.2 Mittaustulokset

Kuviossa 2 on esitetty esimerkki kitkanmittauskäyrästä ja sen tulkinnasta. Tulokset kitkakertoimista ja vaihteluväleistä on koottu taulukkoon 13 ja 14.



- μ_L = lepokitka
- μ_X = keskimääräinen liikekitka
- μ_X^{maks} = liikekitkan maksimiarvo
- μ_X^{min} = liikekitkan minimiarvo

Kuvio 2. Esimerkki kitkanmittauskäyrästä ja sen tulkinnasta.

Taulukko 13. Kitkakertoimet kuivalla pinnalla.

Materiaali	Uusi μ_L	Kulunut μ_L	Uusi μ_X	Kulunut μ_X	Uusi μ_X^{\min}	Uusi μ_X^{\max}
1. Lakat						
Epirex 100	0,23	-	0,15	-	0,09	0,22
Epirex 300	0,23	-	0,12	-	0,09	0,18
LV-1	0,24	-	0,17	-	0,09	0,30
Reafloor 200	0,23	-	0,12	-	0,05	0,23
2. Maalit						
Reacoat 200	0,16	-	0,05	-	0,03	0,13
Tervaepoksi	0,14	-	0,08	-	0,03	0,17
3. Pinnoitteet						
Alfa-Plast Universal	0,18	-	0,06	-	0,03	0,10
EP-10	0,16	0,33	0,08	0,17	0,05	0,13
Inerta 210	0,17	-	0,11	-	0,08	0,12
LF-pinnoite	0,27	-	0,19	-	0,08	0,31
Reafloor 300	0,19	-	0,08	-	0,06	0,13
4. Epoksimassat						
Alfa-Plast Repair	0,30	-	0,18	-	0,12	0,27
Epirex 2000 a	0,28	0,30	0,28	0,16	0,22	0,32
Epirex 2000 b	0,42	-	0,35	-	0,24	0,46
EpoX-Torginol	0,35	-	0,28	-	0,24	0,33
Monepox	0,26	-	0,21	-	0,16	0,26
Reafloor 2500	0,24	-	0,09	-	0,07	0,10
Vencoat	0,38	-	0,27	-	0,22	0,38
Epirex vhm.	0,28	-	0,25	-	0,19	0,37
5. Polyuretaanimassat						
Monolith	0,19	0,32	0,11	0,18	0,07	0,13
UR 500	0,47	-	0,11	-	0,08	0,11
6. Akryylimassat						
Akrylibetoni	0,33	-	0,25	-	0,18	0,30
Akrylipinnoite	0,32	-	0,29	-	0,23	0,34
Monodur	0,43	0,35	0,33	0,26	0,31	0,41
7. Erikoismassa						
Monile	0,25	-	0,18	-	0,12	0,26
8. Betonit						
Yleis a	0,49	0,42	0,32	0,28	0,22	0,48
Rapid	0,49	-	0,34	-	0,25	0,50
Rapid+lt a	0,45	-	0,30	-	0,22	0,50
Rapid+k	0,46	-	0,32	-	0,24	0,47
Rapid+s	0,50	-	0,33	-	0,21	0,50
Masuuni a	0,51	-	0,33	-	0,23	0,50
Yleis b	0,47	-	0,36	-	0,30	0,50
Rapid+lt b	0,50	-	0,37	-	0,29	0,49
Masuuni b	0,51	-	0,35	-	0,26	0,50

Taulukko 14. Kitkakertoimet märällä pinnalla.

Materiaali	Uusi μ_L	Uusi μ_X	Uusi μ_X^{\min}	Uusi μ_X^{\max}
1. Lakat				
Epirex 100	0,23	0,14	0,12	0,16
Epirex 300	0,21	0,10	0,08	0,12
LV-1	0,23	0,16	0,16	0,17
Reafloor 200	0,20	0,12	0,08	0,14
2. Maalit				
Reacoat 200	0,15	0,05	0,04	0,07
Tervaepoksi	0,13	0,06	0,05	0,07
3. Pinnoitteet				
Alfa-Plast Universal	0,17	0,05	0,04	0,06
EP-10	0,16	0,07	0,06	0,08
Inerta 210	0,17	0,09	0,08	0,10
LF-pinnoite	0,24	0,18	0,16	0,20
Reafloor 300	0,20	0,07	0,06	0,07
4. Epoksimassat				
Alfa-Plast Repair	0,30	0,17	0,16	0,18
Epirex 2000 a	0,33	0,28	0,26	0,31
Epirex 2000 b	0,40	0,34	0,32	0,37
Epox-Torginol	0,32	0,27	0,25	0,29
Monepox	0,23	0,20	0,19	0,21
Reafloor 2500	0,22	0,07	0,06	0,08
Vencoat	0,36	0,26	0,22	0,29
Epirex vhm.	0,28	0,25	0,22	0,29
5. Polyuretaanimassat				
Monolith	0,19	0,10	0,09	0,11
UR 500	0,46	0,10	0,09	0,12
6. Akryylimassat				
Akryylibetoni	0,33	0,25	0,24	0,26
Akryylinnoite	0,32	0,29	0,29	0,29
Monodur	0,38	0,33	0,31	0,35
7. Erikoismassa				
Monile	0,21	0,15	0,13	0,18
8. Betonit				
Yleis a	0,41	0,30	0,26	0,35
Rapid	0,40	0,31	0,26	0,35
Rapid+lt a	0,44	0,29	0,26	0,32
Rapid+k	0,36	0,29	0,27	0,31
Rapid+s	0,42	0,29	0,28	0,30
Masuuni a	0,44	0,32	0,29	0,35
Yleis b	0,46	0,36	0,35	0,36
Rapid+lt b	0,44	0,35	0,34	0,36
Masuuni b	0,43	0,32	0,29	0,34

6.3 Johtopäätökset

Kytkeytyneiden lypsylehmien sorkan ja lattian välisen lepokitkakertoimen tulisi olla noin 0,45. Tasaisen lattian liukukitkakertoimen tulisi olla parsinavetoissa 0,30 - 0,35 ja pihatoissa 0,35 - 0,40.

Tutkituista materiaaleista ainoastaan osa pintakarhennetuista massoista, osa akryyleistä ja kaikki betonit ovat uutena riittävän karheita navettojen lattiama-
teriaaleiksi. Epirex 2000:n rakeisuudeltaan erilaisten pintakarhenteiden kokeilut osoittavat karkeamman raekoon soveltuvan paremmin kitkan lisäämiseen.

Pintakarhennetut epoksimassat ovat kuluneena liian liukkaita. Samoin kitkakertoimeltaan suurin akryyli näyttää tulevan kuluessaan hieman liian liukkaaksi. Vain betoni on kuluneenakin lähellä tutkimuksissa esitettyjä vaatimuksia.

7. KARKEUS

7.1 Mittaustulokset

Pinnan karkeutta pyrittiin kuvaamaan kokeella, jossa materiaalin pintaa vasten kuormitettua liitua vedettiin pinnan suuntaisesti. Liidun painohäviön perusteella saatiin kuva pinnan kuluttavasta vaikutuksesta. Mittaustulokset on koottu taulukkoon 15.

7.2 Johtopäätökset

Pinnoiteaineiden kuluttava vaikutus on huomattavasti betonien kuluttavaa vaikutusta pienempi. Ainoastaan Monodur akryylimassan kuluttava vaikutus on suunnilleen saman suuruinen kuin betonien. Hieman kuluneen betoni- ja akryylipinnan kuluttava vaikutus on pienempi kuin uuden pinnan. Muilla pinnoiteaineilla karkeus pysyy saman suuruisena.

Betonilattia kuluttaa nautojen sorkkia, joskin hoitotoimenpiteitä tarvitaan ajoittain sorkkien liiallisen kasvun seurauksena. Muut lattiamateriaalit eivät näytä olevan yhtä kuluttavia kuin betoni, jolloin sorkkien hoitotarve tulee ilmeisesti lisääntymään muita lattiamateriaaleja käytettäessä.

Pienempi kuluttavuus kuluttaa naudan nahkaa vähemmän, jolloin karvattomien alueiden ja haavaumien esiintyminen vähenee. Toisaalta, koska kuluttava vaikutus muuttui kitkakertoimen kanssa samaan suuntaan saattaa karvattomien alueiden ja haavaumien osuus kuitenkin kasvaa tapaturmien määrän kasvaessa liukkauden vuoksi.

Taulukko 15. Materiaalien kuluttava vaikutus liidun painohäviönä ilmaistuna

Materiaali	Uusi pinta painohäviö mg	Kulutettu painohäviö mg	Materiaali	Uusi pinta painohäviö mg	Kulutettu painohäviö mg
Inerta 210	2	-	Epoxy-Torginol	93	-
Reafloor 2500	2	-	Epirex 2000 b	116	-
UR 500	5	-	Epirex vhm.	127	-
Monolith	5	16	Akryylibetoni	157	-
Reafloor 300	10	-	Epirex 100	163	-
Alfa-Plast Universal	22	-	LV-1	174	-
EP-10	32	39	Akryylipinnoite	199	-
Epirex 2000 a	32	13	Rapid+It a	279	-
Epirex 300	39	-	Monodur	281	224
Tervaepoksi	39	-	Yleis b	313	-
Reacoat 200	56	-	Masuuni b	318	-
Vencoat	62	-	Rapid+It b	325	-
Alfa-Plast Repair	63	-	Rapid	341	-
Monepox	72	-	Yleis a	345	245
Reafloor 200	76	-	Masuuni a	353	-
Monile	80	-	Rapid+k	365	-
LF-pinnoite	92	-	Rapid+s	369	-

8. PUHDISTETTAVUUS

8.1 Yleistä

Puhdistettavuutta tutkittiin pesemällä keinoliialla liattuja kappaleita painepesurilla. Saavutetut pesunopeudet laskettiin seuraavalla kaavalla:

$$\text{pesunopeus [m}^2\text{/h]} = \frac{v \times l}{n \times t}$$

missä v = kappaleen nopeus, m/s
 l = puhdistuneen alueen leveys, m
 n = toistojen lukumäärä
 t = aika, h

Kappaleiden puhtaus todettiin silmämääräisesti, ja pesu lopetettiin, kun pinta näytti puhtaalta. Lasketut pesunopeudet on esitetty taulukossa 16. Pesunopeut-

ta kuvaavaa lukuarvoa ei voida rinnastaa käytännön pesunopeuksiin, mutta se antaa keskenään vertailukelpoista tietoa koemateriaalien puhdistettavuudesta.

Taulukko 16. Pesunopeus.

Materiaali	Uusi pinta pesunopeus m ² /h	Kulutettu pesunopeus m ² /h	Materiaali	Uusi pinta pesunopeus m ² /h	Kulutettu pesunopeus m ² /h
Yleis a	15	20	Monepox	125	-
Masuuni b	15	-	LV-1	130	-
Masuuni a	15	-	LF-pinnoite	135	-
Yleis b	15	-	Epirex vhm.	140	-
Rapid+lt a	20	-	Monile	145	-
Rapid+lt b	20	-	Epirex 300	145	-
Rapid+s	25	-	Monolith	145	90
Rapid+k	35	-	Epox-Torginol	160	-
Rapid	40	-	Vencoat	170	-
Reafloor 200	65	-	Akrylipinnoite	205	-
Reafloor 300	70	-	Inerta 210	210	-
Reafloor 2500	80	-	Epirex 2000 b	210	-
Reacoat 200	85	-	Monodur	210	210
UR 500	95	-	Akrylibetoni	215	-
EP-10	105	75	Alfa-Plast Repair	215	-
Tervaepoksi	110	-	Alfa-Plast Universal	215	-
Epirex 100	120	-	Epirex 2000 a	215	90

8.2 Johtopäätökset

Painepesussa pinnoiteaineet puhdistuvat huomattavasti nopeammin kuin betonit. Pinnoiteaineet soveltuvat hyvin kohteisiin, joissa vaaditaan hyvää hygieniää ja helppoa puhdistettavuutta. Eri pinnoiteaineilla on kuitenkin suuria eroja puhdistettavuudessa. Jos betonin hygieenisyyttä verrataan pinnoiteaineiden hygieenisyyteen, sen huokoisuus laskee ominaisuuksia edelleen. Huokosis-
sa taudinaiheuttajat ovat suojassa puhdistuksen vaikutukselta, jolloin pinta saastuu nopeammin uudestaan.

Hieman kuluneena betonin puhdistettavuus paranee hiukan. Hieman kuluneisiin pinnoiteaineisiin lika näyttää tarttuvan kiinni tiukemmin, mutta silti niiden peseminen puhtaaksi on huomattavasti helpompaa kuin betonin pesemi-

nen. Akryyli näyttää säilyttävän puhdistettavuusominaisuutensa samanlaisena hieman kuluneenakin.

9. MATERIAALIEN KÄYTTÖSUOSITUKSET LABORATORIOKOKOKEIDEN PERUSTEELLA

9.1 Ruokintapöydät

Ruokintapöydissä pintamateriaalin valintaan vaikuttavat tärkeimmät tekijät ovat happorasituksen kestävyys, kulutuskestävyys ja puhdistamisen helppous. Pöytien keskialueiden tulee olla karheita, jotta esimerkiksi rehuvaunuja liikuteltaessa jalat eivät luista.

Tutkituista aineista kaikki muovimassat täyttivät nämä vaatimukset. Akryylimassat olivat ehkä hiukan muita parempia, mutta kaikkien massojen voidaan olettaa kestävän ruokintapöydissä peruskorjausväli tyydyttävässä tai hyvässä kunnossa. Pinnoitteista Inerta 210 kesti tyydyttävästi happeja ja mekaanisen kulutuksen kesto oli välttävä. Tämän perusteella sen voidaan olettaa kestävän ruokintapöydässä tyydyttävässä kunnossa koko rakennuksen peruskorjausvälin. Muiden pinnoitteiden haponkestävyys oli selvästi huonompi, joten niitä käytettäessä on varauduttava pinnoitteen uusimiseen useammin. Maalit ja lakat eivät tunnu soveltuvan ruokintapöydän pinnoitteiksi. Lakka-imeytystä käyttämällä voidaan lakkapinnan kestävyyttä parantaa, mutta tälläkään menetelmällä ei saatane yli 10 vuotta kestävää pintaa. Muovimateriaaleja käytettäessä voidaan tarvittaessa kitkaa parantaa lisäämällä pintaan karhenteita, jolloin saadaan jalan alle luistamaton lattia.

Betonit syöpyvät ruokintapöydällä melko nopeasti. Koska syöpymät ovat usein pistemäisiä, on kuluneen pöydän puhtaanapito hankalaa. Betonin paikkaaminen ohuella betonikerroksella ei yleensä onnistu, joten muoviset pintamateriaalit ovat ruokintapöydän kunnostukseen käyttökelpoisempia.

9.2 Parret

Parsimateriaalin valintaan vaikuttavia ominaisuuksia ovat kitka ja karheus sekä mekaanisen kulutuksen kestävyys. Näistä kitka on tärkein, koska parsi ei missään tapauksessa saa olla liukas. Myös puhdistettavuus on huomionarvoinen asia.

Tutkituista muovimateriaaleista vain Monodur-akryylimassa täytti likimain asetetut kitkavaatimukset hiukan kuluneenakin. Muovimateriaalien kitkaominaisuuksia voidaan parantaa lisäämällä pintaan karhennetta. Tällöin on

vaarana, että materiaalista tulee liian kuluttava, jolloin lehmien jalkojen nahka kuluu rikki. Pelkän lakkaimetyksen käyttö ilman varsinaista pintalakkakerrosta on myös mahdollista. Tällöin pinnasta ei tule liukas, mutta puhtaanapito on helpompaa kuin pelkän betonin.

Kaikki tutkitut betonit sopivat parsiin. Pinnan hierrolla voidaan vaikuttaa huomattavasti kitka- ja karkeusominaisuuksiin. Tutkittujen betonien puristuslujuudet olivat yleisesti ottaen parsiin turhan suuria, joten esitettyjen reseptien mukaisia massoja tuskin kannattaa käyttää. Riittävä puristuslujuus suositusten mukaan on K 30, johon riittää pienempi sementtimäärä ja hieman suurempi vesisementtisuhde kuin mitä koemassoissa on käytetty.

9.3 Maituhuoneet

Maituhuoneissa ovat lattiamateriaalin valintaan eniten vaikuttavia tekijöitä kestävyys maitoa ja maitohappoa vastaan sekä pinnan hygieenisuus. Maituhuoneen lattia ei myöskään saa olla liukas kosteanakaan. Pinnan kestävyys pesu- ja desinfiointiliuoksia vastaan on ratkaiseva niissä maituhuoneissa, joissa pesulaiteen poistoputkea ei ole johdettu suoraan viemäriin.

Maaleja ja pintalakkauksia lukuunottamatta muovimateriaalit sopivat maituhuoneisiin hyvin tai tyydyttävästi. Kitkakaan ei ole rajoittava tekijä, koska maituhuoneessa ei ole esteitä runsaalle karhenteen käytölle. Runsaasti imeytyvät lakat kestävät ilmeisesti tyydyttävästi maituhuoneolosuhteissa.

Betonit soveltuvat maituhuoneisiin vain tyydyttävästi, koska ne ovat huokoisia ja siten epähygieenisia. Tämä korostuu kuluneessa betonissa, jonka syöpmäurien puhdistaminen on huomattavan hankalaa. Tutkituista betoneista masuunibetoni kesti parhaiten maitohapporasitusta, joten sen voi olettaa kestävän parhaiten maituhuoneessa. Merkittäviä kestävyyseroja eri betoniseosten välillä ei kuitenkaan voi todeta. Desinfiointiaineita ja happopesuaineita betonit eivät kestä. Sitävastoin alkalinen pesuaine ei syövytä betonia.

VAKOLAN TIEDOTTEITA

- 32/82 AHOKAS, J., Pyörätraktorit 1982.
- 33/82 ESALA, J., Kyntö ja kyntöaura. 1982.
- 34/83 AHOKAS, J., Pyörätraktorit 1983
- 35/83 MÄKELÄ, O., Viljankuivausopas. 1983.
- 36/83 Pohjoismaiset tilasäiliön pesulaitteet. 1983.
- 37/85 WARTIOVAARA, L., Astianpesukoneet. 1985.
- 38/86 AHOKAS, J., MIKKOLA, H., Traktori ja polttoaineen kulutus. 1986.
- 39/87 MÄKELÄ, J., LAUROLA, H., Leikkuupuimurin kulkukyky upottavissa oloissa. 1989.
- 40/87 LAUROLA, H., Leikkuupuimureiden teknisiä mittoja. 1987.
- 41/87 PUUMALA, M., Jauhatusyön järjestelyjä ja kustannuksia. 1987.
- 42/88 AARNIO, K., KARHUNEN, J., Lannanpoistolaitteiden toimivuus ja kestävyys. 1988.
- 43/88 MANNI, J., Käytännön ohjeita konevaraston hankintaa suunnittelevalle. 1988.
- 44/89 Pohjoismaiset lypsykone- ja laiteohjeet. 1989.
- 46/90 MANNI, J., KAPUINEN, P., Kevytsora lietesäiliön katteena. 1990.
- 47/90 KARHUNEN, J., Lietelannan kompostointi. 1990.
- 48/90 LEPPÄNEN, K., NYSAND, M., Turvallinen ja nopea työkoneiden kytkentä. 1990.

