

Mikkeli Kenkävero vedenpuhdistamo

Tiilien uudelleenkäyttöselvitys

Spolia® next green step

”Next Green Step”

Spolia Design Oy on purettujen rakennusosien ja materiaalien uudelleenkäyttöön erikoistunut yritys. Spolia® hallitsee ja tarjoaa kiertotalouden konkretian purkutyömaalta asennukseen. Toimitamme uudelleenkäytetyt tuotteet kuin ne olisivat uusia ja annamme niille tuotetakuun.

www.spolia.fi

1 TILAAJA

Topiantti Äikäs

Mikkelin kaupungin maankäyttö- ja kaavoitus-
palveluiden maankäyttöjohtaja

topiantti.aikas@mikkeli.fi

+358 (0)401295152

Jenina Luotolampi

projektipäällikkö KIELO (Kiertotalousloikka ra-
kennusmateriaalien uudelleenkäytön paranta-
miseksi Mikkeliässä) -hanke

jenina.luotolampi@mikseimikkeli.fi

+358 (0)50 3459 403

2 RAPORTIN LAATIJA

Spolia Design Oy on purettujen rakennusosien
ja materiaalien uudelleenkäyttöön erikoistunut
yritys. Spolia[®] hallitsee ja tarjoaa kiertotalou-
den konkretian purkutyömaalta asennukseen.

Yhteyshenkilöt:

Petri Salmi

petri@spolia.fi

040 707 8191

Santeri Paronen

santeri@spolia.fi

050 4285 717

3 KOHDE

Kohteet ovat purkuun menevä Mikkelin Vesilai-
toksen vanhan jätevedenpuhdistamon raken-
nukset Mikkelin Kenkäverossa. Kohde sijaitsee
osoitteessa Pursialankatu 2, 50100, Mikkeli.
Kohteeseen kuuluu useita jätevedenpuhdistam-
on tuotantorakennuksia ja altaita. Jäteveden-
puhdistamo on otettu käyttöön 1960- luvulla ja
sitä on laajennettu 1970 ja 1980 luvuilla. Ra-
kennukset ovat pääosin tiilirakenteisia. Koh-
teen rakennuksien tiiliä on tarkoitus uudelleen-
käyttää joko alueen tulevassa rakentamisessa
ja/ tai muissa käyttökohteissa.

4 TEHTÄVÄ

Tehtävänä oli suorittaa rakennuksen tiiliraken-
teiden koeirrotus ja arvioida ehjänä irrotuksen
hankintaa ja toteutusta. Tehtävässä tarkastel-
tiin tiilien tiili- ja laastityypit, tiilien kiinnitykset,
liittyvät rakenteet ja testattiin tiilien perusomi-
naisuudet uudelleenkäyttöä varten.

Raportissa huomiottiin tilaajalta saatava lähtö-
tietoaineisto ja koeirrotuksen yhteydessä teh-
tävät havainnot.

Tehtävään sisältyi kohdekäynti ja koeirrotus
kahden päivän aikana. Koeirrotuksen aloitus ja
kohteet käytiin läpi Vesilaitoksen vastuuhengi-
lön ja MIKSEI Mikkelin kiertotalousasiantuntijan
kanssa läpi ennen työn suorittamista.



Kuva 1, Ilmakuva jätevedenpuhdistamon alueesta

Tarvittavina ennakkotesteinä seinän tiiliä testattiin neljästä rakennuksesta yhteensä kuu-desta kohtaa 6 x 3kpl = 18kpl ja 3 kpl mikrobi-näyte. Koeirrotuksen aikana varmistettiin kaik-kien purettavien tiiliikiinteistöjen julkisivutiilityy-pit ja arvioitiin laastin tyyppi.

Tuloksena tilaajalle luovutetaan:

- Tiilien uudelleenkäytön raportti, jossa esitetty tiilien ominaisuudet ja kustan-nusarvio uudelleenkäytöstä
- Tiilien ehjänä irrottamisen huomioimi-nen purku-urakan hankinta-asiakirjoissa
- Jatkotoimenpiteet tiilien ehjänä irrotta-misen mahdollistamiseksi

5 YHTEENVETO

Alueen rakennusten tiilien hyödyntämisessä on merkittävää potentiaalia. Kokonaisuudessaan kohteista löytyy arviolta yhteensä **68 000kpl** käyttökelpoisia tiiliä, viittä erilaista tyyppiä. Hyödyntämisprosentti 50-90% riippuen työme-netelmästä, raskaalla purulla pienempi, käsin purulla iso. Yksi uudelleenkäytetty tiili **vähentää hiilipäästöjä** 0,18kg CO₂e /kg (co2data.fi) eli **n.0,7kg/tiili**. Kokonaissäästö 68 000kpl erässä voi olla siis **47 000kg**.

6 LÄHTÖTIEDOT JA AINEISTOTUTKIMUS

Lähtötietoa kohteesta on hankittu tietoa pai-kan päällä suoritettujen inventaarioiden,

koeirrotusten sekä tilaajan toimittamien lähtö-tietojen avulla. Tilaajalta pyydetty ja heidän toi-mittamat lähtötiedot:

- AHA- raportit ja purkukartoitustiedot, Si-towise Oy, 7.8.2019 (**liite 1**)
- Suunnitelmapiiirustukset (kiinteistöjen käyttötarkoitukset), esitetty AHA- ja pur-kuraportissa

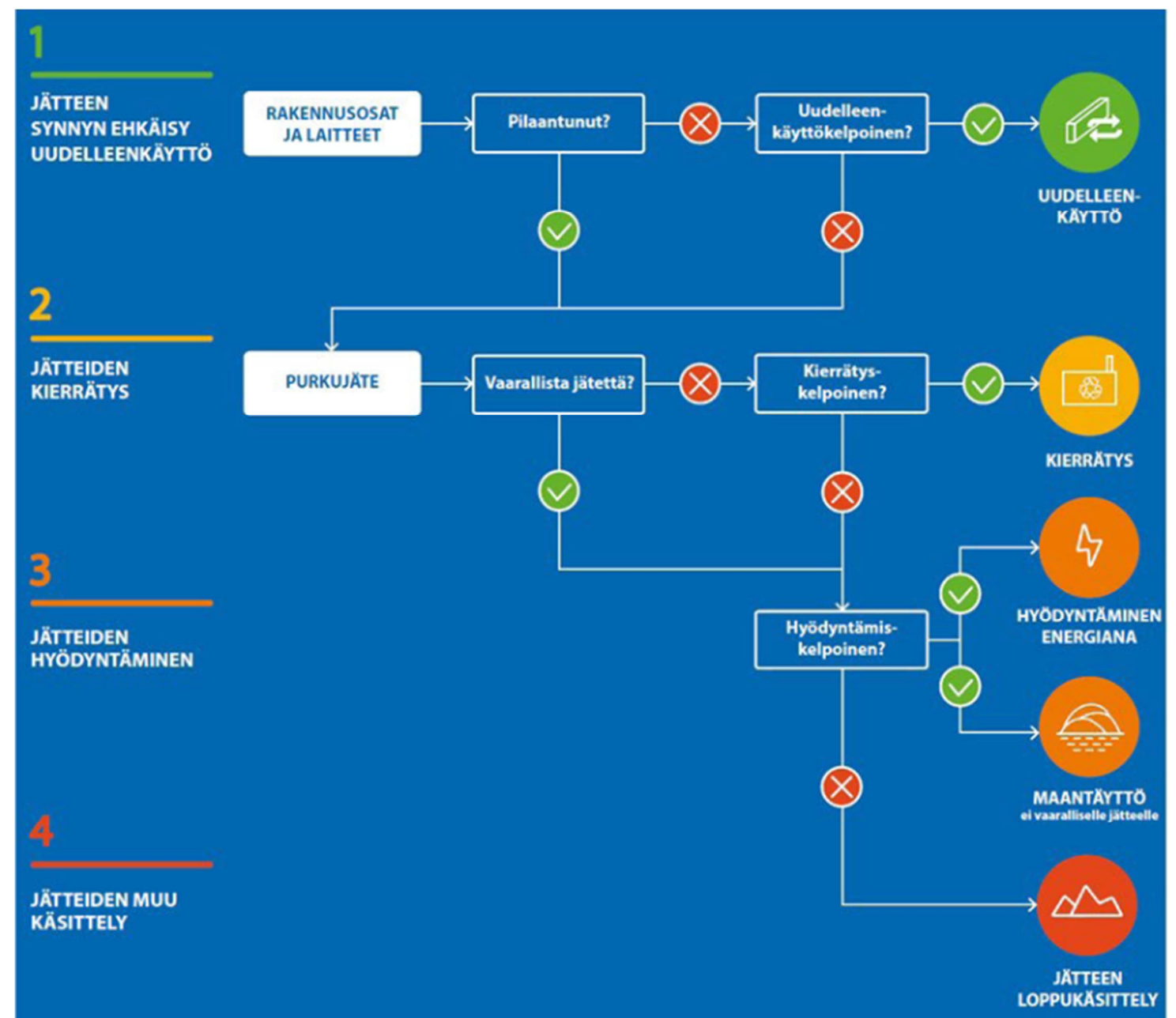
Lisäksi tilaaja on toimittanut:

- Purkutyöselostus, Sitowise Oy, 6.7.2023 (**liite 2**)
- Purkukartoitusraportti, Sitowise Oy, 28.1.2021 (**liite 3**)

7 UUELLEENKÄYTTÖ

Rakennusosien uudelleenkäyttö vähentää uu-sien tuotteiden valmistuksessa aiheutuvia päästöjä ja pienentää rakennusten investointi-vaiheen hiilidioksidipäästöjä ja säästää neit-seellisiä luonnonvaroja. Samalla uudelleenkäy-töllä edistetään luonnon monimuotoisuuden säilymistä. Näillä perusteilla uudelleenkäytön suunnittelu hyvissä ajoin on järkevää ja ehjänä purkamiseen on mahdollista tuottaa myös ta-loudellista hyötyä pelkkien purkukustannusten rinnalle.

Uudelleenkäytetyt tuotteet ovat rakennustuot-teita, joiden rakennustuotestatus ei missään vaiheessa lakkaa olemasta voimassa ja tuot-teista ei tule jätettä, jos ne ominaisuuksiltaan



Kuva 2, Jätehuollon etusijajärjestyksen huomioiminen rakennus- ja purkujätteen osalta (Lehtonen, 2019)

soveltuvat seuraavaan käyttöön ja niille on markkinaa ja seuraava käyttökohde on tiedossa tai käyttökohteet ovat yleisiä normaaleissa rakennusprojekteissa. Uudelleenkäyttö tulee pitää erillään jätelain hierarkiasta, jossa ensisijainen vaihtoehto on jätemäärän vähentäminen ja uudelleenkäytön valmistelu on selkeästi jo kertaalleen jätteeksi määritellyn tuotteen valmistelua takaisin tuotteeksi. Kiertotalouden etusijaisjärjestyksessä rakennusosien uudelleenkäyttö on heti korjausrakentamisen jälkeen seuraava vaihtoehto. Purkumateriaalin loppusijoitukseen toimittaminen on hierarkiassa arvottominta toimintaa, jota ei pidä käyttää kuin haitta-aineiden ja käytöstä poistettavien materiaalien osalta.

Ympäristöministeriö on myös todennut, että: *"jätelain 6 § 1 momentin 20 kohdassa tarkoitetun uudelleenkäytön kohteena oleva tuote tai sen osa ei missään vaiheessa ole jätettä", kun se käytetään uudelleen samaan tarkoitukseen kuin mihin se on alun perin suunniteltu.* (lähde: Lausunto kokonaisuena irrotettujen rakennusosien uudelleenkäytöstä ja jätteeksi luokittelemisesta, Ympäristöministeriö).

Nykyisin purkumateriaaleja pyritään palauttamaan kiertoon materiaalina ja mm. metallien osalta tämä on hyvin tehokkaasti järjestettyä toimintaa. Kiertotalouden vaikuttavuuden

kasvattaminen edellyttää kestävien ja kunnossa olevien rakennustuotteiden arvokkaampaa uudelleenkäyttöä. Rakennusosien uudelleenkäyttö on mahdollistettu Ympäristöministeriön ja EU:n komission toimesta ja tämä on kirjattu kesäkuussa 2022 julkaistuun Policy Breef:iin. Uudelleenkäytetyillä tuotteilla ei ole harmonisoituja tuotestandardia, joten tällä hetkellä uudelleenkäytettävät rakennusosat on varmennettava rakennuspaikkakohtaisesti rakennusvalvonnalle.

Tiilirakenteet

Poltetuista savitiilistä muuratut rakenteet ovat yksi potentiaalisimmista uudelleenkäytettävistä rakennusosista ja niillä on paljon käyttökohteita. Tiilirakenteita voidaan uudelleenkäyttää yksittäisinä tiilinä tai tiilikentiksi leikattuina elementteinä. Potentiaalisin hyödyntämistapa on yksittäisinä tiilinä.

Tiilien irrotuskokeiluja on tehty mm. Helsingin kiertotalousklusterin tiilien purkukokeilussa sekä poltettujen tiilien että KAHI-tiilien kanssa vuosien 2022-2023 aikana.

Koneellisesti on mahdollista irrottaa suuri määrä tiiltä tehokkaasti, mutta ehjänä pysymiseen vaikuttaa useat seikat purkutekniikasta muurauslaastin ja tiilen tyyppiin.



Kuva 3, Yksittäisiä uudelleenkäytettäviä tiiliä



Kuva 4, Uudelleenkäytettäviä tiilikenttiä

Poltettujen tiilien osalta kokeiluissa johtopäätöksinä selvisi, että puhdistamiseen menee yli puolet tuotteen kuluista.

Tiilien puhdistamiseen on kehitetty laitteita, joilla kustannuksia saadaan laskettua merkittävästi.

Mikkelin Kenkäveron alueen tiilirakennuksien julkisivuissa on käytetty tutkimuksen perusteella neljää erilaista tiilityyppiä ja pääasiassa yhtä laastityyppiä. Kaikki tiilet ovat punaisia reikätiiliä, mutta niissä on rakennuksittain vaihtelua koossa, polttoasteessa ja pintastruktuurissa. Käytetyt laastit ovat sementtilaasteja, joiden lujuus vaihtelee rakennuksittain, mutta ovat verrattain lujia.

Pääosin tiilet ovat lujempia kuin sauman laasti ja tiilien irrotus onnistuu helposti piikkauskooneella piikkaamalla. Isolla purkukouralla tiilien hyödyntämisaste jää selkeästi pienemmäksi kuin käsin irrottamalla.

Tiilien kelpoisuuden määrittäminen

Uudelleenkäytettävien rakennusosien kelpoisuuden arviointia ja osoittamista varten on laadittu työkalu, joka kokoaa rakennustuotteiden ominaisuuksien osoittamisen määrittelyjä rakennuspaikkakohtaista varmentamisen tueksi. Rakennuspaikkakohtaisen varmentamisen prosessi tulee käydä etukäteen läpi, paikallisen rakennusvalvontaviranomaisen kanssa.

Poltettu U-tiili muurattuna yleislaastilla, harmonisoitu tuotestandardi EN 771-1+A1:2015

Aiottu uusi käyttötarkoitus: ei kantava julkisivu, kaikki rakennustyytit

Olennaiset perusominaisuudet***)	Perusominaisuuden todentaminen		Perusominaisuuden vaatimustaso käyttökohteessa	Toimituseräkohtainen testausmäärä*) (samanlaiset tiilet samasta purkukohteesta samoista olosuhteista)	Akkreditoitu testauslaboratorio	Testauksen kestoaika**)
	Alkuperäisten tuotetietojen perusteella, jos saatavilla	Taulukkoarvolla, laskemalla tai testaamalla				
mitat ja mittapoikkeamat	kyllä	mittaus mittanauhalla	esitettävä näytteiden mitat (mm)	3 testinäytettä/10000 tiiltä kohti		1 vrk
kappaleen muoto	kyllä	kuvaus rei'ityksestä ja aukkoprosentti	esitettävä	3 testinäytettä/10000 tiiltä kohti		1 vrk
puhtaus	ei	silämääräinen tarkastus	esitettävä puhtausluokka	10 testinäytettä/5000 tiiltä kohti		
nurkat ehjiä	ei	silämääräinen tarkastus	esitettävä ehjyysluokka	10 testinäytettä/5000 tiiltä kohti		
puristuslujuus	kyllä	testaus EN 772-1	esitettävä puristuslujuuden keskiarvo f _{cm} , normalisoidun puristuslujuuden keskiarvo f _b (≥ 5 N/mm ²), kategorია ja kuormitussuunta	3 testinäytettä/5000 kategorია II tiiltä kohti 6 testinäytettä/5000 kategorია I tiiltä kohti		1 vrk
vedenimukyky	kyllä	testaus EN 772-21	esitettävä vedenimukyvyn keskiarvo	3 testinäytettä/10000 tiiltä kohti		1 vrk
vesihöyrynläpäisevyys	kyllä	taulukkoarvo EN 1745	esitettävä			
jäätymis-sulamiskestävyys	kyllä	testaus SFS 7001 liite 1, menetelmä 1	testi läpäisty	1 mittaus (5 tiiltä) /10000 tiiltä kohti		1 kk

Jäätymis-sulamiskestävyys testaus ei välttämättä tarpeen jos tiili purkukohteessa on ollut säälle alttiina

*) Testinäytemäärät suuntaa-antavia, joten käytettävä tapauskohtaista harkintaa. Testausmäärän on oltava vähintään esitetyn mukainen, vaikka toimituserä olisi pienempi.

**) Testitulosten saamista arvioitaessa on testauksen kestoajan lisäksi tiedettävä, koska testauslaboratorio kykenee aloittamaan testauksen ja raportin laadinta-aika.

***) Lisäksi esitettävä tieto purkukohteesta, sen rakentamisajankohdasta ja olosuhteista, joissa rakenustuote on ollut.

Taulukko 1. Esimerkki kelpoisuuden osoittamisen työkalusta. Työkalua on valmisteltu Helsingin kiertotalouden klusteriohjelman toimeksiannosta Antti Koposen toimesta ja sitä on käsitelty rakennusvalvonnan yhteisten käytäntöjen Toptenin Hiilijalanjälki ja kiertotalous - ryhmässä. Työkalun päivittämistä varten on koottu laaja-alainen ohjausryhmä.

8 KOHTEEN TIILET

Kohdealueen rakennusten tiilirakenteista otettiin näytteet viereisen kuvan vihreällä merkautuista pisteistä. Näyteotoksia otettiin rakennusten **2, 12, 14, 18** ja **21** julkisivuista.

Rakennusten rakenteet ja tiilet:

Kaikissa kohderakennuksissa uudelleenkäytettävät tiilet ovat ei kantavana julkisivurakenteena. Visuaalisen tarkastelun perusteella julkisivutiilet olivat hyvässä kunnossa. Rakennusten kantava rakenne vaihtelee rakennuksittain.

Rakennus 2 on todennäköisesti otettu käyttöön 1960, mutta rakennusta on myöhemmin laajennettu (liite 1). Rakennuksen ei kantava julkisivu on puhtaaksi muurattu punaisella 280x85x85mm (MRT85, menekki 34kpl/m²) reikätiilellä. Tiilijulkisivun arvioitu laajuus on n.180 m². Yhteensä tiiliä on arviolta 6100 kpl. Tiilet on muurattu sementtilaastilla.

Rakennus 12 on todennäköisesti otettu käyttöön 1960, mutta rakennusta on myöhemmin laajennettu. Alkuperäisen osan sisäkuori on betonirakenteinen ja laajennuksen sisäkuori on tiilirakenteinen (liite 1). Rakennuksen ei kantava julkisivu on puhtaaksi muurattu punaisella 270x130x75mm (NRT75?, menekki 40kpl/m²) reikätiilellä. Laajennusosan tiilijulkisivun arvioitu laajuus on n.140 m². Tiiliä on arviolta 5600 kpl. Alkuperäisen osan tiilijulkisivun laajuus on

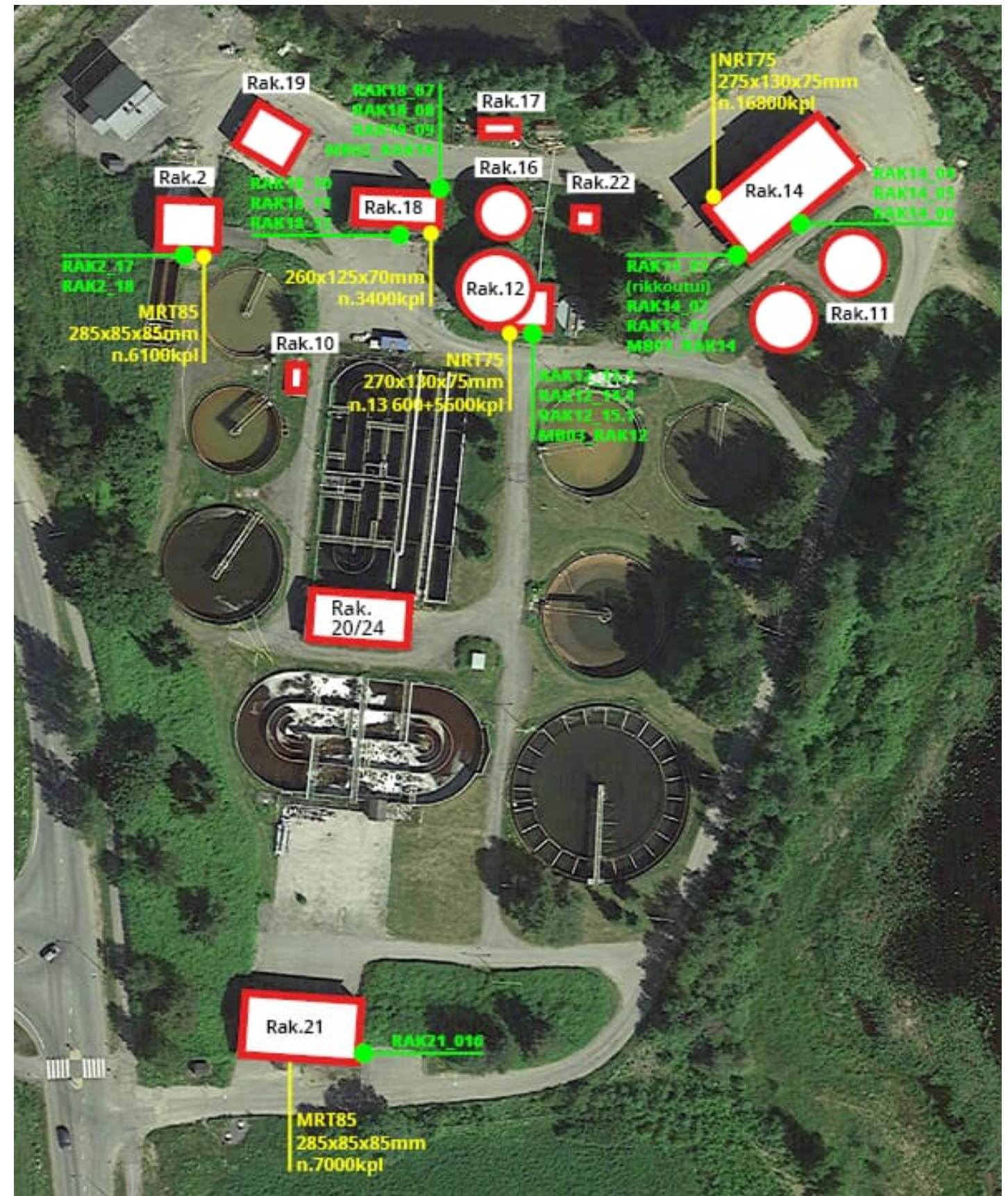
n. 340m² ja tiilien määrä n. 13 600 kpl. Tiilet on muurattu sementtilaastilla.

Rakennus 14 on todennäköisesti otettu käyttöön 1960, mutta rakennusta on myöhemmin laajennettu 1980- ja 1990 luvuilla (liite 1). Rakennuksen ei kantava julkisivu on puhtaaksi muurattu punaisella 275x130x75 mm (NRT75, menekki n. 40kpl/m²) reikätiilellä. Tiilijulkisivun arvioitu laajuus on n.420 m², josta hyödyntämiskelvotonta ferrosulfaattivaurioiden takia on n.70m². Yhteensä hyödyntämiskelpoisia tiiliä on arviolta 14 000 kpl. Tiilet on muurattu kovalla sementtilaastilla.

Rakennus 18 on otettu käyttöön 1960 (liite 1). Rakennuksen ei kantava julkisivu on puhtaaksi muurattu punaisella 260x125x70mm reikätiilellä (menekki n. 45kpl/m²). Tiilijulkisivujen arvioitu laajuus on n.220 m² ja tiiliä on arviolta 9000 kpl.

Rakennus 21 on otettu käyttöön 1980-luvulla, (liite 1). Rakennuksen ei kantava julkisivu on puhtaaksi muurattu punaisella 285x85x85 mm (MRT85, menekki 34kpl/m²) reikätiilellä. Tiilijulkisivun arvioitu laajuus on n. 210 m². Yhteensä tiiliä on arviolta 7000 kpl. Tiilet on muurattu sementtilaastilla.

Rakennus 19 samat tiilitiedot kuin rakennus 14, määrä 100m² n. 4000kpl.



Kuva 4, Mikkelin jätevedenpuhdistamoalueen rakennukset

Rakennus 20/24 pohjoisreuna sama tiili kuin rakennus 18, määrä 20m2, n.800kpl. Laajenusosa, sama tiili kuin rakennus 12 laajennus, määrä 130m2 n.5200kpl.

Tiilille tehdyt testit

Kohteesta on otettu viidestä kohtaa tiilinäytteet, jotka on testattu Sweco Finland Oy:n toimesta. Testaukseen toimituista käytetyistä tiilistä testattiin puristuslujuutta 23.9. sekä vedestimukykyä 12.-19.9. standardin SFS 7001 (9.12.2013) mukaisesti ja tulokset ovat liitteessä 4.

Testitulosten tunnuksen numerointi RAK XX viittaa rakennuksen numeroon. Rakennuksesta 2, 12 ja 21 testeihin toimitettiin 1 tiili rakennusta kohden. Rakennuksista 14 sekä 18 testeihin toimitettiin 3 tiiltä rakennusta kohden.

Lisäksi otettiin kolmesta rakennuksesta mikrobinäytteet, jotka testattiin Labroc Oy:n toimesta. Näytteet toimitettiin rakennuksista 12, 14 ja 18.

Mikkelin Kenkäveron tiiliä on tarkoitus hyödyntää uudisrakennuksessa julkisivussa, jossa käyttötarkoituksessa tiilet ovat toimineet myös tähän asti. Julkisivun tiilet soveltuvat ensisijaisesti ulkokäyttöön. Uudelleenkäytettävien tiilien hyödyntämiskohteen suunnittelussa ja

toteutuksessa lähdetään nykyisistä vaatimuksista.

Vaatimukset: *Lujuus ja vakaus, Paloturvallisuus, Terveellisyys*

Mikkelin Kenkäveron jätevedenpuhdistamon purkukohteen uudelleenkäytettävät tiilet vastaavat tiheyksiltään ja puristuslujuuksiltaan ei kantavan julkisivumateriaalin vaatimuksiin. Kuitenkin muurattu rakenne on kokonaisuus ja valittu laasti ja toteutus vaikuttavat rakenteiden lopulliseen toimintaan ja vaatimuksien mukaisuuteen. Julkisivurakenteiden tiiliä voidaan ensisijaisesti uudelleenkäyttää julkisivurakenteissa. Uudelleenkäytettävän tiilen on vastattava rakennuskohteen ja käyttötarkoituksen vaatimuksiin kuten uudenkin rakennusosan.

Tunnus	Koekappaleen mitat (mm)			Tiheys kg/m³	Murtovoima kN	Puristuslujuus MN/m²	Normalisoitu puristuslujuus MN/m²
	a	b	h				
RAK14-02	272	130	74	1548	1933	54,7	45,4
RAK14-05	266	128	71	1635	1519	44,6	37,0
RAK14-06	270	129	75	1479	1532	44,0	36,5
Keskiarvo				1554	1662	47,8	39,6
Keskihajonta				78,0	235,2	5,99	4,97

Taulukko 2, Rakennuksen 14 tiilille tehtyjen puristuslujuustestien tulokset

Tunnus	Koekappaleen mitat (mm)			Tiheys kg/m³	Murtovoima kN	Puristuslujuus MN/m²	Normalisoitu puristuslujuus MN/m²
	a	b	h				
RAK18-07	260	119	73	1568	1496	48,4	40,1
RAK18-11	255	118	72	1649	1392	46,3	38,4
RAK18-12	278	132	72	1475	951	25,9	21,5
Keskiarvo				1564	1280	40,2	33,4
Keskihajonta				87,4	289,3	12,39	10,29

Taulukko 3, Rakennuksen 18 tiilille tehtyjen puristuslujuustestien tulokset

Tunnus	Koekappaleen mitat (mm)			Tiheys kg/m³	Murtovoima kN	Puristuslujuus MN/m²	Normalisoitu puristuslujuus MN/m²
	a	b	h				
RAK12-13.1	271	130	75	1319	789	22,4	18,6
RAK21-16	284	84	85	1513	813	34,1	32,0
RAK2-18	280	83	83	1438	883	38,0	35,7
Keskiarvo				1423	829	31,5	28,8
Keskihajonta				98,1	48,7	8,11	9,01

Taulukko 4, Rakennuksen 12, 21 ja 2 tiilille tehtyjen puristuslujuustestien tulokset

Julkisivussa olevien tiilien voidaan aikaisemman käyttötarkoituksen perusteella olettaa soveltuvan edelleen julkisivukäyttöön ei kantavana- rakenteena. Sisäkäytöstä ulkotilaan vietäessä tiilien pakkasenkesto-ominaisuudet tulisi varmentaa.

Vastaava rakennesuunnittelija tekee lopullisen tarkastelun tiilien soveltuvuudesta uudiskohteen käyttötarkoituksiin.

Mikrobit:

Kohteesta otettiin kolme mikrobinäytettä julkisivuista. Näytteet otettiin rakennuksien 14, 18 ja 12 julkisivutiilistä. Rakennuksien 14 ja 18 näytteissä havaittiin homeita, jonka perusteella tiilissä on mikrobikasvua. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, etteikö tiilet olisi hyödynnettävissä ulkotilassa julkisivutiilinä. Mikrobitestin tulokset liitteessä 5.

AHA- ja Asbesti:

Kohteesta on tehty erillinen haitta-aine ja asbestikartoitus. Asbestinäytteitä on otettu kaikista tiilien uudelleenkäyttöselvityksen kohde- rakennuksista. Raportin mukaan rakennuksissa 2, 11, 12, 14, 17 ja 20/24 asbesti- tai PAH-yhdistepitoisia materiaaleja ei havaittu. Rakennuksessa 18 havaittiin asbestipitoinen putkieriste, sisätilojen rakennuslevyjä sekä laatoitus- ten kiinnityksiä, mutta nämä kaikki rajoittuvat

julkisivusta erillisinä rakenteina. Rakennuksessa 21 havaittiin asbestipitoisia vinyylilaat- toja, jotka myös rajoittuvat julkisivusta erilli- senä rakenteena. Rakennuksessa 19 on sisä- pinnoissa asbestipitoista levyä.

Laastityyppi:

Kaikkien tutkittujen rakennusten muuraus- laasti todettiin paikan päällä olevan sementti- laastia. Laastityyppiä arvioitiin visuaalisin ha- vainnoin sekä koeirrotusten yhteydessä. Laas- tin lujuutta arvioitiin myös koeirrotukseen ku- luneen ajan perusteella. Rakennusten 14 ja 18 laasti todettiin olevan muita kovempi.

Näytteen tunnus	Kuivapaino g	Märkäpaino 48h g	Vesimäärä (g)	Vedenimu %
RAK18-07	3545	3876	333	9,4
RAK18-11	3578	3677	101	2,8
RAK18-12	3901	4414	516	13,2
Keskiarvo			317	8,5
Keskihajonta			208,0	5,27

Taulukko 6, Rakennuksen 18 tiilille tehdyt vedenimukykytestien tulokset

Näytteen tunnus	Kuivapaino g	Märkäpaino 48h g	Vesimäärä (g)	Vedenimu %
RAK12-13.1	3485	4004	519	14,9
RAK21-16	3068	3307	239	7,8
RAK2-18	2778	3071	296	10,7
Keskiarvo			351	11,1
Keskihajonta			148,0	3,57

Taulukko 7, Rakennusten 12, 21 ja 3 tiilille tehtyjen vedenimukykytestien tulokset

YHTEENVETO TULOKSISTA

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei mikrobikasvua materiaalissa
epäily mikrobikasvusta materiaalissa
selvä mikrobikasvu materiaalissa

	Näyte'	Tulosyhteenveto	Johtopäätös
	MB-01_RAK14, Tiili, Mikkeli Kenkävero puhdistamo, rakennus 14, julkisivu	paljon homeita, indikaattorimikrobeita, vähän bakteereita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	MB-02_RAK18, Tiili, Mikkeli Kenkävero puhdistamo, Rakennus 18 julkisivu	paljon homeita, indikaattorimikrobeita, vähän bakteereita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	MB-03_RAK12, Tiili, Mikkeli Kenkävero puhdistamo, Rakennus 12 julkisivu	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa

LISÄTIEDOT

Ulkoilman tai maaperän kanssa kosketuksissa olevissa materiaaleissa voi esiintyä huomattavia määriä mikrobeja, mikä ei aina ole seurausta materiaalien kastumisesta ja sitä seuranneesta mikrobikasvusta, vaan esimerkiksi ilmavirtojen mukana kertyneistä ulkoilman mikrobeista tai materiaalin maaperäkontaktista aiheutuneesta kontaminaatiosta. Vaurio- ja korjausjohtopäätösten tekemiseen tarvitaan tiedot myös teknisistä havainnoista.

Taulukko 8, Rakennusten 14, 18 ja 12 julkisivutiilien mikrobitestien tulokset

Tiilierä	Rakennus	Sijainti rakennuksessa	Tiilityyppi	Laajuus m2 Laajuus kpl	Tiilen pinta	Laastityyppi	Tiilen mitat mm	Tiili valm. vuosi	Näytteet	Uud.käytettävyys	Seinärakenne UP-SP
1	2	koko rakennus	MRT85	180 6100	sileä	sementti	285x85x85	arvio 1985	RAK2_17 RAK2_18	käytettävissä	tiili-lasivilla-kahi
2	12	alk.per.pyöreä rakennus	NRT75	340 13600	sileä	sementti	255-265x120-130x70-75	arvio 1960		ei testattu todennäköisesti käytettävissä	tiili-?
3	12	laajennusosa	NRT75	140 5600	sileä	sementti	275x130x75	arvio 1985	RAK12_13.1 RAK12_14.1 RAK12_15.1	käytettävissä	tiili-villa-?
4	14	koko rakennus poislukien tiilierä 5	NRT75	350 14000	harjattu	sementti kova	275x130x75	arvio 1960	Etelä js: RAK14_04 RAK14_05 RAK14_06 Itä js: RAK 14_01 meni rikki RAK14_02 RAK14_03 MB01_RAK14	käytettävissä	tiili-?
5	14	pohjoisjulkisivun länsipuolisko	NRT75	70 2800	harjattu	sementti kova	275x130x75	arvio 1960		arvio: liian suuret ferrosulfaatti jäämät	tiili-?
6	18	koko rakennus	reikätiili	220 9000	sileä	sementti	260x125x70	arvio 1960	Pohjois js: RAK 18_07 RAK18_08 RAK18_09 MB02_RAK18 Etelä js: RAK18_10 RAK18_11 RAK18_12	käytettävissä	tiili-villa-kahi
7	19	koko rakennus	NRT75	100m2 n. 4000kpl.	harjattu	sementti kova	275x130x75	arvio 1960-70		ei testattu	tiili-?
8	20	rakennuksen 20/24 alk.per. osa	NRT75	20m2, n.800kpl.	sileä	sementti	255-265x120-130x70-75	arvio 1960		ei testattu	
9	24	rakennuksen 20/24 laajennus	NRT75	130m2 n.5200kpl.	sileä	sementti	270x130x75	arvio 1985		ei testattu	tiili-villa-
10	21	koko rakennus	MRT85	210 7000	sileä	sementti	285x85x85	arvio 1985	RAK21_016	käytettävissä	tiili-villa-kahi

Taulukko 9, Tiilierät



Kuva 5, Rakennuksen 2 näytteenottopaikka



Kuva 8, Rakennuksen 18 pohjoisjulkisivun näytteenottopaikka



Kuva 6, Rakennuksen 12 näytteenottopaikka



Kuva 7, Rakennuksen 14 näytteenottopaikka



Kuva 8, Rakennuksen 18 eteläjulkisivun näytteenottopaikka



Kuva 8, Rakennuksen 21 näytteenottopaikka

9 TIILIEN EIJÄNÄ IRROTTAMINEN

Tiilen ehjänä irrottamisen on mahdollista toteuttaa erillisenä urakkana tai osana varsinaista purku-urakkaa. Mikäli ehjänä purku tehdään erillisenä urakkana, on huomioitava kuitenkin työn turvallisesta suorittamisesta ja kohteen rajaamisesta kuten varsinaisessa purkuurakassakin.

Haitta-ainepurkua vaativat pinnat, tilat ja materiaalit tulee merkata selkeästi ja jättää haitta-ainepurkua tekevällä yritykselle ja tämä työ olisi syytä tehdä etukäteen. Ehjänä irrotettava tiilirakenteet merkitään niin ikään selkeästi pohjakuviin ja tiilet pidetään alueittain ja tiilityypeittäin erillään toisistaan, jotta tuotteiden jäljitettävyys pystytään varmentamaan.

Rakennesuunnittelijalta tulee varmentaa tiiliseinän mahdollinen purkujärjestys, koska oletettavasti osassa seinistä ulko- ja sisäkuori tukeutuvat toisiinsa ja purkua pitää tehdä yhtä aikaa sekä sisä- että ulkopuolelta.

Isoa koneellista purkua tulee välttää, mutta koneapua kannattaa hyödyntää seinien yläreunojen avaamisessa, jonka jälkeen tiiliseinän purku nopeutuu merkittävästi. Tiilien ja laastin siirtäminen on merkittävä työvaihe, jossa tarvitaan konetyötä. Olisikin tehokkainta hyödyntää kevyttä purkukalustoa sekä tiilien irrotukseen että kuljettamiseen puhdistuskohteelle ja

toisaalta kierrätykseen menevien materiaalien osalta erillisille lavoille.

Tiilien puhdistaminen kannattaa tehdä pihalla erillisellä puhdistusalueella, jonne tiilet tuodaan ja lajitellaan tyypeittäin. Tiilien ehjänä purusta ja puhdistuksesta sekä tähän työvaiheeseen liittyvästä dokumentaatiosta tulee laatia urakoitsijan toimesta erillinen työvaihekohtainen työ- ja laatusuunnitelma, joka hyväksytään tilaajalla.

Tiilien purusta ja puhdistuksesta syntyy sivuvirtana tiilimurskaa sekä sauma- ja rappauslaastia.

Purku-urakan hankinta-asiakirjoissa tulee kuvata purkuvaiheen tavoite, laajuus, tiilien laatu-määrittely sekä ohjeelliset purkutavat. Hankinnassa voidaan antaa urakoitsijoille vapauksia ehdottaa irrotustyöhön erilaisia ratkaisuvaihtoehtoja. Tiilille Julkisivutiileille tiedetään olevan kysyntää useissa kiertotaloushankkeissa esim. pääkaupunkiseudulla ja Tampereen alueella, mutta kannattavinta on hyödyntää tiiliä paikallisesti Mikkelin alueella ja mahdollisesti Kenkäveron tulevissa hankkeissa.



Kuva 9, Tiilet tulee lajitella rakennuksen julkisivun sekä tiilityypin mukaan jäljitettävyyden takaamiseksi.

Ehjänä irrotuksessa pyritään irrottamaan tiilet mahdollisimman tehokkaasti, kuitenkin niin, että mahdollisimman suuri osa tiilistä jää ehjäksi. Tiilien pudottelua korkealta tulee välttää ja irrotuskohteessa voidaan käyttää hihnoja, rännejä tai erillisiä keräilyastioita. Irrotustyössä suositellaan käytettäväksi liikuteltavia henkilönostimia, saksilavaa ja ulkotiloissa ns.kuukulkijaa.

Irrotusvälineistönä on kevyet tai keskiraskaat piikkauskoneet ja erilaiset taltat. Laastien keräämisessä ja materiaalien siirroissa on suositeltavaa hyödyntää pieniä kauhalla ja trukkipiikeillä varustettuja pyöräkuormaajia.

Sisätiloissa ja ulkona tulee huomiota kiinnittää pölynhallintaan ja käyttää tarvittaessa henkilökohteisia suojaimia ja raitisilmapuhaltimia.

Käsin irrottamalla voidaan päästä jopa yli 90% hyödyntämistehokkuuteen eli **>60 000kpl**, kun raskaalla konepurulla hyödynnettävien tiilien määrä voi olla alle puolet potentiaalista eli **<35 000kpl**. Työmenetelmän vaikutusta kannattaa testata työn edetessä, myös raskasta konepurkua on mahdollista kehittää paremman lopputuloksen saamiseksi. Koneellisessa purussa on huomioitava, että tiilet pitää edelleen purkaa yksittäisiksi tiiliksi puhdistusta ja pakkausta varten.

Kustannusarvio:

Tiilien ehjänä irrottamisen kustannuksiin vaikuttaa merkittävästi toteutettavan ehjän irrotuksen laajuus ja työtapa. Työtä valmistelevat vaiheet muodostavat merkittävän kiinteän kustannuksen riippumatta siitä, kuinka paljon ehjänä irrotusta toteutetaan. Tällaisia työvaiheita ovat alueiden rajaukset, työnaikainen sähköisyty, esipurut, työsuunnittelut, puhdistamisen ja jätteidenkäsittelyn järjestelyt. Toisaalta nämä valmistelevat työt palvelevat myös varsinaista purku-urakkaa, joten niitä ei huomioida täydessä laajuudessa tiilien puhdistuksen kuluissa.

Varsinaisen tiilien ehjänä irrotuksen kustannuksia ovat nostimet, kuljetuskalusto, irrotustyö, puhdistustyö, pakkaus. Kustannuksia on arvioitu kahdella purkuryhmällä ja yhdellä puhdistuskalustolla sekä verrattu käsin puhdistamista koneelliseen puhdistamiseen.

Tiilien ehjänä irrotus tapahtuu tässä esimerkiksi sähköisillä käsityökaluilla.

Kustannusarvio on taulukossa 8 tehty 30 000kpl määrälle, yksikköhinta 1,95-2,52€/kpl. Oletuksena on, että määrän vähenytessä, yksikkökustannus kasvaa. Kustannusarvio on suuntaa antava. Irrotuskustannuksia voidaan pienentää käyttämällä raskaampaa purkukalustoa. Tällöin on todennäköistä, että hyödynnettävä määrä jää merkittävästi pienemmäksi, kuin käsin purkamisessa.

TEHTÄVÄ, Sisäseinätiilien Irrotuksen kustannukset	TYÖMÄÄRÄ [yks]	KUSTANNUS [€/yks]	YHT. [€]	Yksikkö €/kpl
Henkilönostimet, saksilavax2 ja kuulkijaja, 1kk	1	6000	6 000	
Kuljetuskalusto, sis.kuljettaja, 1kk	1	8000	8 000	
jätelavat, 2kpl 1kk	2	1000	2 000	
valmistelevat työt, 3hlö 1vk	120	40	4 800	
materiaalit, tiililavat yms.	1	2000	2 000	
Irrotustyö kaksi työryhmää, yht.4hlö	375	40	15 000	
Tiilien puhdistaminen koneellisesti, 250kpl/h, 1500kpl/pv	120	140	16 800	
Tiilien puhdistaminen käsin, 60kpl /h	750	45	33 750	
Tiilien pakkaus, 300kpl/h	100	40	4 000	
YHTEENSÄ				
Käsin puhdistaminen			75 550	2,52
Koneellinen puhdistaminen		-	58 600	1,95
	kokonaismäärä	kesto tp	määrä/pv	resurssi [6h/hlö]
ehjänä irrottamisen kokonaistavoite	30000	20	1500	
	määrä/h	h/pv		
irrotustyö	80	18,75	1500	3
tiilien puhdistaminen koneellisesti	250	6	1500	1
tiilien puhdistaminen käsin	40	37,5	1500	6
tiilien pakkaaminen	300	5	1500	1

Taulukko 8, Kustannusarvio 30 000 tiilen ehjänä irrotukselle sekä puhdistukselle

Jatkotoimenpiteet: Tiilien ehjänä irrottamisen mahdollistamiseksi kohteessa järjestään erillinen markkinavuoropuhelu /katselmus potentiaalisten purku- ja uudelleenkäyttötoimijoiden kanssa, jossa kentältä voi saada tietoa mahdollisista toteutustavoista. Aikataulullisesti erillinen ehjänä irrotus- hankinta tulisi kyseeseen kevään 2025 aikana. Ehjänä irrotuksen laatuun, laajuuteen ja työn suorittamisen vaativuuteen liittyvät seikat edellyttävät ehjänä irrotus- hankinnan suorittamista pitkälti samoilla periaatteilla, kuin varsinainen purku-urakka vastuineen ja velvollisuuksineen. Asbesti- ja haitta-ainepurku olisi syytä toteuttaa ennen tiilien ehjänä purkamista. Tilaajan on hankkeessa mahdollista kehittää ja ottaa käyttöön työmenetelmiä, joita ei ole Suomessa vielä lainkaan ja/tai laajamittaisesti hyödynnetty. Uudelleenkäytön osalta tiilistä tulee teettää lisätestejä purkujen ja puhdistuksen edetessä ja tämä laajuus tulee suunnitella tarkemmin tulevien käyttökohteiden vaatimusten perusteella. Työjärjestykset tulee yhteensovittaa haitta-ainepurkujen ja varsinaisen purku-urakan töiden kanssa. Hankinnassa tulee panostaa tiilien laatukriteereihin, joita voivat olla puhtaus, ehjyys, dokumentointi, uudet menetelmät. Huomioitavaa kuitenkin on, että puretut tiilet ovat käytettyjä ja niissä näkyvät pienet jäljet puruista ja

puhdistuksista, ovat osa niiden historiaa ja kuuluvat osaksi niiden tarinaa.

LIITTEET:

Liite 1 AHA- raportit ja purkukartoitustiedot, Sitowise Oy, 7.8.2019, **ei liitetä, tilaajan toimitama**

Liite 2 Sarja 3, Kenkävero, tekniset asiakirjat, 6.7.2023, **ei liitetä, tilaajan toimittama**

Liite 3 Purkukartoitusraportti_Mikkelin jätevedenpuhdistamo_2021 Sitowise, 28.1.2021, **ei liitetä, tilaajan toimittama**

Liite 4 Raportti_25013517-004 Kenkävero Tiilien testauksia

Liite 5 219751 Mikkeli Kenkävero, Puhdistamo RMS



Raportti 25013815-004

Tilaaaja:
Spolia Design Oy
Petri Salmi
040 707 8191
petri@spolia.fi

Jakelu:
Sweco Finland Oy
petri@spolia.fi

Tilaus:
10.9.2024 / Petri Salmi, Spolia Design Oy

1 Yleistiedot

Tilaaajan toimittamista käytetyistä tiilistä testattiin puristuslujuutta ja vedenimukykyä standardin SFS 7001 (9.12.2013) mukaisesti.

1.1 Kohde

Kenkävero puhdistamo, Mikkeli.

1.2 Näytteet

Tilaaajan toimittamat tiilinäytteet, yhteensä 9 kappaletta. Näytteet on merkattu tilaaajan toimesta numeroiduilla tunnuksilla.

- RAK14-02, RAK14-05 ja RAK14-06
- RAK18-07, RAK18-11 ja RAK18-12
- RAK12-13.1, RAK21-16 ja RAK2-18

Näytteet on toimitettu Vantaan laboratorioon 3.9.2024.



Kuva 1. Kuva laboratorioon toimitetuista koekappaleista (näyte RAK14-05).



Kuva 2. Kuva laboratorioon toimitetuista koekappaleista (näyte RAK18-11).

1.3 Käytetyt testausmenetelmät ja testauspäivämäärät

Testaukset on suoritettu näytteille noudattaen taulukossa 1 lueteltuja testausmenetelmiä. Taulukossa 1 on esitetty myös testausaikataulu sekä testien suorittajat.

Taulukko 1. Suoritetut testaukset ja niiden päivämäärät.

Testi:	Standardi	Kappaleet:	Testauspäivä-määrä:	Testaaja:
Puristuslujuus	EN 722-1+A1-2015	RAK14-02, RAK14-05 ja RAK14-06 RAK18-07, RAK18-11 ja RAK18-12 RAK12-13.1, RAK21-16 ja RAK2-18	23.9.2024	Taisto Huovinen
Vedenumukyky	EN 772-21 (23.1.2011)	RAK14-02, RAK14-05 ja RAK14-06 RAK18-07, RAK18-11 ja RAK18-12 RAK12-13.1, RAK21-16 ja RAK2-18	12-19.9.2024	Jaakko Roinisto

Kappaleiden mitat on tarkastettu rullamitalla.

Normalisoitu puristuslujuus on laskettu kertomalla testauksessa saatu puristuslujuus kertoimella 0,83. Kerroin on saatu interpoloimalla SFS-EN 772-1, liite 1, taulukko A.1 arvoista kerroin mitoille (270x130x73) mm.

Koekappaleiden RAK21_16 ja RAK2_18 normalisoitu puristuslujuus on laskettu kertomalla testauksessa saatu puristuslujuus kertoimella 0,94. Kerroin on saatu interpoloimalla SFS-EN 772-01, liite 1, taulukko A.1 arvoista kerroin mitoille (280x84x84) mm.

1.4 Tutkimuksen luotettavuus

Sweco Finland Oy Tutkimukset ja laadunvarmistus toimii FINAS akkreditointipalveluiden akkreditoimana testauslaboratoriona T195. Toiminta täyttää standardin SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 vaatimukset. Pätevyysalue: www.finas.fi. Akkreditoinnin piiriin kuuluvat testaukset on ilmoitettu menetelmäkohtaisesti. Laboratorioanalyysit on suoritettu Vantaan toimipisteessä erikseen mainittuja poikkeuksia lukuun ottamatta. Tämän asiakirjan osittainen julkaiseminen on sallittu vain Sweco Finland Oy Tutkimukset ja laadunvarmistus antaman kirjallisen luvan perusteella. Tutkimustulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Mahdolliset mittausepävarmuudet saa laboratoriolta pyydettäessä.

2 Tutkimustulokset

2.1 Puristuslujuuden määrittäminen

Koekappaleiden puristuslujuus on määritetty standardin SFS-EN 772-1 mukaisesti. Koekappaleet on puristettu korkeutta vasten. Koekappaleet kuivattiin 105 °C ± 5 °C 24 h, jonka jälkeen lämpötilan annettiin tasaantua huoneen lämmössä 4 h.

Alla olevissa taulukoissa 2, 3 ja 4 on esitetty testaustulokset.

Taulukko 2. Koekappaleiden RAK14-02, RAK14-05 ja RAK14-06 puristuslujuudet ja mitat.

Tunnus	Koekappaleen mitat (mm)			Tiheys kg/m ³	Murtovoima kN	Puristuslujuus MN/m ²	Normalisoitu puristuslujuus MN/m ²
	a	b	h				
RAK14-02	272	130	74	1548	1933	54,7	45,4
RAK14-05	266	128	71	1635	1519	44,6	37,0
RAK14-06	270	129	75	1479	1532	44,0	36,5
Keskiarvo				1554	1662	47,8	39,6
Keskihajonta				78,0	235,2	5,99	4,97

Taulukko 3. Koekappaleiden RAK18-07, RAK18-11 ja RAK18-12 puristuslujuudet ja mitat.

Tunnus	Koekappaleen mitat (mm)			Tiheys kg/m ³	Murtovoima kN	Puristuslujuus MN/m ²	Normalisoitu puristuslujuus MN/m ²
	a	b	h				
RAK18-07	260	119	73	1568	1496	48,4	40,1
RAK18-11	255	118	72	1649	1392	46,3	38,4
RAK18-12	278	132	72	1475	951	25,9	21,5
Keskiarvo				1564	1280	40,2	33,4
Keskihajonta				87,4	289,3	12,39	10,29

Taulukko 4. Koekappaleiden RAK12-13.1, RAK21-16 ja RAK2-18 puristuslujuudet ja mitat.

Tunnus	Koekappaleen mitat (mm)			Tiheys kg/m ³	Murtovoima kN	Puristuslujuus MN/m ²	Normalisoitu puristuslujuus MN/m ²
	a	b	h				
RAK12-13.1	271	130	75	1319	789	22,4	18,6
RAK21-16	284	84	85	1513	813	34,1	32,0
RAK2-18	280	83	83	1438	883	38,0	35,7
Keskiarvo				1423	829	31,5	28,8
Keskihajonta				98,1	48,7	8,11	9,01

2.2 Vedenimukyvyn määrittäminen

Koekappaleiden vedenimukyky on määritetty standardin SFS-EN 772-21 mukaisesti. Koekappaleet kuivattiin 105 °C ± 5°C lämpötilassa. Vakiopaino saavutettiin, kun kahden peräkkäisen 24 h välisen jakson kappaleen kokonaismassan ero ei ylittänyt 0,2 %. Kuivapaino saavutettiin 4d kuivatuksen jälkeen 16.9.2024

Tämän jälkeen kappaleiden annettiin tasaantua huoneen lämpöön, jonka jälkeen kappaleista mitattiin kuivapaino 17.9.2024. Seuraavaksi kappaleet upotettiin vesiastiaan, jossa niiden annettiin olla upotuksissa 48 h, jonka jälkeen kappaleet punnittiin märkäpainon mittaamiseksi. Märkäpaino punnittiin 19.9.2024.

Taulukko 5. Koekappaleiden RAK14-02, RAK14-05 ja RAK14-06 vedenimukyky.

Näytteen tunnus	Kuivapaino g	Märkäpaino 48h g	Vesimäärä (g)	Vedenimu %
RAK14-02	4052	4377	327	8,1
RAK14-05	3953	4125	173	4,4
RAK14-06	3865	4178	313	8,1
Keskiarvo			271	6,8
Keskihajonta			85,2	2,14

Taulukko 6. Koekappaleiden RAK18-07, RAK18-11 ja RAK18-12 vedenimukyky.

Näytteen tunnus	Kuivapaino g	Märkäpaino 48h g	Vesimäärä (g)	Vedenimu %
RAK18-07	3545	3876	333	9,4
RAK18-11	3578	3677	101	2,8
RAK18-12	3901	4414	516	13,2
Keskiarvo			317	8,5
Keskihajonta			208,0	5,27

Taulukko 7. Koekappaleiden RAK12-13.1, RAK21-16 ja RAK2-18 vedenimukyky.

Näytteen tunnus	Kuivapaino g	Märkäpaino 48h g	Vesimäärä (g)	Vedenimu %
RAK12-13.1	3485	4004	519	14,9
RAK21-16	3068	3307	239	7,8
RAK2-18	2778	3071	296	10,7
Keskiarvo			351	11,1
Keskihajonta			148,0	3,57

Sweco Finland Oy Tutkimukset ja laadunvarmistus, Vantaa
Akkreditoitu testauslaitos T195 (EN ISO/IEC 17025)



Miika Sumia
Laatija



Jaakko Roinisto
Tarkastaja

MIKROBIVILJELY MATERIAALINÄYTTEESTÄ, SUORAVILJELY

Tilaaaja':	Spolia Design Oy Petri Salmi, petri@spolia.fi	Tilauspäivä:	9.9.2024
Kohde':	Mikkeli Kenkävero, Puhdistamo	Laboratorio:	Kuopio
Projektinnumero':		Vastaanottopäivä:	9.9.2024
Näytteenottaja':	Petri Salmi	Viljelypäivät:	10.9.2024
Näytteenottopäivät':	6.9.2024		

Tässä tutkimusraportissa esitetyt tulokset koskevat vain laboratorioon vastaanotettuja näytteitä.

YHTEENVETO TULOKSISTA

Alla olevassa yhteenvetotaulukossa mikrobikasvun esiintymistä on havainnollistettu värillä/tummennuksella:

ei mikrobikasvua materiaalissa
epäily mikrobikasvusta materiaalissa
selvä mikrobikasvu materiaalissa

	Näyte'	Tulosyhteenveto	Johtopäätös
	MB-01_RAK14, Tiili, Mikkeli Kenkävero puhdistamo, rakennus 14, julkisivu	paljon homeita, indikaattorimikrobeita, vähän bakteereita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	MB-02_RAK18, Tiili, Mikkeli Kenkävero puhdistamo, Rakennus 18 julkisivu	paljon homeita, indikaattorimikrobeita, vähän bakteereita	selvä mikrobikasvu materiaalissa
	MB-03_RAK12, Tiili, Mikkeli Kenkävero puhdistamo, Rakennus 12 julkisivu	vähän homeita ja bakteereita	ei mikrobikasvua materiaalissa

LISÄTIEDOT

Ulkoilman tai maaperän kanssa kosketuksissa olevissa materiaaleissa voi esiintyä huomattavia määriä mikrobeja, mikä ei aina ole seurausta materiaalien kastumisesta ja sitä seuranneesta mikrobikasvusta, vaan esimerkiksi ilmajvirtojen mukana kertyneistä ulkoilman mikrobeista tai materiaalin maaperäkontaktista aiheutuneesta kontaminaatiosta. Vaurio- ja korjausjohtopäätösten tekemiseen tarvitaan tiedot myös teknisistä havainnoista.

ANALYYSITULOKSET

Näyte': MB-01_RAK14, Tiili, Mikkeli Kenkävero puhdistamo, rakennus 14, julkisivu

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+++	+	Kokonaismäärä	+
*Coelomycetes (sr)	+(7)	+(2)	muut bakteerit	<mr
Cladosporium sp.	+	+	*aktinomykeetit	+(1)
Alternaria sp.	+			
Penicillium sp.	+			
steriilit	+++			

Näyte': MB-02_RAK18, Tiili, Mikkeli Kenkävero puhdistamo, Rakennus 18 julkisivu

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+++	+++	Kokonaismäärä	+
*Coelomycetes (sr)	+++ (T)	+++ (T)	muut bakteerit	+
Cladosporium sp.	++	++	*aktinomykeetit	<mr

Näyte': MB-03_RAK12, Tiili, Mikkeli Kenkävero puhdistamo, Rakennus 12 julkisivu

	M2	DG18		THG
HOMEET JA HIIVAT	pmy/malja	pmy/malja	BAKTEERIT	pmy/malja
Kokonaismäärä	+	+	Kokonaismäärä	+
Aureobasidium sp.	+		muut bakteerit	+
Cladosporium sp.	+	+	*aktinomykeetit	<mr
*Coelomycetes (sr)	+(9)	+(4)		
steriilit	+			
Penicillium sp.		+		

Tulostaulukon merkintöjen selitykset:

Merkintä	M2 ja DG18 (sienet)	THG (aktinomykeetit)	THG (kokonaismäärä)
+	alle 30	alle 20	alle 75
++	30-49	----	----
+++	50 tai yli	20 tai yli	75 tai yli

< mr = alle määrittäysrajan

YK = pesäkkeen ylikasvu maljalla, jolloin kysymyksessä on nopeakasvuinen mikrobi, joka leviää maljalla nopeasti peittäen muut mahdolliset pesäkkeet helposti alleen

T = maljat täynnä pesäkkeitä, tarkkaa pesäkemäärää ei voitu laskea.

* = kosteusvaurioindikaattori.

sr = sukuryhmä

lr= lajiryhmä

Kosteusvaurioindikaattorimikrobien osalta on myös ilmoitettu pesäkemäärä.

Mikrobikasvuun viittaavat tulokset on esitetty tummennettuna.

'-merkillä merkitty tilaajan ilmoittamat tiedot



Marja Hänninen
tutkija, mikrobiologi
p. +358 50 325 0612
marja.hanninen@labroc.fi

ANALYYSIT

Materiaalinäytteistä määritettiin homeiden ja bakteerien määrä suoraviljelymenetelmällä. Hienonnettua materiaalia siirrettiin noin 0,5 ml suoraan elatusalustoille. Homeet viljeltiin mallasuute- (M2) ja dikloran-glyseroli-18 (DG18)-alustalle ja bakteerit tryptoni-hiivauute-glukoosi-alustalle (THG). Elatusalustoja pidettiin +25°C:ssa 7 vuorokautta mesofiilisten sienien (homeet ja hiivat) ja kokonaisbakteeripitoisuuksien määrittämiseksi ja yhteensä 14 vuorokautta aktinomykeettien määrittämiseksi. (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV). Homeet tunnistettiin mikroskoipimalla suku- tai lajitasolle. Bakteereista tunnistettiin aktinomykeetit. Mikäli kasvustoa ei saatu viljelymenetelmällä esille, kovilla materiaaleilla käytettiin viljelyn tueksi suoramikroskopointia.

Analyysi on akkreditoitu ja ruokaviraston hyväksymä. Hyväksyntä edellyttää, että menetelmän luotettavuus on osoitettu Asumisterveysasetuksen mukaisesti ja menetelmällä saatujen tulosten yhtenevyys laimennossarjalla saatuihin tuloksiin on varmistettu.

MÄÄRITYSRAJA

Menetelmän määritysraja on 1 pmy/0,5 ml.

MITTAUSEPÄVARMUUS

Mittausepävarmuus on testaustulokseen liittyvä arvio, joka ilmoittaa rajat, joiden välissä todellisen arvon voidaan valitulla todennäköisyydellä (luottamusvälillä) katsoa olevan. Laboratorion teknisen suorittamisen mittausepävarmuus on homeille 10 % (M2-alusta) ja 11 % (DG18-alusta) sekä THG:llä aktinomykeeteille 29 %. Teknisen suorituksen mittausepävarmuus kattaa ainoastaan pesäkelaskennan mittausepävarmuuden. Mittausepävarmuus on huomioitu tulosten tulkinnassa. Tämä laskelma ei huomioi suoramikroskopoinnista tai näytteenotosta aiheutuvaa mittausepävarmuutta.

TULOKSEN TULKINTA

Tulokset tulkitaan käyttäen Labroc Oy:n omaa validointiaineistoa. Suoramikroskopointitulokset tulkitaan Laboratorio-oppaan (2018) mukaisesti.

Tulkinta	Tulos elatusalustalla
ei mikrobikasvua materiaalissa	- sienten pesäkemäärä enintään + JA - bakteerien pesäkemäärä enintään + JA - alle kahta indikaattorimikrobia/taksonia (mukaan lukien aktinomykeetit) JA - suoramikroskopoinnissa ei kasvustoa osoittavaa määrää sienirihmasto
epäily mikrobikasvusta materiaalissa	- sienten pesäkemäärä: ++ TAI - vähintään kahta indikaattorimikrobia ja vähintään 3 pesäkettä/alusta kutakin (mukaan lukien aktinomykeetit) TAI - suoramikroskopoinnissa kasvustoa osoittava määrä sienirihmasto TAI - bakteerien pesäkemäärä: +++
selvä mikrobikasvu materiaalissa	- sienten pesäkemäärä: +++ TAI - aktinomykeettipesäkemäärä: +++

VIITTEET

Asumisterveysasetus 545/2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Helsingissä 23.4.2015

Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, Osa IV Asumisterveysasetus § 20. Valvira ohje 8/2016.

A.-M. Pessi ja K. Jalkanen: Laboratorio-opas. Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy 2018.

H. Rintala, P. Tegelberg, M. Hänninen, H. Marttila, T. Meklin. Indikaattorimikrobien merkitys viljelytulosten tulkinnassa – suoraviljelyn, laimennossarjaviljelyn ja qPCR-menetelmän vertailu. Sisäilmastoseminaari 2023