

Siivous on fysiikkaa ja kemiaa!

Leila Kakko

leila.kakko@tuni.fi

 [linkedin.com/in/leila-kakko](https://www.linkedin.com/in/leila-kakko)

Luennon sisältö

- Siivous toimintona
- Lika ja likaantuminen
- Vesi ja pintajännitys
- Pesu- ja puhdistustapahtuma
- Tutkimuksen merkitys alalle



Kuva: Jonne Renvall

Leila Kakko

- Siivousteknikko 1985
- MMM 1997
- Puhtausalan opettaja vuodesta 1995
- Puhtaanapidon lehtori vuodesta 2000
- Sisäilmaan ja siivoukseen liittyviä artikkeleja ja konferenssijulkaisuja vuodesta 1991
 - Indoor Air 2008, 2016, 2020, 2022, 2024
 - Healthy Buildings (Europe) 2000, 2017, 2025 (America) 2022
 - Sisäilmastoseminaari 1997, 2000, 2004 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2023
- Sisäilmaan liittyviä hankkeita, joissa siivousasiantuntijana ja tutkijana
 - Siivous ja sisäilma: tutkimuksia toimistokiinteistöissä ja laboratoriossa 2000 HY
 - Sairaaloiden ilmanvaihtokanaviston puhtaus ja puhdistuksessa leviävien epäpuhtauksien hallinta –hanke 2010 TTL, UEF, TAMK
 - Sisäilmaongelmien ennaltaehkäisy elinkaarimallia käytettäessä ja energiatehokkuutta tavoiteltaessa (SEEK) 2016 TTL, THL, UEF, TAMK
 - Sisätiloissa käytettyjen siivouskemikaalien ja biosidien vaikutukset mitattuun ja koettuun sisäilman laatuun koulu- ja päiväkotirakennuksissa (SIBI) 2020 Aalto, THL, TAMK
 - PiHy & L2B 2020-2021
 - CleanSchool- hanke 2020-2024, Aalto, THL, VY
 - LAIVA-hanke 2023-2025 Aalto & TAMK
 - TyhYTEko-hanke 2024-2027, Jamk, Xamk, Savonia, SeAMK, Lapin AMK & TAMK

Luennon tavoite

- Ymmärtää, miten luonnontieteet, erityisesti fysiikka ja kemia, vaikuttavat siivoustulokseen
- Muistuttaa fysiikan ja kemian osallisuudesta päivittäisessä elämässämme, ei ainoastaan siivouksen näkökulmasta.

Group →	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
↓ Period																		
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba		72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra		104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Fl	115 Uup	116 Lv	117 Uus	118 Uuo
Lanthanides	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu			
Actinides	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr			

Faktaa siivouksesta

- Mitä on siivous ?
 - Aputoiminto, jonka avulla prosessi pidetään käynnissä
 - ”Sisätiloissa tehtävä pintojen puhdistus, suojaus ja hoito sekä erilaiset järjestelytyöt, jossa puhtaus tuotetaan ammattimaisesti” (SFS 5967)
 - Siivous on yhdistelmä kemiallisia reaktioita ja fysikaalisia ilmiöitä
- Lika
 - ”Pintojen käyttöarvoa alentava epäpuhtaus”
 - ”Pinnoilta erilaisin puhdistusmenetelmin poistettavissa oleva, pinnan käyttötarkoitusta haittaava aine” (SFS 5967)

Hygienian peruspilarit

Tilat, pinnat

- Siivottavuus
- Puhdistettavuus
- Esteettömyys
- Toiminnallisuus

Aineiden käyttö käyttötarkoituksen mukaisesti

- Annostelu!!
- Vaikutusaika

KIINTEISTÖHUOLTO

Ilmanvaihto

Osaaminen /
ammattitaito

Taudinaiheuttajien leviämisen

Hygieeninen, terveellinen ja
turvallinen ympäristö

Yksilö

estäminen

Aseptinen omatunto

KÄSIHYGIENIA

Likaantuminen

- Suora kontakti eli likainen pinta koskettaa puhtaampaa
 - Kosketusvoima
 - Pinnan huokoisuus
- Laskeutuminen
 - Koko (yli $1\mu\text{m}$)

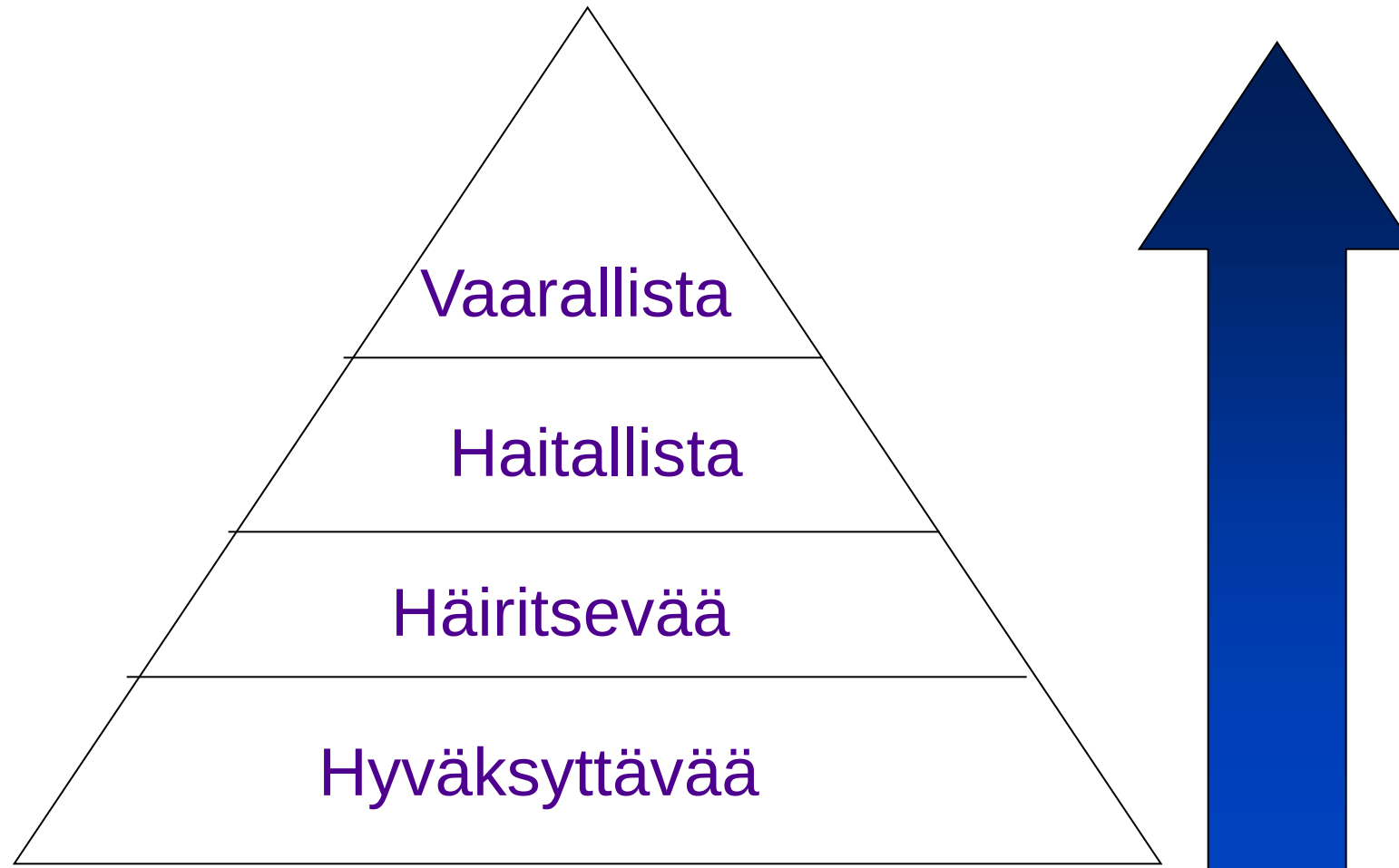


Kuva: Warunee Heinämäki

Lian ryhmittely koostumuksen mukaan

- Vesiliukoinen lika
- Veteen liukenematon kiinteä lika
- Veteen liukenematon öljy- tai rasvapohjainen lika
- Mikrobit

Lian poistamistarve



Siivoustarpeen kiireellisyys

Likatyyppejä

Lika	Esimerkki
Irtolika	Mausteet, jauhot, leivänmurut
Kiinnittynyt lika	Kuivunut lika pöytäpinnalla
Pinttynyt lika	Kalkkisaostumat astianpesukoneessa, pinttynyt lika uunissa, rasva-kerrokset
Tahra	Kahvitahra, rasvatahra, sormenjälki
Eritetahra	Oksennus, veri, sylki
Mikrobilika	Näkymätöntä tai näkyvää likaa; bakteerit, hiivat, homeet, virukset
Biofilmi	Mikrobilikaa, jonka ympärillä on mikrobien tekemä suojakerros

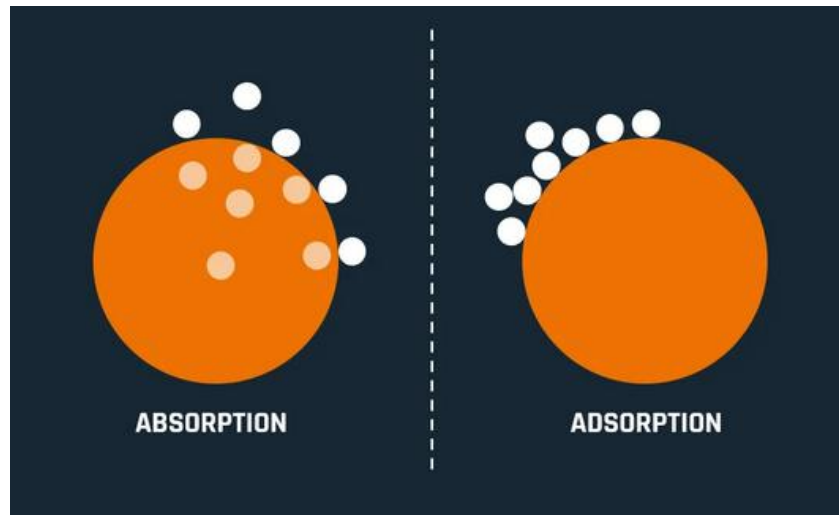
Lian kiinnittyminen

Lika on usein usean eri
aineen seos

Lian kiinnittyminenkin
tapahtuu monella eri tavalla
samanaikaisesti

Myös pinnan ominaisuudet
vaikuttavat lian
kiinnittymiseen

Lian kiinnittyminen



<https://www.cotes.com/blog/inside-chemistry-absorption-vs-adsorption>

Adsorptiovoimat

- Hiukkasten väliset vetovoimat, imeytyminen

Kemiallinen reaktio
pinnan ja lian välillä

Kapilaarivoimat

Geometrinen efekti

- Pinnan epätasaisuudet ja syvennykset

Väliaineen avulla

- Vesi, öljy, rasva

Sähkövaraukset

Veden (H_2O) merkitys puhdistustapahtumassa

- Kostuttaa puhdistettavan pinnan
- Liuottaa vesiliukoista likaa
- Sitoo hienojakoista likaa
- Toimii puhdistusaineen liuottimena ja kemiallisena apuaineena
- Tuo pinnalle lämpöä ja puhdistusainetta
- Kuljettaa lian pois
- Huuhtelee lian ja puhdistusaineiden jäämät pinnalta
- Tekee mekaanista työtä (veden paine, virtaus)

Veden kovuus

- **Veden kovuus** tarkoittaa veden sisältämien **kalsium- (Ca^{2+})** ja **magnesiumionien (Mg^{2+})** määrää. Mitä enemmän näitä ioneja vedessä on, sitä **kovempaa** vesi on.
- Kova vesi vaatii enemmän pesuainetta
 - osa aineesta veden pehmentämiseen
- Ohimenevä kovuus
 - bikarbonaattikovuus
- Pysyvä kovuus
 - karbonaattikovuus

Veden pehmentäminen

- Ohimenevä eli bikarbonaattikovuus poistetaan vettä kuumentamalla
- Karbonaattikovuus voidaan poistaa sitomalla kovuutta aiheuttavat tekijät
 - fosfaatit
 - orgaaniset kompleksisuoloja muodostavat yhdisteet (NTA, EDTA)
 - ioninvaihtomenetelmä
 - silikaatit kuten zeoliitti

Veden kovuusasteet

- **Saksalainen kovuusaste 1 °dH**
 - **10 mg CaO / 1 l vettä**
- **Ranskalainen kovuusaste 1 °fH**
 - 10 mg CaCO₃ / 1 l vettä
- **Englantilainen kovuusaste 1 °eH**
 - 10 mg CaCO₃ / 0,7 l vettä
- **Amerikkalainen kovuusaste ppm**
 - 1 mg CaCO₃ / 1 l vettä



Kuva: Jonne Renvall

Suomalaisen veden kovuus

Veden kovuusasteikko

0...2,1 °dH	Hyvin pehmeä
2,1...4,9 °dH	Pehmeä
4,9...9,8 °dH	Keskikova
9,8...21 °dH	Kova
Yli 21 °dH	Hyvin kova

- Pääkaupunkiseudulla veden kovuus vaihtelee laitoksesta riippuen **2,7–4,5 °dH välillä**
- Talousvesi on pehmeää eli veden kalkkipitoisuus on alhainen Espoossa, Helsingissä, Kauniaisissa ja Vantaalla
- Annostele pesuainetta pehmeälle vedelle annetun ohjeistuksen mukaan

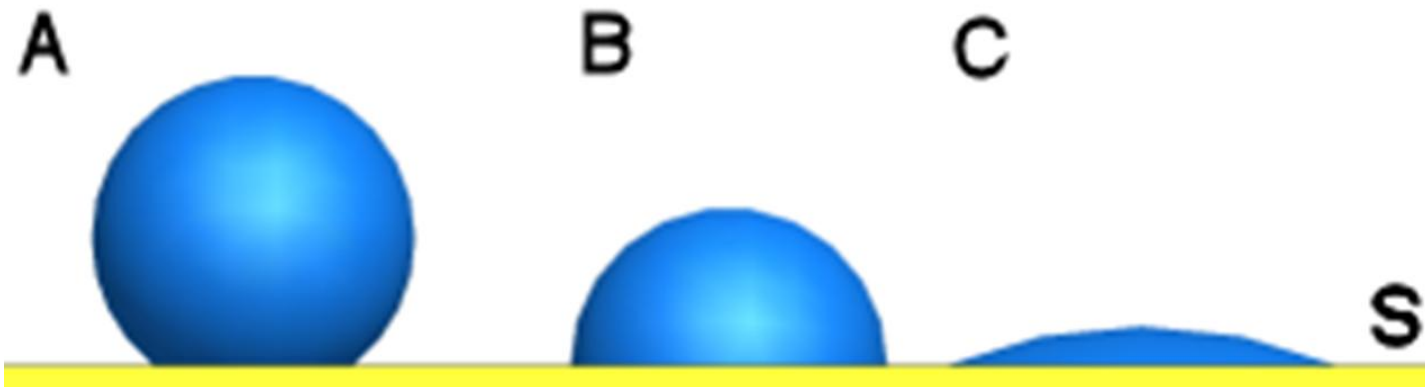
Fysiikka siivouksessa

-  **Kitka** – auttaa irrottamaan likaa mekaanisesti
-  **Pintajännitys** – tensidit alentavat veden pintajännitystä
-  **Lämpö** – nopeuttaa rasvan ja lian liukenemista
-  **Paine** – irrottaa likaa voimakkaasti
-  **Staattinen sähkö** – saa pölyn tarttumaan pintoihin
-  **Mekaaninen energia** – harjaaminen, pyyhkiminen, hankaaminen ja erityisesti **siivouskoneiden käyttö**

Symbolit copilot

Pintajännitys ja kastuminen

- Pintajännitys estää vettä kastelemasta pintaa
- Johtuu koheesiovoimista
- Pallomainen muoto
- Van der Waalsin voimat
- Veden vetysidokset



Pesuympyrä

- Puhdistustapahtumassa vaikuttavat:

- Sinner:

- Aika
 - Kemia
 - Mekaniikka
 - Lämpötila

- Wildbrett:

- Sinnerin lisäksi
 - Lika
 - Puhdistuksen kohde

- Kääriäinen

- Sinnerin lisäksi
 - Tekniikka



Puhdistustapahtuman osatekijät

- Desinfektio vaatii aina aineesta riippuvan vaikutusajan
 - Myös käsienpesussa
- Pelkkä aine ei yksin riitä vaan tarvitaan myös **mekaniikkaa**, hyvä mikrokitupyyhe!
- Pesuliuoksen lämpötila
 - Klooripitoisille aineille viileä vesi
- Oikea aine oikeaan paikkaan

Onnistunut siivous



Siivousmenetelmät - riittäisikö puhdistus?

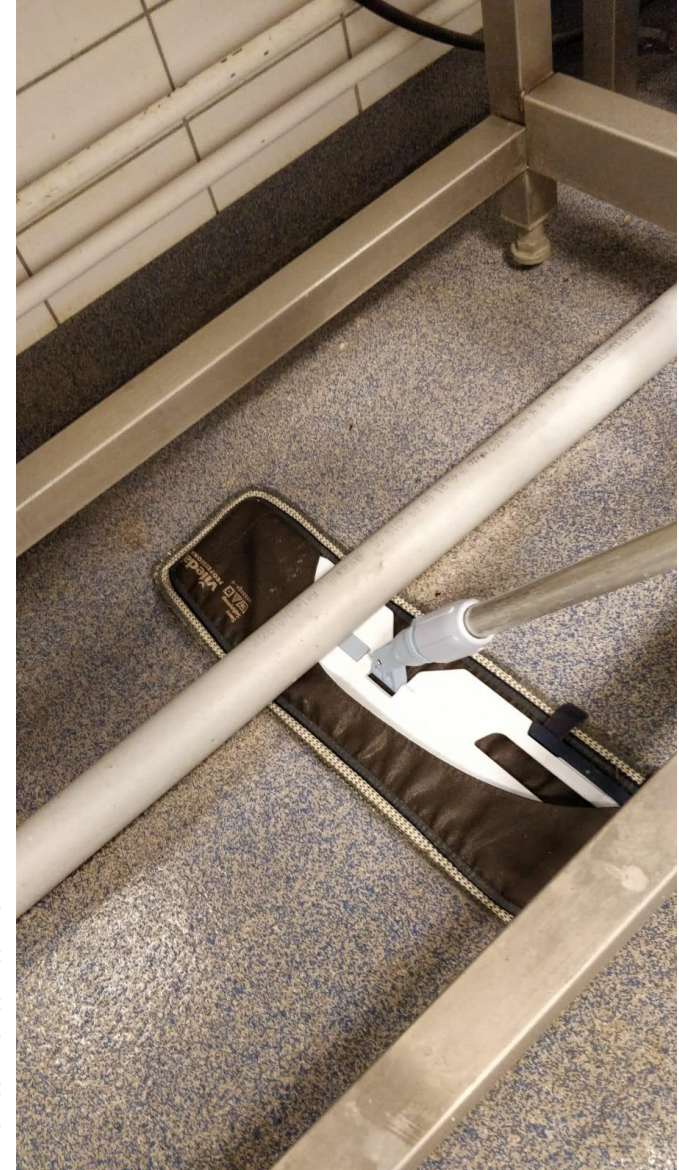


<https://www.propuhtaus.fi/riittaako-puhdistus/>

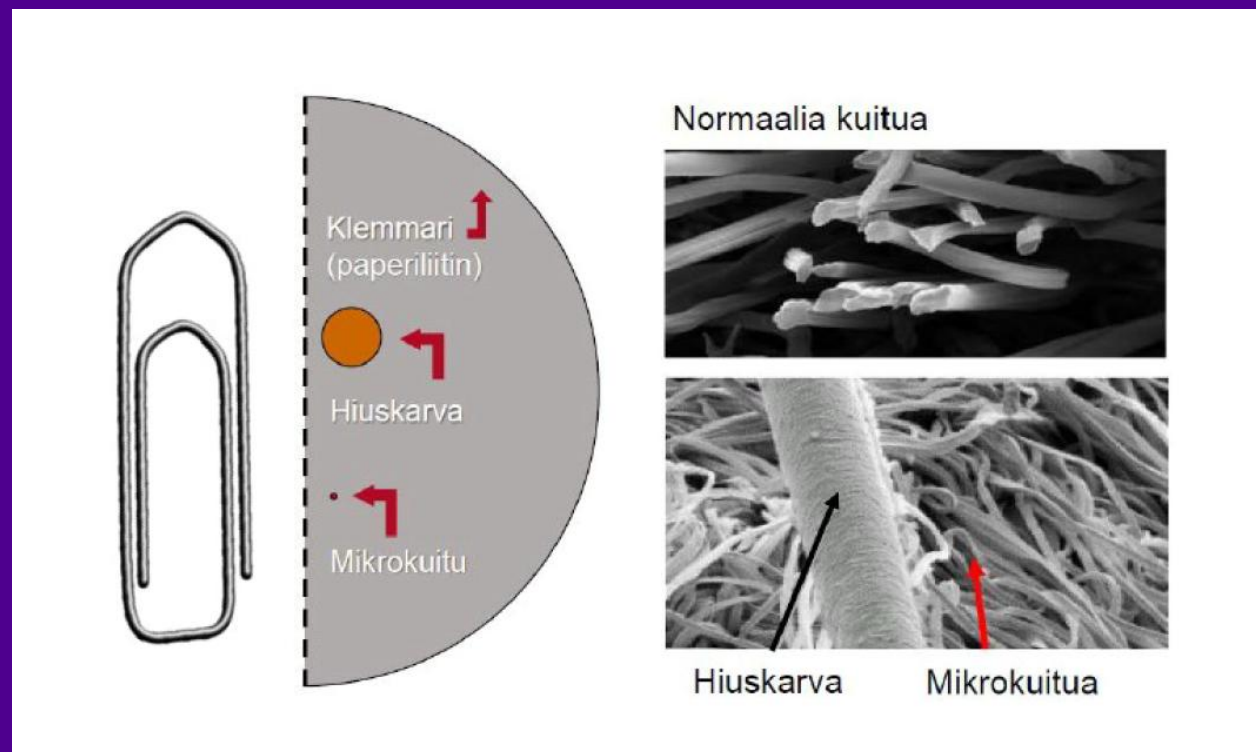
Pyyhintä vai pesu?

- Pyyhintä on testeissä osoittautunut tehokkaimmaksi pintojen puhdistusmenetelmäksi
- Pyyhinnässä partikkelit tarttuvat pyyhkeeseen ja sallivat siten lian poistamisen ilman, että ilmaan tulisi lisää partikkeleita
- Pyyhkeet ovat helppoja ja mukavia käyttää
- Häiritsee biofilmin muodostumista
- Harjapesu roiskii likavettä ympäriinsä
- Pesussa pitää muistaa kuivaus, huuhtelu ja kuivaus sekä mahdollinen kiillotus.

Kuva: Leila Kakko

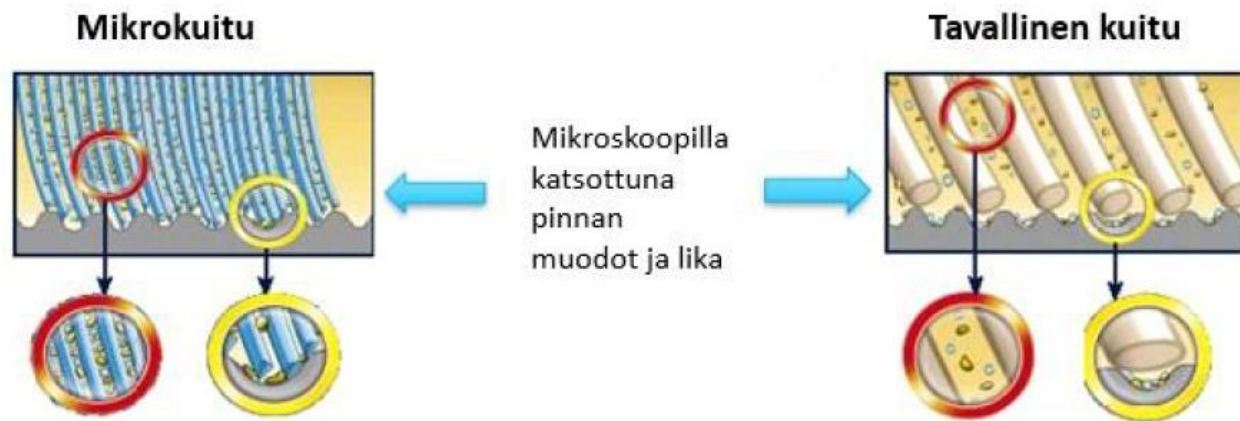


Mikrokuitu



Enne & Kotomäki 2020

Nieminen 2018, muokattu



Siivousaineiden järkevä käyttö

- Puhdistusaineiden ja desinfioivien aineiden käytön tarve harkittava tapauskohtaisesti
 - Pitää perustua saatuihin hygieniaatuloksiin
- Oikea annostelu on sekä kustannus- että turvallisuustekijä
- Suojavarusteiden käyttö tarvittaessa

pH-arvo	pH-arvo sanallisesti		Lika	Esimerkkejä käyttökohteista
14	Vahvasti emäksinen (11.1-14)		Pinttynyt lika	Perussiivous ja vahanpoisto Uunit, grillit ja rasvalika
13				
12				
11				
10	Emäksinen (10.1-11)		Kinnittynyt lika	Lattiakaivot
9	Heikosti emäksinen (8.1-10)		Runsas irtolika Vesiliukoinen lika	Ylläpitosiivous
8				
7	Neutraali (6-8)		Eloperäinen lika Vähäinen hiukkaslika	Ylläpitosiivous Astianpesu Lasit ja peilit
6				
5	Hapan (2-5.9)		Kalkkisaostumat Ruoste	Perussiivous ja saostumien poisto
4				
3				
2				
1	Vahvasti hapan (0-1.9)	Pinttyneet saostumat	Perussiivous ja saostumien poisto	
0				

Puhdistusaineiden koostumus

TEHOAINE AINEET	Synteettinen tensidi	Saippua	Veden pehmentäjät	Emäkset	Hapot	Desinfioivat aineet	Liuotteet	Korroosion suoja-aineet	Väriaineet	Hajusteet	Säilöntä- aineet
Neutraalit	*	e	e			e	*		e	e	*
Heikosti emäksiset	*	e	*	*		e	*		e	e	e
Emäksiset	*	e	*	*		e	*	e	e	e	e
Vahvasti emäksiset	*	e	*	*		e	*	*	e	e	
Heikosti happamet	*				*	e	*		e	e	e
Happamet	*				*	e	*	e	e	e	
Vahvasti happamet	*				*	e	*	e	e	e	

* = Sisältää yleisesti
e= Saattaa sisältää (eli ehkä)

Oikea annostelu

- Yleispuhdistusaineen tavallinen annostus on

1 ml / 1 l vettä

- Jos lasketaan, että kostutetaan nihkeäksi **20 siivouspyyhettä**, jolloin tarvitaan **4dl käyttöliuosta**

- Yhdessä pyyhkeessä on
 $0,04 \text{ ml} / 20 = 0,002 \text{ ml}$
yleispuhdistusainetta

Pyyhkeiden manuaalinen esivalmistelu

Ohjeellinen suositus puhdistusaineliuoksen määräksi eri siivousmenetelmissä.

Tuote		Nihkeäpyyhintä			Kosteapyyhintä		
Pyyhkeiden määrä		1 kpl	10 kpl	20 kpl	1 kpl	10 kpl	20 kpl
r-MicronQuick		0,2 dl	2 dl	4 dl	0,4 dl	4 dl	8 dl
PVAmicro		0,3 dl	3 dl	6 dl	0,5 dl	5 dl	10 dl
PURmicro Active							
r-MicroTuff Base		0,2 dl	2 dl	4 dl	0,4 dl	4 dl	8 dl
r-MicroTuff Swift Max		0,3 dl	3 dl	6 dl	0,5 dl	5 dl	10 dl
r-MicroTuff Plus							
MicroRoll		0,1 dl	1 dl	2 dl	-	-	-
r-MicronSolo							
MicroMulti		0,5 dl	5 dl	10 dl	1 dl	10 dl	20 dl

Missä ammattisiivousta nykyisin tutkitaan?

- Ammattikorkeakouluissa eri tutkintojen kehittämis- ja opinnäytetöissä sekä hankkeissa
 - Tampereen ammattikorkeakoulussa ainoat puhtauden lehtorit
 - AMK
 - YAMK
- Yliopistoissa osana hankkeita ja/tai myös jonkin verran insinööritöitä ja pro graduja sekä väitöksiä alaa sivuten
- Yksittäiset tutkijat
 - Tarja Valkosalo [Propuhtaus](#)
 - Tuula Suontamo
- VTT
- Yritykset osana omaa kehittämistoimintaansa

Mitä pitäisi tehdä seuraavaksi?

- Tutkimushankkeissa todettiin tarve lisätietoon
- Luminometrin käyttö lisääntynyt pintapuhtauden seurannan menetelmänä
 - Helppo käyttää
 - Kertoo oikeastaan vaan sen, että onko pinta puhdas vai likainen
- Tavallisen hanaveden käyttöä mikrokuitupyhinnässä pitäisi tutkia lisää
- Siivouksen merkitys nousi esiin koronan myötä

Kiitos ja mukavaa alkavaa kevättä!

