

**Sanna Haavisto
Saara Eskola
Sami-Seppo Ovaska**

Kopteri-hankkeen loppuraportti

**Kymenlaakson ammattikorkeakoulu
University of Applied Sciences
2013**



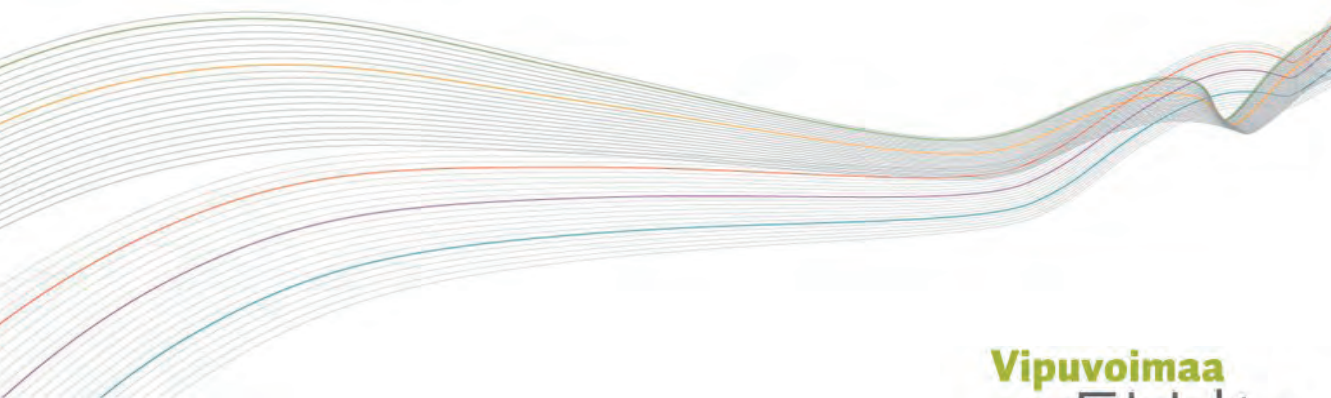
KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU
Sosiaali- ja terveysala, Kotka

KOPTERI-HANKKEEN LOPPURAPORTTI

Sanna Haavisto, Saara Eskola, Sami-Seppo Ovaska

Kotka 2012

Kymenlaakson ammattikorkeakoulun julkaisuja. Sarja B. Nro 88.



Copyright: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu
Kustantaja: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu
Taitto ja paino: Tammerprint Oy, Tampere 2013

ISBN (NID.): 978-952-5963-59-5

ISBN (PDF.): 978-952-5963-60-1

ISSN: 1239-9094

ISSN: (verkkajulkaisu) 1797-5972

SISÄLLYS

| | | |
|----|---|-----------|
| 1 | JOHDANTO | 5 |
| 2. | Sanna Haavisto ja Saara Eskola: PROJEKTIN LÄHTÖKOHTA, TAVOITTEET JA KOHDERYHMÄ | 6 |
| 3. | PROJEKTIN TOTEUTUS JA YHTEISTYÖ | 8 |
| | 3.1 Yhteistyöryitykset..... | 8 |
| | 3.2 Yhteistyösairaalat ja pelastuslaitokset..... | 9 |
| 4. | JULKISUUS JA TIEDOTTAMINEN | 10 |
| 5. | PROJEKTIN TULOKSET JULKISUUS | 11 |
| 6. | TUOTTEET | 12 |
| | 6.1 Kertakäyttöinen suihkutuolin alusastia..... | 12 |
| | 6.2 Kertakäyttöinen suojaesiliina | 13 |
| | 6.3 Kertakäyttöinen pesuhiha | 14 |
| | 6.4 Kertakäyttöinen tyynynsuoja..... | 14 |
| | 6.5 Kertakäyttöinen siirtoalusta..... | 15 |
| | 6.5.1 Kertakäyttöisen siirtoalustan demonstraatio- kuvia Käyttötilanteesta..... | 17 |
| | 6.5.2 Kertakäyttöisen siirtoalustan koekäyttötulok- set ja arviointi | 18 |
| 7. | TUOTTEIDEN TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT | 27 |
| | LÄHTEET | 28 |
| | KUVALUETTELO | 29 |
| 8. | Sami-Seppo Ovaska: VALMISTUSMATERIAALIN KEHITYS..... | 31 |
| | 8.1 Non-wood-kuiduilla lujempaa paperia terveyden- huollon tarpeisiin | 31 |

| | |
|--|-----------|
| 9. JOHDANTO..... | 32 |
| 9.1 Veto- ja repäisylujuus..... | 32 |
| 9.2 Märkälujuus | 33 |
| 9.3 Materiaalit ja menetelmät | 34 |
| 9.4 Veto-, repäisy- ja märkälujuuden tulokset | 35 |
| 9.5 Veto- ja repäisylujuuden välinen suhde | 37 |
| 9.6 Yhteenvetoja ja johtopäätökset..... | 37 |
| | |
| 10. POLYMEERIT KUITUPOHJAISTEN MATERIAALIEN, VEDEN, KEINOVIRTSAN JA VEREN APUNA ABSORPTIO- KAPASITEETIN LISÄÄMISESSÄ | 39 |
| | |
| 11. JOHDANTO..... | 40 |
| 11.1 Airlaid | 40 |
| 11.2 Superabsorbentit | 41 |
| 11.3 Karboksimetyyliselluloosa | 42 |
| 11.4 Materiaalit ja menetelmät | 43 |
| 11.5 CMC:n tulokset | 44 |
| 11.6 Superabsorbenttien tulokset | 45 |
| 11.7 Yhteenvetoja ja johtopäätökset..... | 48 |
| | |
| NON-WOOD-KUIDUILLA LUJEMPAA PAPERIA TERVEYDENHUOLLON TARPEISIIN, TEKSTIN LÄHTEET | 49 |
| | |
| POLYMEERIT KUITUPOHJAISTEN MATERIAALIEN, VEDEN, KEINOVIRTSAN JA VEREN APUNA ABSORPTIO- KAPASITEETIN LISÄÄMISESSÄ, TEKSTIN LÄHTEET | 50 |
| | |
| LIITTEET..... | 52 |

1 JOHDANTO

Kymenlaakson ammattikorkeakoulun sosiaali- ja terveystieteiden KopTeri-osahanke oli osa isompaa ÄLYKOP-hanketta. KopTeri-osahankkeen tarkoituksena oli tuottaa 1 - 3 asiakaslähtöistä puukuitupohjaista älytuoteideaa kaupalliseksi tuotteeksi terveydenhoidon toimintaan. Tuotteista oli tarkoitus kehittää älykkäitä ja toiminnallisia puukuitupohjaisia tuotteita terveydenhuollon erilaisiin toimintaympäristöihin ja asiakkaiden tarpeisiin.

KopTeri-hankkeen erityispiirteinä olivat tavoitteen määrittelyn vaikeus, tavoitteen täsmentyminen ja muuttuminen projektin aikana, sekä suuri riski, aika-arvioiden vaikeus ja luova työtapana.

KopTeri-osahankkeen avulla muodostui uudenlaisia verkostoja ja laaja kontaktiverkko, joista muodostui loistava tietopohja mahdollisille jatkohankkeille. Osahanke muodosti monialaisen ja monitieteellisen oppimisympäristön Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa. Osahankkeessa koottiin yhteen julkisen, yksityisen ja kolmannen sektorin asiantuntijoita sekä korkeakoulujen opiskelijoita ja opettajia.

KopTeri-osahanke tuotti prosessin, tuotteistamisesta markkinointiin, joka loi uuden toimintamallin, jonka pohjalta Kymenlaakson ammattikorkeakoulu tulee kehittämään toimintamallinsa, jota tullaan jatkossa hyödyntämään muissa Kymenlaakson ammattikorkeakoulun tuotekehitys- ja tuotteistamisprojekteissa.

Osahankkeessa kehitettiin viisi terveydenhuollon käyttöön tarkoitettua tuotetta. Kaikki viisi tuotetta suunniteltiin kaupallistamisasteeseen saakka. Yhdelle tuotteesta, kertakäyttöiselle siirtoalustalle, haettiin osahankkeessa patenti. Muille kehitetyille tuotteille haettiin hyödyllisyysmallisuojaus. Tämä KopTeri-osahankkeen lopuraportti käsittelee osahankkeessa kehitettyjä tuotteita ja hankkeen tuloksia.

2. Sanna Haavisto ja Saara Eskola PROJEKTIN LÄHTÖKOHTA, TAVOITTEET JA KOHDERYHMÄ

Tiede- ja teknologianeuvosto on raportissaan (2006, 39 - 40) todennut metsäklusterilta edellytettävän yhä enemmän puun ja puumateriaalien ominaisuuksien edelleen kehittämistä. Metsäklusterin tutkimusstrategian (2006, 18 - 20) yksi kehittämisen painoalue on tuottaa älykkäitä ja toiminnallisia puu- ja kuitutuotteita yhdistämällä niihin tieto- ja tietoliikenne- sekä bio- ja nanoteknologisia ratkaisuja. Tavoitteena on kehittää myös uutta liiketoimintaa, kilpailukykyisiä ja houkuttelevia tuotteita asiakaslähtöisesti tulevaisuuden tarpeisiin. Metsäklusterin tutkimusstrategiassa (2006, 21) edellytetään myös poikkitieteellistä ja -teknistä tutkimusta vahvistettavaksi. Älykkäiden puu- ja kuitutuotteiden kehittäminen edellyttää erityisesti eri tieteidenalojen ja teknologia-alojen tutkimuksen sekä erilaisten toimijaorganisaatioiden asiantuntemuksen tiivistä yhdistämistä asiakaslähtöisten tuotesovellusten kehitysvaiheessa. Lisäksi tarvitaan liiketoimintamahdollisuuksien tunnistamista aikaisessa vaiheessa, kehityksen ohjaamista ja innovaatioprosessin hallintaa tutkimuksesta kaupallisiksi tuotteiksi. Kansallisessa Uusiutuva metsäteollisuus -klusteriohjelmassa 2007 - 2013 halutaan (2007, 14 - 16) puun kemikaalien funktionaalaisia ominaisuuksia hyödynnettävän uusiin käyttökohteisiin sekä mahdollisesti jatkojalostukseen. Älypuu-konseptien todetaan olevan nopeasti lisääntymässä. Älykkäiden puutuotteiden kasvua vauhdittaa erityisesti sensoriteknologia.

Suomalainen terveydenhuolto on muutosmurroksessa: Kunta- ja palvelurakenteita uudistetaan, kuntien julkinen terveydenhuolto tuotteistaa, hinnoittelee ja kilpailuttaa palveluja sekä tehostaa palveluja mm. tekemällä yhä enemmän yhteistyötä yksityisen ja kolmannen sektorin kanssa. Toisaalta ikääntyvän väestön palvelujen tuottamiseen tarvitaan yhä enemmän taloudellisia ja henkilöstövoimavaroja, sillä asiakkaat ja potilaat ovat entistä moniongelmaisempia. Myös hoitohenkilöstöstä on suuri osa eläköitymässä. Projektin lähtökohtana oli tarve helpottaa hoitohenkilökunnan työtä, lisätä työn mielekkyyttä ja parantaa potilaiden hyvinvointia tuottamalla entistä toimivampia ja taloudellisia terveyden- ja sairaanhoidon tuotteita. Terveyden- ja sairaanhoidossa tarvitaan esimerkiksi uusia suojavälineitä, suojamateriaaleja ja mittareita sitkeiden sairaalabakteerien taltuttamiseen ja niiden leviämisen estämiseen. Terveydenhuollossa puukuitupohjaisilla, ympäristöstävällisillä älytuotteilla on globaalit markkinat. KopTeri-osahankkeessa tuotettiin ja sovellettiin Metsäklusterin tutkimusstrategian (2006) linjausten mukaisesti uusia, älykkäitä, toiminnallisia ja asiakaslähtöisiä puukuitupohjaisia älytuotteita terveydenhoidon asiakastarpeisiin. Tavoitteena oli soveltaa ja lisätä erilaisia tietoliikenteen ja tietoteknologian sekä bio- ja nanoteknologian ratkaisuja terveydenhuollossa tarvittaviin puukuitupohjaisiin hoitotuotteisiin. Tavoitteena oli myös kehittää

TerveysSellu-tutkimusprosessin eri vaiheissa nousseita tuoteideoita ja niiden (lisä) ominaisuuksia paremmin terveyden- ja sairaanhoidon toimintoihin soveltuviksi sekä kehittää tuotteita, jotka ovat vielä heikkoja arvauksia lopullisista tuotteista.

Hankkeessa kartoitettiin Etelä-Suomen maakuntien alueen puukuitutuotekehittämisen potentiaaliset yritykset ja pyrittiin myös löytämään kotimaiselle sellu- ja paperiteollisuudelle uusia liiketoimintaideoita. Lisäksi hankkeessa kehitettiin tieteen välistä, monialaista ja moniammatillista yhteistyötä korkeakoulujen opetushenkilöstön, opiskelijoiden ja yritysten kesken sekä hyödynnettiin tarvittaessa muiden Älykop-hankkeen osaprojektien asiantuntemusta tuotteiden kehittämisen ja kaupallistamisen edellyttämällä tavalla.

Toteutusalueena olivat maantieteellisesti Etelä-Karjalan, Kymenlaakson ja Varsinais-Suomen maakunnat sekä Etelä-Suomen maakuntien liittouman alueella sijaitsevat sellu- ja puukuituyritykset, Kaakkois-Suomen sellu- ja puukuituasiantuntijoiden organisaatiot sekä terveydenhuollon erityyppiset toimintayksiköt ja niiden asiantuntijat. Toimijoina hankkeessa olivat myös bio-, nano- ja tietotekniikan asiantuntijoita. Kehittämisen kohteina (kohderyhminä) olivat terveyden- ja sairaanhoidon henkilöstön ja asiakkaiden tarvelähtöiset puukuitupohjaiset älytuotteet ja niiden kaupallistaminen.

Hankkeen määrällisiä tavoitteita olivat:

- saada 6 työpaikkaa, 1 - 2 yritystä, n. 2 artikkelia
- kehittää älykkäitä, toimivia puukuitutuotteita terveyden- ja sairaanhoidon käyttöön, arviolta 1 - 3 kaupallistettua tuotetta.
- tuottaa uutta liiketoimintaa kotimaiselle sellu- ja paperiteollisuudelle
- kartoittaa puukuitupohjaiselle tuotekehitykselle potentiaaliset yritykset
- tunnistaa yritysten mahdollisuuksia kehittää uusia innovatiivisia ja ympäristöystävällisiä älytuotteita.

Hankkeen laadullisia tavoitteita olivat:

- saada verkottunutta asiantuntemusta alueelle
- muodostaa monialainen ja monitieteellinen oppimisympäristö
- verkottaa julkisen, yksityisen ja kolmannen sektorin asiantuntijoita sekä korkeakoulujen opiskelijoita että opettajia
- tuottaa tietoa ja osaamista korkeakoulujen opinnäytetöillä ja verkostoyhteistyöllä
- kasvattaa osaamista: yhdistää tuotettua tietoa opetussuunnitelmien kehittämiseen ja väestön osaamistarpeisiin.

3. PROJEKTIN TOTEUTUS JA YHTEISTYÖ

Hankkeen käynnistyksen viivästyminen (rahoituspäätös 12/2008, KyAMK:n aloituskokous 01/09) ja ostopalveluiden kilpailuttamiset viivästyttivät tuotekehitysprosessin etenemistä, mikä vaikutti suunnitelman mukaiseen aikatauluun ja johti tulosten viivästyymiseen. Hankesuunnitelmaan nähden projektin toiminta oli kuitenkin tavoitteiden rajoissa.

Monialaisten työryhmien kokoaminen sekä toiminta KyAMK:n eri toimialojen, julkisen terveydenhuollon sekä yritysten edustajien kanssa oli saatu toimivaksi ja näkyväksi mm. ideointityöryhmässä ja osaprojektia ohjaavassa projektiryhmässä sekä tuotekohtaisissa tuotesuunnittelun työryhmissä. Alan yhteistyöyritysten vähäinen määrä hankaloitti alueellista yrityskumppaneiden rekrytointia.

Eri osahankkeiden asiantuntijuuden ja osaamisen hyödyntäminen oli hankalaa hankesuunnitelmasta puuttuvien yhteisten työpakettien vuoksi. Kehitysryhmätyöskentely osahankkeiden välillä oli toimivaa ja yhteistyö hallinnoijan kanssa sujui hyvin.

3.1 Yhteistyöyritykset

Lappeenrannan teknillinen yliopisto, LUT kemia, Kuitu- ja paperitekniiikan laboratorio, Lappeenranta

Lappeenrannan teknillinen yliopisto on tieteellistä tutkimusta ja akateemista koulutusta tarjoava toimija. Yliopisto toimii kiinteässä yhteistyössä elinkeinoelämän kanssa vastaten yritysmaailman ja koulutettavien tarpeisiin. (Lappeenrannan teknillisen yliopiston internetsivut.) Lappeenrannan teknillinen yliopisto toimi siirtoalustan materiaalikehityksessä.

Lacell Oy, Kausala

Iitissä toimiva Lacell Oy valmistaa airlaid-materiaalia jota voidaan käyttää mm. pyyhkimiseen ja pöytäliinoiniin niin teollisuudessa kuin myös laitoksissa. (Lacell Oy:n internetsivut) Lacell Oy toimi siirtoalustan materiaalien valmistuksessa.

Eltete Oy, Loviisa

Eltete Oy on suomalainen konserniyhtiö, jonka tuotteita ovat rakennusmateriaalit ja laminaattituotteet. (Eltete Oy:n internetsivut) Eltete Oy toimi siirtoalustan materiaalien valmistuksessa.

Joxpap Oy, Karhula

Joxpap Oy on paperinjalostaja, jonka koneistolla on mahdollista tehdä pituusleikkauksia, perforointeja, liimauksia, laminoiteja ja nelitaittoja. Joxpap Oy toimi

siirtoalusta teollisen valmistuksen testaamisessa. Lisäksi yritys toimitti valmistusmateriaaleja suojaesiliinaan, pesuhihaan, tyynynsuojaan ja siirtoalustaan.

Paperplast Oy, Mänttä

Paperplast valmistaa ja myy hygieniatuotteita erilaisiin käyttökohteisiin, kuten fyysioterapiaan ja hierontaan, hoivapalveluihin, terveydenhuoltoon ja kylpylöihin. Paperplast valmistaa mm. laminoituja laudesuojia ja lakanoita, hoitopöytäruullia ja suojaesiliina-arkkeja. (Paperplast Oy:n internetsivut) Paperplast Oy laminoi suojaesiliinassa käytetyn paperin.

Ecopulp Finland Oy, Korja

Ecopulp Finland kehittää, suunnittelee ja tuottaa muotoiltuja kuituvaloksia. Tuotteet ovat valmistettu puukuidusta ja ovat sataprosenttisesti kierrätettäviä. (Ecopulp Finland Oy:n internet-sivut) Ecopulp Finland valmisti kertakäyttöisiä suihkutuolin alusastioita koekäyttöön.

Toimintakeskus Vapriikki, Anjalankoski

Vapriikki järjestää kehitysvammaisten työtoimintaa, joka on sosiaalihuoltolain mukaista ja kuntouttavaa työtoimintaa. (Kouvolan kaupungin internet-sivut) Vapriikissa suoritettiin suojaesiliinojen valmistus stanssaamalla.

3.2 Yhteistyösairaalat ja pelastuslaitokset

Tuotteiden testauksissa toimineet yhteistyöorganisaatiot:

Kertakäyttöinen suojaesiliina: Carea osasto 5A, 5B ja K1, Karhulan sairaalan osasto 6 ja Kymenlaakson tekoniivelkeskuksen vuodeosasto.

Kertakäyttöinen pesuhiha: Carea osasto 5B (kirurgian vuodeosasto) ja K1, Karhulan kotihoito, Karhulan sairaala osasto 6, Kouvolan Marjoniemi osasto 5, Carean osasto 5A.

Kertakäyttöinen suihkutuolin alusastia: Valkeala Iltatähti, Karhulan sairaala osasto 6, Kouvolan Marjoniemi osasto 1 ja 5, Valkealakoti/Haapala ja Valkealakoti/Tammela.

Kertakäyttöinen tyynynsuoja: Carea osasto K1 ja Kouvolan Marjoniemi osasto 5.

Kertakäyttöinen siirtoalusta: Kouvolan pelastuslaitos, Carean leikkaussali, Kotkan pelastuslaitos ja Helsingin pelastuslaitos.

4. JULKISUUS JA TIEDOTTAMINEN

Sisäinen tiedottaminen: Projektista pidettiin KyAMK:n sisällä info- ja tiedotustilaisuuksia henkilökunnalle ja oppilaille mm. kokouksissa ja sisäisissä infoissa. Hankkeella oli myös verkkoalusta Moodlessa. Lukukausittain pidettiin hanke-esittelyt KyAMK:n sosiaali- ja terveystieteiden yhteisissä opinnäytetyö-infoissa sekä opiskelijaryhmä-kohtaisia infoja eri toimi- ja osaamisaloilla tarpeen mukaan.

Ulkoinen tiedottaminen: KopTeri-osaprojekti osallistui Älykop-hankkeen yhteisiin julkistamis-, verstaas-, verkostotyöskentelytilaisuuksiin ja foorumiin internetissä. KopTeri-hanke oli mukana tutkijoiden yössä Kouvolassa syksyllä 2010 esittelemässä hanketta. Yritys- ja organisaatiokohtaisia hanke-esittelyitä pidettiin mahdollisille yhteistyökumppaneille. Hankkeesta oli kokoaikaisesti saatavilla suomen ja englannin kielinen päivitetty Power Point esitys, sekä roll-up juliste.

KopTeri-osahanke voitti Kymi Businessidea 2010 -liikeideakilpailun. Kymenlaakson ammattikorkeakoulun projektiryhmä palkittiin tekemästään, puukuitupohjaisen terveysteknologian tuotteiden, kehitystyöstä ensimmäisellä palkinnolla.

Osahanke sai näkyvyyttä syksyllä 2011 Systole- ensihoidon erikoislehdessä ja Puuntyöstö- puutuoteteollisuuden ammattilehdessä. Saman syksyn aikana KopTerin saavutuksista kertoi myös Kymenlaakson ammattikorkeakoulu lehti Koskinen. Lisäksi KopTeri-osahankkeen tuotteelle, kertakäyttöiselle siirtoalustalle, haettu patentti herätti paljon kiinnostusta Kaakkois-Suomen alueuutisissa ja Kymenlaakson radiossa, joissa osahankkeen työntekijät kertoivat kertakäyttöisen siirtoalustan patentoinnista ja hankkeen kulusta.

KopTeri-osahanke voitti kilpailun Kärjet 2011, (parhaat TKI-käytänteet ammattikorkeakouluissa vuonna 2011). Hanke sai palkinnon sekä kunniamaininnan sarjassa ”uudet avaukset & innovatiiviset toimintatavat” Arviointiryhmän lausunto: ”Hanke on erinomainen esimerkki rohkeasta, ennakkoluulottomasta ja innovatiivisesta tuotekehittämisestä. laajaa ja monialaista asiantuntijaverkostoa hyödyntäen on kehitetty innovatiivisia älytuotteita selkeästi määriteltyihin käyttökonteksteihin. materiaalien ja käyttötapojen sovellutusten rohkeat ja uudet avaukset ovat aikaansa edellä ja lopputuotteina jo osittain patentoituja.”

5. PROJEKTIN TULOKSET

KopTeri-osahanke tuotti patentoidun siirtoalustan markkinoille. Siirtoalustatuotteella on mahdollisuus päästä kansainvälisille markkinoille, jos valmistaja löytyy. Tällöin voidaan saada lisää työpaikkoja. Materiaalikehittämisen kautta tuettiin ja mahdollistettiin yritysten tuotesuunnittelun kehittämistä. Materiaalikehittämisestä saatiin paljon tietoa lukuisten kemikaalien ja kuitumateriaalien ominaisuuksista ja toimivuudesta. Mahdolliselle jatkohankkeelle muodostui loistava tietopohja ja laaja kontaktiverkko mm. erilaisiin kemikaali- ja kuituraaka-ainetoimittajiin. Hanke muodosti monialaisen ja monitieteellisen oppimisympäristön KyAMK:ssa. Hankkeessa koottiin yhteen julkisen, yksityisen ja kolmannen sektorin asiantuntijoita sekä korkeakoulujen opiskelijoita ja opettajia, ja tuotettiin tietoa ja osaamista opinnäytetöillä ja verkostoyhteistyöllä. Hanke tarjosi myös työharjoittelumahdollisuuksia ja kesätyöpaikkoja opiskelijoille, ja sen avulla opiskelijat näkivät, kuinka kokonaisvaltainen tuotekehitysprosessi toimii ja he saivat eväitä muihinkin tuotekehitysprojekteihin. Yritykset saivat osahankkeen kautta apua kehitystyöhönsä. KopTeri-osahankkeen avulla muodostui uudenlaisia verkostoja ja hyvinvointialan tutkimus ja kehittäminen alueella vahvistui. KopTeri loi uusia toimintamalleja KyAMK:n tuotekehitysprojekteille. KopTerissa kehitettiin terveydenhuollon käyttöön viisi erilaista käytännöllistä ja todellista tuotetta, jotka eivät jääneet pelkästään suunnitteluasteelle; hankkeessa kehitettiin konkreettisia tuotteita, joista kaikki ovat markkinakelpoisia.

6. TUOTTEET

Hankkeessa kehitettiin viisi puukuitupohjaista tuotetta sairaalaympäristöön. Kaikkien tuotteiden suunnittelussa ja tuotekehityksessä tärkeimpinä lähtökohtina olivat asiakkaiden tarpeet ja niiden huomioon ottaminen sekä niiden toteutuminen valmiissa tuotteissa. Viiden tuotteen yhteisinä ominaisuuksina ovat helppokäyttöisyys, ekologisuus, helppo hävitettävyyys, hygieenisuus ja infektioiden leviämisen estäminen sekä puukuitupohjainen valmistusmateriaali. Kaikki viisi tuotetta suunniteltiin kaupallistamisasteeseen saakka.

6.1 Kertakäyttöinen suihkutuolin alusastia

Kertakäyttöisellä suihkutuolin alusastialla on tarkoitus korvata nykyinen, muovinen, alusastia ympäristöystävällisemmällä materiaalilla. Nykyinen suihkutuolin alusastia on valmistettu muovista ja se täytyy pestä jokaisen käyttökerran jälkeen. Astian pesemiseen kuluu energiaa, vettä ja hoitajan työaika. Lisäksi muovinen alusastia on hankala ottaa suihkutuolin alta pois niin, etteivät potilaiden pakarat jäisivät suihkutuolin ja alusastian väliin.

Suihkutuoliksi, jonka ympärille alusastia suunniteltiin, valittiin Etacin Clean (kuva 1). Malliin päädyttiin kartoittamalla Kymenlaakson sairaanhoitopiirissä käytettyjen suihkutuolien mallit. Oli siis luonnollista valita suihkutuoli, jota käytettiin mm. lähialueiden terveyskeskuksissa ja sairaaloissa. Tämä myös mahdollisti alusastioiden prototyyppien testaamisen Kymenlaakson sairaanhoitopiirissä.

Kertakäyttöinen suihkutuolin alusastia on puukuituvalos eli se on valmistettu papemassasta (kuva 2). Yksi tunnetuimmista puukuituvaloksista lienee munakenno. Alusastia valmistettiin sanomaja aikakauslehdistä.

Se voidaan hävittää polttamalla ja näin tuotteesta saadaan myös uusioenergiaa. Tuotteen valmistuksessa yhteistyössä KopTeri-osahankkeen kanssa toimi Eco-pulp Finland Oy. Kertakäyttöinen alusas-



Kuva 1. Etacin Clean suihkutuoli ja kertakäyttöinen alusastia.



Kuva 2. Kertakäyttöinen, kannellinen, suihkutuolin alusastia. Pituus 40cm, leveys 30 cm, korkeus 12 cm.

tia oli käyttöttestissä mm. Karhulan sairaalan osasto 6:lla ja Kouvolan Marjonie-
messä osasto 1:llä ja 5:lla (Eskola 2010, opinnäytetyö).

6.2 Kertakäyttöinen suojaesiliina

Kertakäyttöisellä suojaesiliinalla on tarkoitus korvata käytössä oleva täysmuovinen suojaesiliina, jota käytetään yleisissä hoitotoimenpiteissä kuten haavanhoidossa, asiakkaan ruokailussa ja pesutilanteissa. Muun muassa sairaaloissa nykyisin käytössä oleva perusesiliina on markkinakartoituksen mukaan käytössä epämukava: liina on sähköinen, hiostava ja liian lyhyt (kuva 3). Näihin ongelmiin haettiin ratkaisua suunnittelemalla esiliina, joka on nykyistä muovista esiliinaa käyttäjäystävällisempi.

Kertakäyttöinen suojaesiliina on valmistettu puukuitupohjaisesta materiaalista eli polyeteenilaminoidusta pehmopaperista. Pehmopaperi, jota esiliinoissa on käytetty, on valmistettu perinteisellä paperinvalmistusmenetelmällä eli märkärainaamalla. Paperi on ”krepattu” kuivatusvaiheessa, joten paperista käytetään yleisesti sanaa ’kreppipaperi’. Sen raaka-aineena on kierrätyspaperi ja sellu. Laminoitu kreppipaperi on materiaalina edullinen ja toimii hyvin tässä tuotteessa. Kertakäyttöinen esiliina on PE-laminoinnin ansiosta vedenpitävä, ja kreppipaperi pidättää pinnassaan pienet roiskeet. Esiliinaa voidaan käyttää myös käännettynä paperipinta sisäänpäin osoittaen, jolloin se toimii hyvin suihkutuskäytössä (kuvat 4 ja 5). Myös tämä tuote on mahdollista hävittää polttamalla, jolloin siitä saadaan uusioenergiaa.

Suojaesiliinan koe-erän valmistuksessa yhteistyössä KopTeri-osahankkeen kanssa toimi Stanssiapu Oy, jossa tehtiin stanssausterä esiliinojen valmistusta varten. Esiliinat valmistettiin stanssaamalla työ- ja toimintakeskus Vapriikissa. Kertakäyttöiset suojaesiliinat olivat käyttöttestissä mm. Karhulan sairaalan osasto 6:lla ja Kymenlaakson tekoniivelkeskuksen vuodeosastolla (Lehtinen 2011, raportti).



Kuva 3. Nykyinen esiliina on käytössä sähköinen.



Kuvat 4 ja 5. Puukuitupohjaisen suojaesiliinan pinta estää roiskeiden valumisen. Esiliinan helmapiisuus 125 cm ja/tai 140 cm.

6.3 Kertakäyttöinen pesuhiha

Kertakäyttöinen pesuhiha on suunniteltu korvaamaan nykyisin suihkupesussa käytettävän pesukintaan tai pesulapun. Pesukinnasta käytetään potilaan pesussa ja toisinaan potilas itse käyttää pesukinnasta peseytyessään. Nykyiset pesulaput ja -kintaat päästävät sisäänsä pesuvettä, saippuaa ja muuta likaa, mikä aiheuttaa hygieniariskin (kuva 6). Kertakäyttöinen pesuhiha suojaa hoitajaa paremmin pesutilanteessa.



Kuva 6. Nykyinen, käytössä oleva, pesukinnas.

Pesuhihan materiaali on laminoitua airlaidia. Airlaid on kuivarainattua paperia ja se on todella paksua, huokoista ja pehmeää. Pesuhiha valmistetaan kuumasauvaamalla. Pesuhihan, kuten myös aikaisemmat tuotteet, voidaan hävittää polttamalla. Kertakäyttöisen pesuhihan malli suunniteltiin mahdollisimman monelle sopivaksi. Pesuhiha suojaa hoitajaa paremmin pesutilanteessa ja sitä voidaan käyttää myös esimerkiksi kanyylinsuojana (kuva 7). Pesuhihan koe-erä valmistettiin käsin Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa ja ne olivat koekäytössä mm. Carean osasto 5b:llä ja Kouvolan Marjoniemen osasto 5:lla (Lehtinen 2011, raportti).



Kuva 7. Kertakäyttöinen pesuhiha.
Koko: 1700 mm x 550 mm.

6.4 Kertakäyttöinen tynnynsuoja

Kertakäyttöinen tynnynsuoja on valmistettu laminoidusta airlaidista ja se on suunniteltu korvaamaan kankainen tynnyliina (kuva 8). Se on kooltaan tavallisen kankaisen tynnyliinan kokoinen, mutta tavalliseen tai kankaiseen tynnyliinaan verrattuna sitä ei tarvitse pestä ja se voidaan hävittää polttamalla. Lisäksi kertakäyttöi-

nen tyynynsuoja on imukykyinen ja kertakäyttöisyytensä ansiosta sillä pystytään pienentämään sairaaloissa tyynyliinoista syntyviä pesukustannuksia. Tyynynsuojan koe-erä valmistettiin käsin Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa ja ne olivat koekäytössä Carean osasto K1:llä, sekä osasto viidellä Marjoniemen sairaalassa, Kouvolassa (Teelahti 2011, seminaarityö).



Kuva 8. Kertakäyttöinen tyynynsuoja.
Koko: 55 cm x 65 cm, suojan läppä 55 cm x 25 cm.

6.5 Kertakäyttöinen siirtoalusta

Kertakäyttöinen siirtoalusta on suunniteltu korvaamaan kankaisten suojaliinan (kuva 9), jota käytetään potilaan nostamiseen ja siirtämiseen sairaankuljetuksessa. Siirtoalusta asetetaan potilaan alle, ja sen avulla potilas saadaan helposti nostettua parien päälle ja myös paareilta tai sängystä esim. leikkauspöydälle. Suomessa yleisin käytössä oleva nostoihin ja parin suojaukseen käytetty kantoliina on useimmiten valmistettu ompelemalla puuvillasta tai Enstex-kankaasta. Nykyiset kantoliinat ovat kestoalustoja eli pestäviä, ja ne läpäisevät kosteutta, kuten vettä. Kankainen kantoliina pitäisi vaihtaa ja viedä pestäväksi jokaisen käyttökerran jälkeen, jotta bakteerit eivät leviäsi ambulanssissa ja potilaiden välillä. Joissakin tapauksissa kantoliina viedään pesuun vasta silloin kun siinä on havaittavissa näkyviä tahroja. Tämä lisää bakteerien leviämistä ambulanssissa ja potilaiden välillä. Syyt siihen, miksi kankaisia kantoliinoja ei viedä jokaisen käyttökerran jälkeen pesuun, ovat taloudelliset kustannukset, jotka syntyvät liinan pesusta ja kuljetamisesta.



Kuva 9. Kankainen siirtoliina, joka on valmistettu puuvillasta.

Kertakäyttöinen siirtoalusta on perussairaanhoidossa hygieenisempi vaihtoehto eikä siitä synny pesulakustannuksia. Sitä voidaan käyttää mm. alustana, nostotilanteissa ja paarien suojana. Paras mahdollinen hyöty kevyestä ja kestävästä siirtoalustasta on esimerkiksi kriisinhallintatilanteissa joissa siirtämistä tarvitsevia potilaita on paljon. Alustaa voidaan käyttää myös leikkaussaleissa mm. leikkauspöydän suojana ja vetoalustana missä tahansa esim. pelastustehtävissä. Kertakäyttöinen siirtoalusta on suunniteltu soveltumaan myös ensiapupakkaus tuotteeksi esim. armeijan tai yksityisten kuluttajien käyttöön. Alusta ei läpäise nesteitä, se on imu-kykyinen ja se voidaan hävittää energijätteenä polttamalla (kuva 10).



Kuva 10. Kertakäyttöinen siirtoalusta, jota voidaan käyttää esim. paarien suojana.

Kertakäyttöinen siirtoalusta on valmistettu kuumasaumaamalla. Sen valmistusmateriaaleja ovat mm. muovi, viskoosinukka, airlaid-kuitukangas ja nonwoven-kuitukangas. Hankkeen yhteistyöyritykset Eltete Oy ja Lacell Oy osallistuiivat kertakäyttöisen siirtoalustan materiaalin kehittämiseen. Joxpap Oy ja Eltete testasivat teollista valmistusta, ja Eltete Oy onnistui luomaan käyttökelpoisen tuotantoprosessin. Alustan yksi koe-eristä valmistettiin Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa käsin, ja alustat olivat testattavana mm. Kotkan ja Helsingin pelastuslaitoksessa (Eskola & Lehtinen, raportti 2011).

6.5.1 Kertakäyttöisen siirtoalustan demonstraatiokuvia käyttötilanteesta

Kuvissa (kuvat 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19) on lavastettuna ensihoitotilanne, jossa ensihoito henkilökunta siirtää potilaan ambulanssipaireille.



Kuvat 11, 12, 13. Kuvissa demonstraatio, jossa potilas siirretään alustalla paarien päälle.



Kuvat 14, 15, 16. Kuvissa demonstraatio, jossa potilas siirretään alustalla sairaalasänkyyn.



Kuvat 17, 18, 19. Kuvissa demonstraatio, jossa potilas siirretään alustalla sairaalasänkyyn.

6.5.2 Kertakäyttöisen siirtoalustan koekäyttötulokset ja arviointi

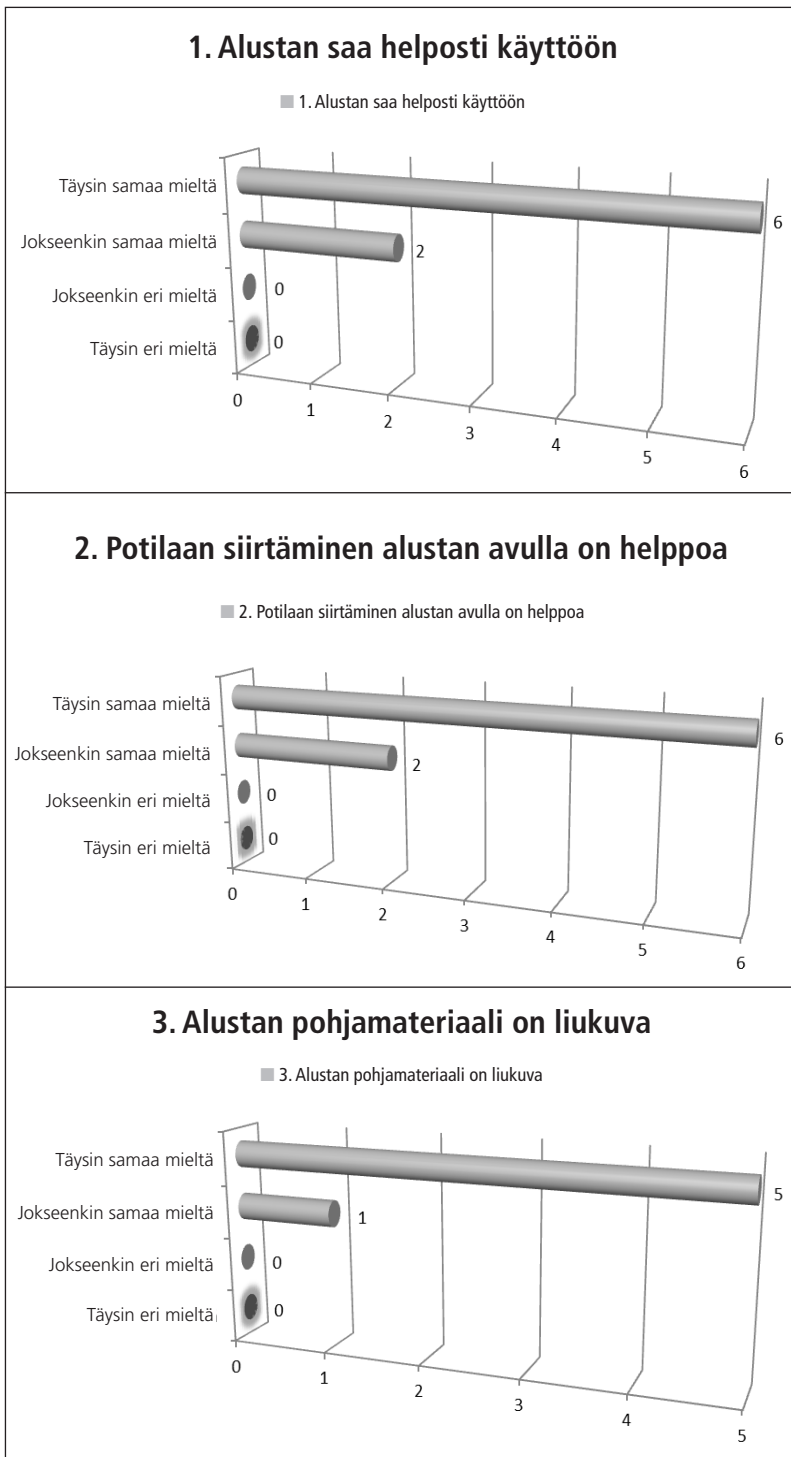
Kertakäyttöiset siirtoalustat olivat testattavina Kotkan ja Helsingin pelastuslaitoksella, sekä Kotkassa Carean keskusleikkausosastolla. Tuloksien ja palautteiden saaminen tuotteiden käyttäjiltä oli erittäin tärkeää, sillä niiden avulla tuotetta pystytään kehittämään jatkossa vieläkin paremmaksi tuotteeksi ja vastaamaan käyttäjien tarpeita.

Koekäyttötulokset käyttäjiltä saatiin kyselykaavakkeiden avulla. Lähetimme siirtoalustojen mukana kyselykaavakkeita ja saatekirjeen, jossa pyysimme henkilökuntaa täyttämään aina yhden kyselykaavakkeen yhtä alustaa kohden. Kyselykaavakkeen kysymykset käsittelivät mm. kertakäyttöisen siirtoalustan kestävyyttä, materiaalien mukavuutta ja käytettävyyttä (liitteet 1 ja 2).

Kyselykaavakkeiden avulla saadut koekäyttötulokset jäivät numeraalisesti pieneksi, vaikka olimme lähettäneet jokaiseen koekäyttöpaikkaan saatekirjeen siirtoalustojen mukana. Odotimme, että olisimme saaneet täytettyjä kyselykaavakkeita jokaisesta koekäyttöpaikasta n. 20 kpl:ta. Näin ei kuitenkaan käynyt, vaan saimme kahdesta koekäyttöpaikasta yhteensä 11 kpl:ta täytettyjä kaavaketta ja yksi koekäyttöpaikka laittoi sähköpostina omia mielipiteitä ja kommentteja siirtoalustasta. Näin ollen saamamme tulokset ja niistä kerätyt tiedot antavat vain viitteellisen kuvan käyttäjien mielipiteistä.

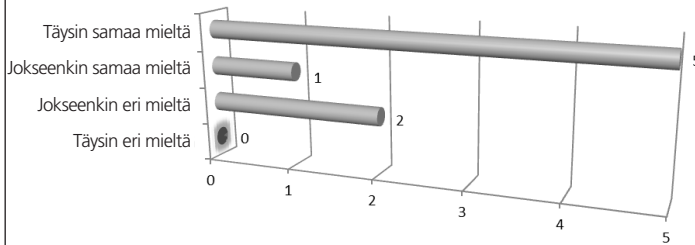
Testitulokset 1:n pylväsdiagrammeihin on koottu Kotkan Carean keskusleikkausosaston testitulokset ja henkilökunnan kirjalliset kommentit.

Testitulokset 1. Pylväsdiagrammit näyttävät kyselykaavakkeilla saadut koekäyttötulokset Kymenlaakson sairaanhoitopiiri Carean keskusleikkausosastolta.



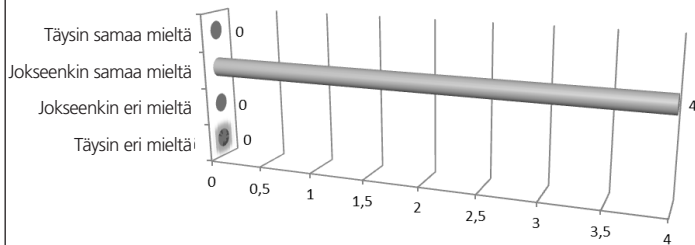
4. Alusta pysyy paikoillaan potilaan alla käytön ajan

■ 4. Alusta pysyy paikoillaan potilaan alla käytön ajan



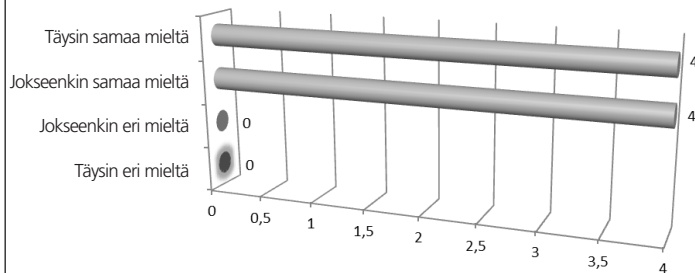
5. Alusta on riittävän imukykyinen (eritteet, vesi, veri)

■ 5. Alusta on riittävän imukykyinen (eritteet, vesi, veri)



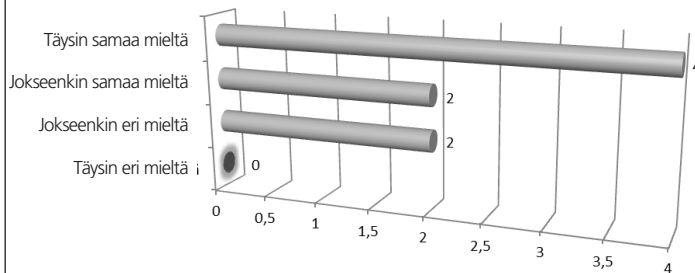
6. Alusta kestää käytön rikkoutumatta

■ 6. Alusta kestää käytön rikkoutumatta



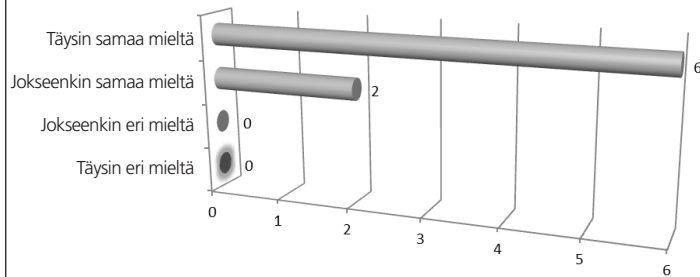
7. Alustan mittasuhteet ovat hyvät

■ 7. Alustan mittasuhteet ovat hyvät



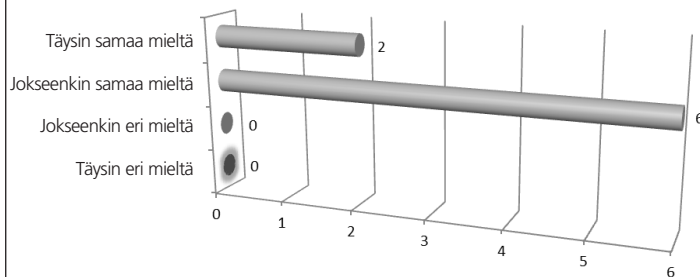
8. Kantokahvoja on riittävä määrä

■ 8. Kantokahvoja on riittävä määrä



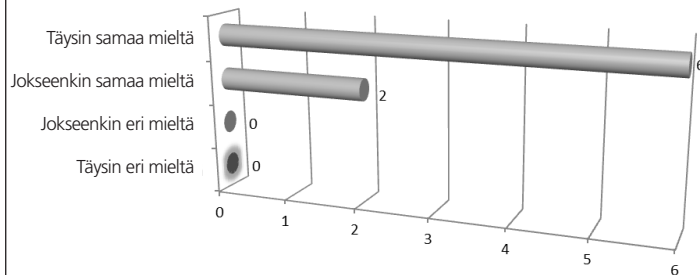
9. Kantokahvat ovat kestäviä

■ 9. Kantokahvat ovat kestäviä



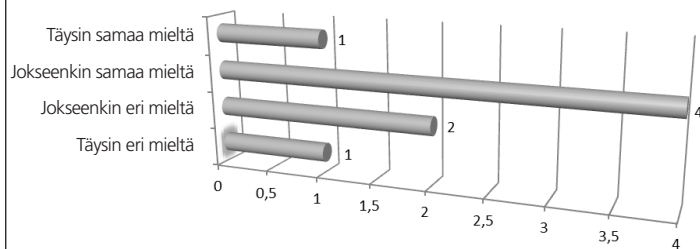
10. Alustan hävittäminen on helppoa

■ 10. Alustan hävittäminen on helppoa



11. Alustan kertakäyttöisyys on tärkeä ominaisuus

■ 11. Alustan kertakäyttöisyys on tärkeä ominaisuus



Muita kommenttejasi kertakäyttöisen siirtoalustan käytöstä (mahdolliset ongelmat/parannusehdotukset):

"Pidempi, jotta suojaisi koko leikkauspöydän (220cm)"

"Tulee jätettä enemmän- Ei ekologista "

"Siirtoalustojen keskimääräinen kulutus vuorokaudessa n. 3 kpl/ sali (Kotkan Carean leikkaussali)"

Saimme Helsingin pelastuslaitokselta koekäyttötulokset sähköpostitse. He eivät olleet täyttäneet kyselykaavakkeita, joten saimme heiltä kirjallisia kommentteja mm. siirto-alustan käytöstä.

Testitulokset 2. Helsingin pelastuslaitokselta saadut kirjalliset kommentit.

"Laitan ohessa oman laatimani kyselyn ja laitan tähän s-postiin kommentit kiitetyttynä, jotka saimme palautteena henkilöstöltämme. Ei niitäkään vastauksia paljon tullut, mutta 7 kpl kuitenkin.

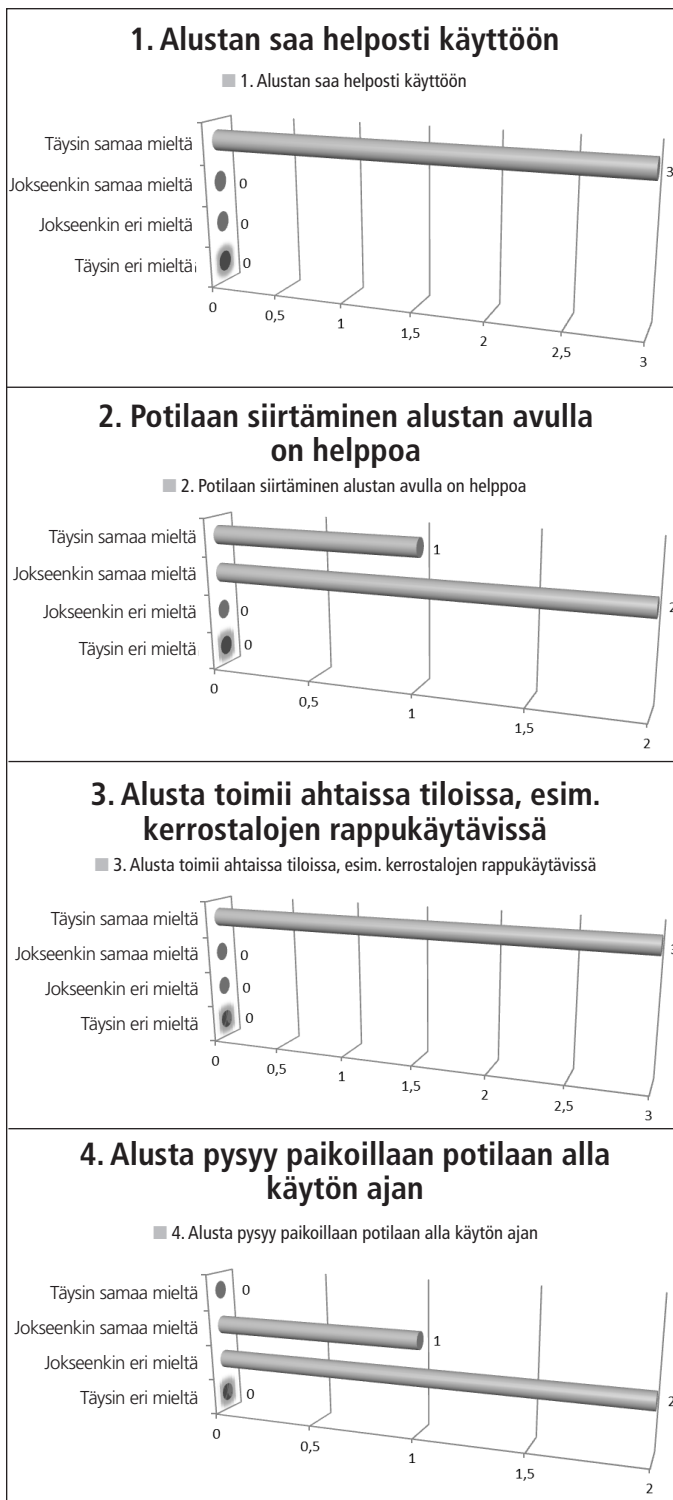
Lähes kaikki olivat sitä mieltä, että lakanalla ei uskalla kantaa potilasta korkealla. Tunne on epävarma, vaikka lakana todennäköisesti kestää oli useamman kommentti. Sen sijaan lähellä maata uskaltaa potilasta lakanalla kantaa ja siirto paareilta sairaaläsänkyyn sujuu vaivatta. Kantokahvoissa tapahtuu pientä venymistä ja kuuluu ritinää kantaessa ja tämä on se, joka aiheuttaa epävarman tunteen. Kaikki olivat meillä sitä mieltä, että ei korvaa kankaista siirtolakanana, mutta toimii hyvin varalla tilanteissa, jossa kankaiset lakanat esim. loppu. Lisäksi toimii kankaisen lakanan "suojalakanana" jos eritteinen potilas. Muutama kommentti oli, että lakanan imupinta ei ole kestävä, eli rikkoontuu helposti. Tämän asian huomasi itsekkin.

Lakanan koosta tuli kommenttia puolesta ja vastaan, eli neljä oli sitä mieltä, että lakana on riittävän kokoinen ja kolme sitä mieltä, että vähän liian pieni, varsinkin isokokoiselle potilaalle.

Omat kommenttini lakanasta ovat, että on pienillä parannuksilla käyttökelpoinen tuote, eli imuosan pitäisi olla vähän kestävämpi ja takuu siihen, että lakana todella kestää isokokoisinkin potilaan kantamista turvallisesti. Koko voisi olla mielestäni aavistuksen isompi. Jos lakana tulee tuotantokäyttöön, olemme ilman muuta kiinnostuneita ja toivoisinkin tiedon tavoittavan meidän, jos näin käy. Hinta varmasti osiltaan määrittelee käyttöasteen ja tilataanko tuotetta käyttöön."

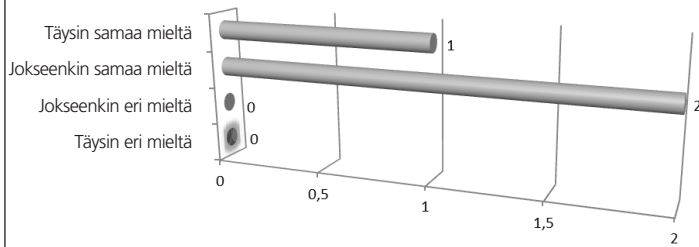
Testitulokset 3:n pylväsdiagrammeihin on koottu Kotkan pelastuslaitoksen testitulokset ja henkilökunnan kirjalliset kommentit.

Testitulokset 3. Pylväsdiagrammit näyttävät kyselykaavakkeilla saadut koekäyttötulokset Kotkan pelastuslaitokselta.



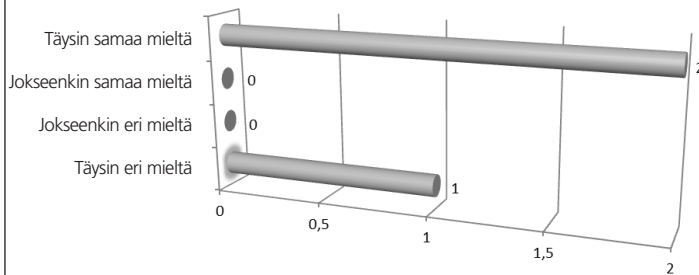
5. Alusta on riittävän imukykyinen (eritteet, vesi, veri)

■ 5. Alusta on riittävän imukykyinen (eritteet, vesi, veri)



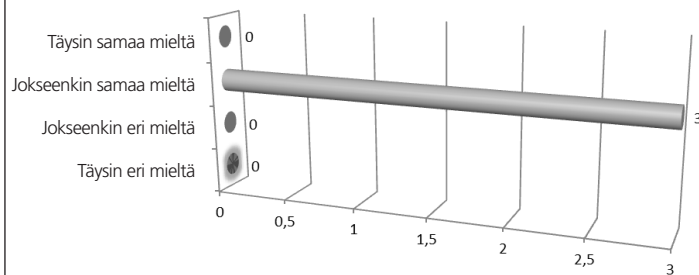
6. Alusta kestää käytön rikkoutumatta

■ 6. Alusta kestää käytön rikkoutumatta



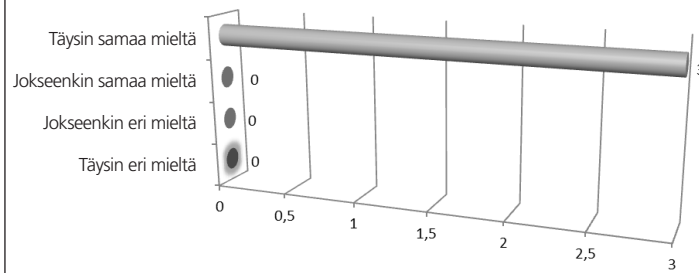
7. Alustan mittasuhteet ovat hyvät

■ 7. Alustan mittasuhteet ovat hyvät



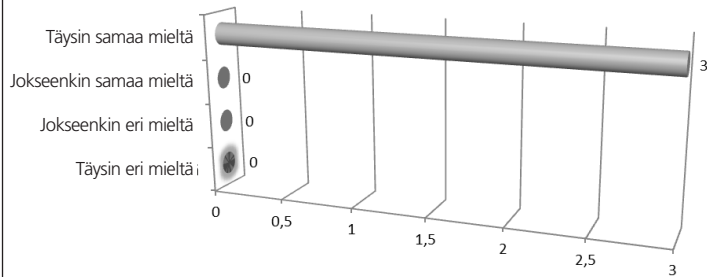
8. Kantokahvoja on riittävä määrä

■ 8. Kantokahvoja on riittävä määrä



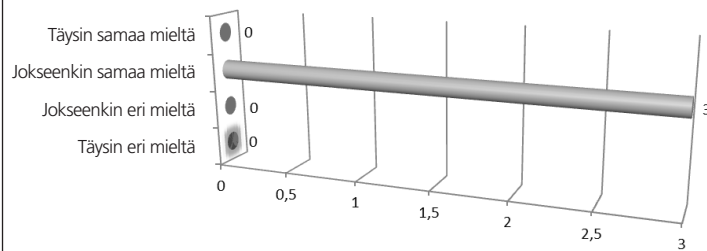
9. Kantokahvat ovat kestäviä

■ 9. Kantokahvat ovat kestäviä



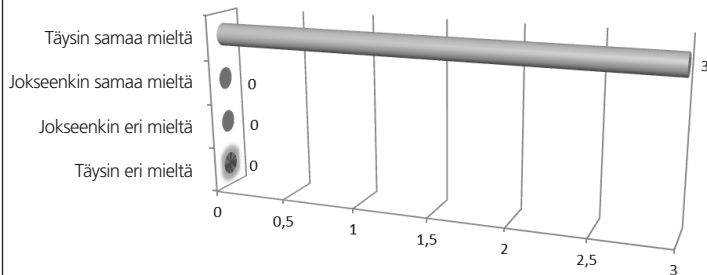
10. Kertakäyttöinen alusta korvaa kankaisten kantoliinan

■ 10. Kertakäyttöinen alusta korvaa kankaisten kantoliinan



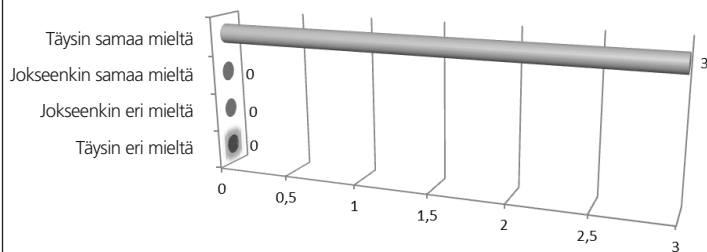
11. Alustan hävittäminen on helppoa

■ 11. Alustan hävittäminen on helppoa



12. Alustan kertakäyttöisyys on tärkeä ominaisuus

■ 12. Alustan kertakäyttöisyys on tärkeä ominaisuus



Muita kommenttejasi kertakäyttöisen siirtoalustan käytöstä (mahdolliset ongelmat/parannusehdotukset):

”Potilas pitäisi saada peitettyä”

”Ambulanssissa olisi hyvä jos suoja yltäisi potilaan päälle, sillä suojattaisiin turvavyöt ym. joka tapauksessa laitamme jonkin peiton potilaan päälle”

”Menee helposti ruttuun”

”Kun reunoja ei saa käännettyä patjan alle, meinasi tuuli viedä alustan”

Kotkan Carean leikkausosastolta, sekä Helsingin ja Kotkan pelastuslaitokselta saattujen tuloksien ja palautteiden perusteella kertakäyttöistä siirtoalustaa kehitettiin vielä seuraavasti: alustalle lisättiin leveyttä ja pituutta, kahvoja vahvistettiin ja air-laidin pysyvyyttä alustassa parannettiin.

7. TUOTTEIDEN TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT

KopTeri-osahankkeessa kehitetylle kertakäyttöiselle siirtoalustalle tullaan etsimään markkinoija ja valmistaja. Kymenlaakson ammattikorkeakoulun tavoitteena on saada siirtoalusta markkinoille niin kotimaassa kuin myös ulkomailla. Ammattikorkeakoulu näkeekin siirtoalustan globaalina tuotteena. Kertakäyttöiselle siirtoalustalle on haettu patentti ja kertakäyttöiselle suihkutuolin alusastialle, pesuhalle ja suojaesiliinalle on haettu hyödyllisyysmallisuoja. Hankkeessa kehitettiin myös kertakäyttöinen infuusiosetti, säilytyslaatikko kotihoitoon ja kertakäyttöinen poikkilakana- tai kroonikkovaippa. Nämä kolme tuotetta jäivät kuitenkin suunnitteluasteelle, mutta niitä tullaan mahdollisesti kehittämään tulevassa Kymenlaakson ammattikorkeakoulun sosiaali- ja terveysalan hankkeessa, joka tulee keskittymään infektioiden torjuntaan.

LÄHTEET

Eskola, S. 2010. Opinnäytetyö. Suihkutuolin alusastian tuotteistaminen ja suihkutuolin suojan suunnitteleminen sairaalaympäristöön. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Tuotekehityksen koulutusohjelma.

Eskola, S. & Lehtinen, H. 2011. Kopteri-projekti, siirtoalusta. Raportti. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Sosiaali- ja terveysala, Kotka.

Lehtinen, H. 2011a. Kopteri-projekti, suojaesiliina. Raportti. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Sosiaali- ja terveysala, Kotka.

Lehtinen, H. 2011b. Raportti. Kopteri-projekti, pesuhiha. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Sosiaali- ja terveysala, Kotka.

Teelahti, H 2011. Seminaarityö. Vuodesuojakonsepti terveydenhuoltoon. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Muotoilun koulutusohjelma.

Lappeenrannan teknillisen yliopiston internetsivut. Saatavissa: <http://www.lut.fi/fi/lut/introduction/Sivut/Default.aspx> [viitattu 4.11.2011].

Lacell Oy:n internetsivut. Saatavissa: <http://www.lacell.fi/company> [viitattu 11.10.2011].

Eltete Oy:n internetsivut. Saatavissa: http://www.eltete.com/eltete/index_FIN.html [viitattu 11.10.2011].

Paperplast Oy:n internetsivut. Saatavissa: <http://www.paperplast.fi/> [viitattu 11.10.2011].

Ecopulp Finland Oy:n internetsivut. Saatavissa: <http://www.ecopulp.fi/fi/yri-tys/body.htm>. [viitattu 11.10.2011].

Toimintakeskus Vapriikkien tiedot. Saatavissa: <http://www.kouvola.fi/palvelut/sosiaalijaperhepalvelut/sosiaalियो/paivajatyotoiminta.html> [viitattu 11.10.2011].

KUVALUETTELO

Kuva 1. Etacin Clean suihkutuoli ja kertakäyttöinen alusastia. Valokuvaaja: Saara Eskola

Kuva 2. Kertakäyttöinen, kannellinen, suihkutuolin alusastia. Pituus: 40cm, Leveys: 30 cm, Korkeus: 12 cm. Valokuvaaja: Heidi Lehtinen

Kuva 3. Nykyinen esiliina on käytössä sähköinen. Valokuvaaja: Heidi Lehtinen

Kuva 4. Puukuitupohjaisen suojaesiliinan pinta estää roiskeiden valumisen.

Esiliinan helmapituus 125 cm ja/tai 140 cm. Valokuvaaja: Heidi Lehtinen

Kuva 5. Puukuitupohjaisen suojaesiliinan pinta estää roiskeiden valumisen.

Esiliinan helmapituus 125 cm ja/tai 140 cm. Valokuvaaja: Heidi Lehtinen

Kuva 6. Nykyinen, käytössä oleva, pesukinnas. Valokuvaaja: Ei tiedossa

Kuva 7. Kertakäyttöinen pesuhiha. Koko: 1700 mm x 550 mm. Valokuvaaja: Heidi Lehtinen

Kuva 8. Kertakäyttöinen tynynsuoja. Koko: 55 cm x 65 cm, suojan läppä 55 cm x 25 cm. Valokuvaaja: Heidi Lehtinen

Kuva 9. Kankainen siirtoliina, joka on valmistettu puuvillasta. Valokuvaaja: Ei tiedossa

Kuva 10. Kertakäyttöinen siirtoalusta, jota voidaan käyttää esim. parien suojana. Valokuvaaja: Heidi Lehtinen

Kuva 11. Kuvissa demonstraatio, jossa potilas siirretään alustalla parien päälle. Valokuvaaja: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

Kuva 12. Kuvissa demonstraatio, jossa potilas siirretään alustalla parien päälle. Valokuvaaja: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

Kuva 13. Kuvissa demonstraatio, jossa potilas siirretään alustalla parien päälle. Valokuvaaja: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

Kuva 14. Kuvissa demonstraatio, jossa potilas siirretään alustalla sairaalasänkyyn. Valokuvaaja: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

Kuva 15. Kuvissa demonstraatio, jossa potilas siirretään alustalla sairaalasänkyyn. Valokuvaaja: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

Kuva 16. Kuvissa demonstraatio, jossa potilas siirretään alustalla sairaalasänkyyn. Valokuvaaja: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

Kuva 17. Kuvissa demonstraatio, jossa potilas siirretään alustalla sairaalasänkyyn. Valokuvaaja: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

Kuva 18. Kuvissa demonstraatio, jossa potilas siirretään alustalla sairaalasänkyyn. Valokuvaaja: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

Kuva 19. Kuvissa demonstraatio, jossa potilas siirretään alustalla sairaalasänkyyn. Valokuvaaja: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu

8. Sami-Seppo Ovaska

VALMISTUSMATERIAALIN KEHITYS

8.1 Non-wood-kuiduilla lujempaa paperia terveydenhuollon tarpeisiin.

Materiaalin lujuus on paperi- ja kartonkituotteiden käytettävyyden kannalta yksi keskeisimmistä tuoteominaisuuksista. Materiaalin lujuutta voidaan kuvata mm. veto-, repäisy-, puhkaisu-, pinta- ja märkäljuudella, joista erityisesti märkäljuudella on keskeinen merkitys terveydenhuollon tuotteissa. Sellun jauhatustetta lisäämällä voidaan saavuttaa hyvä vetolujuus, mutta samanaikaisesti erityisesti havusellupohjaisten paperien repäisylujuus heikkenee jonkin verran. Märkäljuutta puolestaan voidaan parantaa esimerkiksi märkälujaliimauksella, mutta monet liimat ovat formaldehydipohjaisia, mikä rajoittaa liimaustekniikan hyödyntämistä suoraan tai epäsuoraan ihokosketukseen tarkoitetuissa tuotteissa. Tutkimustulosten perustella non-wood-kuiduilla voidaan lujuusominaisuuksia kuitenkin parantaa jonkin verran.

9. JOHDANTO

Painopaperiteollisuudessa mekaanisen massan huonoja lujuusominaisuuksia kompensoidaan lisäämällä kuituraaka-aineeseen havusellua. Pitkät, lujat ja ohutseinäiset sellukuidut takaavat riittävän vetolujuuden jo suhteellisen pieninä annoksina. Tämän ns. armeerausmassan osuus kuituraaka-aineesta on tyypillisesti 15 - 30 %. /1/

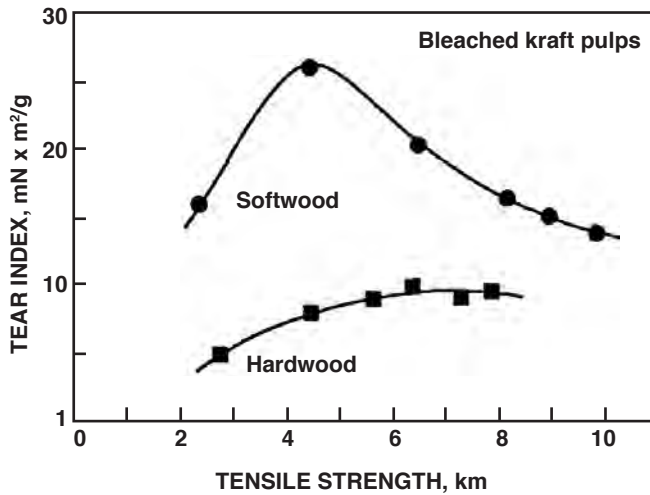
Terveydenhuollon kuitutuotteissa käytetään kuitenkin kemiallista massaa puhtaus- ja lujuusvaatimusten vuoksi. Havusellulla ei enää voida saavuttaa lisälujuutta, mikäli se on jo muutenkin tuotteen pääraaka-aine. Perinteisten puukuitujen lujuus ei siis enää riitä, vaan katse on kohdistettava non-wood-kuituihin. Tähän tutkimukseen valittiin korkealaatuisissa akvarellipapereissa käytetty pellava, josta on valmistettu paperia jo paljon ennen puukuidun käyttöönottoa.

Pellavan kiistattomia etuja on mm. ekologisuus ja biopohjaisuus. Paperiteollisuudessa käytetyt teolliset märkälujaliimat ovat useimmiten enemmän tai vähemmän terveydelle haitallisia ja siten niiden käyttäminen on ongelmallisia elintarvikepakauksissa ja suoraan ihokosketukseen tarkoitetuissa sovelluksissa.

9.1 Veto- ja repäisylujuus

Paperin lujuus perustuu ennen kaikkea kuitupituuteen ja kuitujen välisten sidosten määrään. Sidokset syntyvät vedenpoiston yhteydessä paperikoneella ja niiden määrään vaikuttaa mm. märkäpuristusvoima ja kalanterointitapa. /1/

Keskeisin merkitys on kuitenkin sellun jauhatusteella. Niin havu- kuin lehtipuusellujenkin vetolujuus kasvaa jauhatuksen funktiona, mutta repäisylujuus saavuttaa huippunsa huomattavasti vetolujuutta aiemmin. Kun repäisylujuuden maksimiarvo on saavutettu, lehtipuusellujen tapauksessa arvo vakiintuu tyypillisesti maksimitason tuntumaan, mutta havusellun tapauksessa repäisylujuus heikentyy selvästi. Kuvassa 2.1 on esitetty Sethin /2/ määrittämät veto- ja repäisylujuuden väliset suhteet valkaistuista havu- ja lehtipuuselluista valmistetuille paperiarkeille, joiden neliömassa oli 60 g/m².



Kuva 2.1. Veto- ja repäisylujuuden väliset suhteet valkaistujen mänty- ja koivusellujen tapauksessa. /2/

Kuituraaka-aineen valinnan tärkeyttä valmistettavan paperin lujuuteen tukee myös Kibblewhiten ja Brindley'n /3/ tutkimus. Tutkimuksessa vertailtiin eukalyptus- ja mäntysellusta valmistetun paperin lujuusominaisuuksia ja osoitettiin, että 20 % havuselluosuudella voidaan saavuttaa noin 10 % korkeampia vetolujuusarvoja jauhatustapauksessa ollessa matala verrattuna pelkästään eukalyptussellusta valmistettuun paperiin. Samalla repäisylujuus laski kuitenkin noin neljänneksen. Vetolujuuden kasvaessa hyvin suureksi, mitatut repäisylujuudet tasoittuivat lähes samalle tasolle riippumatta havuselluosuudesta, joten repäisylujuuden heikkeneminen verrattuna vetolujuuden kasvamiseen korostuu erityisesti vähemmän jauhettujen massojen tapauksessa.

Siten erityisesti havusellusta valmistetun paperin tapauksessa sellun jauhatustapaus on kompromissi veto- ja repäisylujuuden välillä. Lyhyt kuitupituus edesauttaa hyvän vetolujuuden syntymistä, mutta pitkiä kuituja tarvitaan repäisylujuuden ylläpitoon.

9.2 Märkälujuus

Märkälujuuden perustana on suoja- ja lujitusmekanismiteoriat. Suojamekanismi (homo-crosslinking mechanism, kuva 3.1) perustuu sekä märkälujakemikaalin levinneisyyteen kuidun pinnalla että silloittuneiden verkostojen muodostumiseen kuitusidosten ympärille. Silloittuneet verkostot estävät kuidun turpoamisen paperin kastuessa uudelleen ja mahdollistavat kovalenttisten sidosten säilymistä siten, että kuivalujuus säilyy osittain paperin kostumisenkin jälkeen. /4/

Lujitusmekanismi (co-crosslinking mechanism, kuva 3.1) perustuu märkälujakemikaalin ja selluloosan väliselle reaktiolle, jonka seurauksena syntyy kovalentti-

sia sidoksia niin selluloosamolekyyliden kuin kuitujenkin välille. Ionisidosten avulla saavutettu märkälujuus ei ole luonteeltaan pysyvää, mutta kovalenttiset sidokset kestävät kostumista ja pitävät siten märkien kuitujen lujuutta paremmin yllä. /5/



Kuva 3.1 Suoja (vas.)- ja lukitusmekanismit. /6/

9.3 Materiaalit ja menetelmät

Havusellupohjaisen paperin lujuusominaisuuksia yritettiin parantaa käyttämällä pellavaa osana raaka-ainekoostumusta. Tutkitut pellava-annokset olivat 0, 5, 10, 15, 20 ja 25 %. Pellavakuidut leikattiin ensin 2,5 cm pituisiksi ja niitä liuotettiin vedessä neljän tunnin ajan. Vesi vaihdettiin kahden tunnin jälkeen ja lopuksi kuidut pestiin puhtaaksi imupullon avulla. Kuituja jauhettiin Valley-hollanterilla kuuden tunnin ajan.

Koearkit valmistettiin KCL-arkkimuotilla standardien SCAN C 26:76 ja SCAN M 5:76:n mukaisesti. Tavoiteneliömassa oli kaupallisen referenssituotteen tavoin 31 g/m². Yhden arkkisarjan koko oli 10 arkkiä.

Märät arkit märkäpuristettiin L&W:n märkäpuristimella. Puristuksen kestoksi säädettiin 4 minuuttia ja puristuspaineksi asetettiin 490 kPa. Arkit kuivattiin L&W:n kuivatusrummussa. Kuivatusaika oli neljä tuntia ja teho oli säädetty tasolle 3. Kuivatuksen jälkeen arkit ilmastoitiin vakio-olosuhteissa (RH 50 %, 23 °C, 4 h).

Ilmastoiduista arkeista määritettiin stanssauksen jälkeen yleiset ominaisuudet sekä veto-, repäisy- ja märkälujuus. Neliömassa määritettiin standardin SCAN P 6:75 mukaisesti. Paksuuden, tiheyden ja bulkin määrittäminen perustui standardiin SCAN 7:75. Vetolujuusmittaus tehtiin standardin SCAN P 38:80 mukaisesti ja repäisyjuusmittaus standardin SCAN P 11:96 mukaan. Märkälujuusmittaus tehtiin noudattaen standardia TAPPI T 456 om-87.

9.4 Veto-, repäisy- ja märkäljuuden tulokset

Referenssipaperin vetolujuus oli erittäin alhainen niin kone- kuin poikkisuunnassa (taulukko 5.1). Pelkästä havusellusta koostuvan laboratorioarkin vetolujuus oli huomattavasti korkeampi, mikä on selitettävissä valmistustekniikoiden eroilla. Käytettäessä laboratorioarkkimuottia, kuidut asettuvat sattumanvaraisesti, kun taas teollisessa tuotannossa kuidut orientoituvat konesuuntaisesti. Lisäksi laboratorioarkkeja ei jatkojalostettu.

Taulukko 5.1. Laboratorioarkkien ja referenssikreppipaperin vetolujuus (kN/m), vetolujuuden hajonta (N/m) ja vetolujuusindeksi (Nm/g). MD (machine direction) tarkoittaa konesuuntaa ja CD (cross direction) poikkisuuntaa.

| Koepiste | Vetolujuus [kN/m] | Hajonta [N/m] | Vetolujuusindeksi [Nm/g] |
|------------------|----------------------|------------------|-----------------------------|
| SW 100 % | 2,55 | 131 | 74,99 |
| SW 95 % : P 5 % | 2,83 | 252 | 80,82 |
| SW 90 % : P 10 % | 2,87 | 252 | 83,08 |
| SW 85 % : P 15 % | 2,85 | 185 | 81,51 |
| SW 80 % : P 20 % | 2,85 | 166 | 83,80 |
| SW 75 % : P 25 % | 2,69 | 89 | 82,88 |
| Referenssi (MD) | 0,70 | 101 | 22,49 |
| Referenssi (CD) | 0,56 | 98 | 17,97 |

Tuloksista voidaan havaita, että jo pieni pellavamassalisäys kasvatti vetolujuutta selvästi. Vetolujuus ei kuitenkaan enää kasvanut yli 10 % pellava-annoksilla, vaan asettui vakiotasolle. Karkeasti voidaan todeta, että pellavalla voidaan kasvattaa paperin, jonka pääraaka-aineena on havusellu, vetolujuutta noin 8 - 11 %.

Pienemmät pellavalisäykset heikensivät jonkin verran arkkien repäisylujuutta, mutta kokonaisuudessaan erot jäivät pienehköiksi. Suuremmilla annoksilla havaittiin repäisylujuusindeksin asettuvan tasolle 9 mN x m²/g (Taulukko 5.2).

Referenssipaperin todettiin olevan repäisylujempaa, kuin laboratorioarkkien. Kone- ja poikkisuuntaiset erot jäivät pieniksi, mutta poikkisuunnan repäisylujuus oli jonkin verran konesuunnan tulosta parempi. Paperin toiminnallisuuden kannalta pellavan aiheuttamaa repäisylujuuden vähenemistä voidaan pitää harmillisena, sillä heikompi lujuus voi vaikeuttaa paperin jatkojalostamista terveydenhuollossa käytettäväksi tuotteeksi. Toisaalta tulos oli odotettavissa kirjallisuudessa ilmoitettujen tietojen perusteella /2, 3/.

Taulukko 5.2. Laboratorioarkkien ja referenssikreppipaperin repäisylujuudet (mN), repäisylujuuden hajonta (mN) ja repäisylujuusindeksi (mN x m²/g).

| Koepiste | Repäisylujuus [mN] | Hajonta [mN] | Repäisylujuusindeksi [mN x m ² /g] |
|------------------|-----------------------|-----------------|--|
| SW 100 % | 390 | 35 | 11,5 |
| SW 95 % : P 5 % | 357 | 9 | 10,2 |
| SW 90 % : P 10 % | 330 | 4 | 9,6 |
| SW 85 % : P 15 % | 286 | 17 | 8,2 |
| SW 80 % : P 20 % | 305 | 28 | 9,0 |
| SW 75 % : P 25 % | 297 | 27 | 9,1 |
| Referenssi (MD) | 453 | 28 | 14,6 |
| Referenssi (CD) | 521 | 11 | 16,8 |

Märkäljuuskokeissa todettiin referenssipaperin täyttävän esim. Hubben /7/ kuvailema märkäljuusvaatimus (märkäljuus > 10 % vetolujuudesta) konesuunnassa, mutta radan poikkisuuntainen märkäljuus oli liian alhainen mittaustuloksen saamiseksi. Märkäljuusmääritelmän mukaan laboratorioarkit eivät olleet märkäljuja, mutta toisaalta indeksimuodossa ilmoitetut arvot olivat referenssituotetta suurempia 15 % ja sitä suuremmilla pellavaosuuksilla.

Siten pellavakuidun voidaan todeta olleen huomattavasti havusellua märkäljuempaa ja tämä tulos on erittäin lupaava, sillä se indikoi pellavakuidulla olevan potentiaalia referenssipaperin märkäljuuden parantamisessa. Tulokset on esitetty Taulukossa 5.3.

Taulukko 5.3. Laboratorioarkkien ja referenssikreppipaperin märkäljuusindeksi (Nm/g) ja märkäljuus (%).

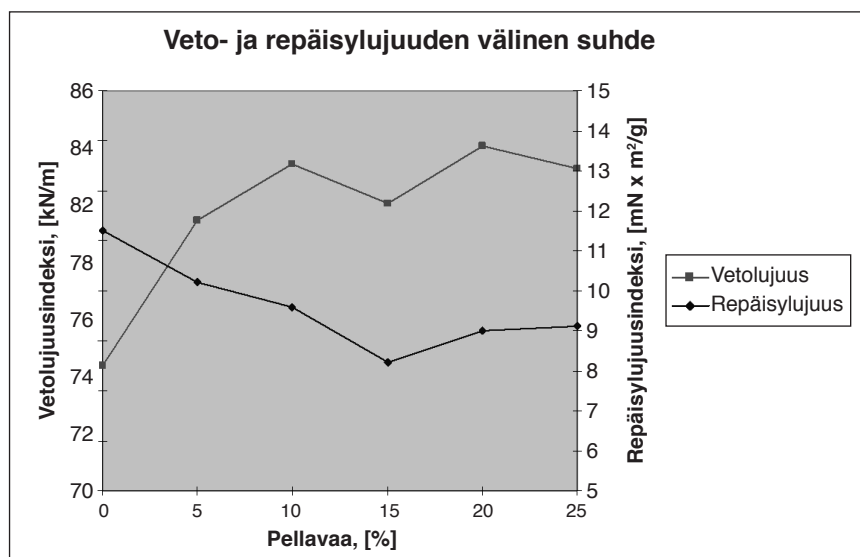
| Koepiste | Märkäljuusindeksi [Nm/g] | Variaatiokerroin [%] | Märkäljuus [%] |
|------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------|
| SW 100 % | 2,73 | 6,7 | 3,6 |
| SW 95 % : P 5 % | 2,91 | 7,4 | 3,6 |
| SW 90 % : P 10 % | 3,09 | 7,8 | 3,7 |
| SW 85 % : P 15 % | 3,70 | 11,8 | 4,5 |
| SW 80 % : P 20 % | 3,83 | 5,9 | 4,6 |
| SW 75 % : P 25 % | 4,74 | 12,6 | 5,7 |
| Referenssi (MD) | 3,20 | 9,1 | 16,1 |
| Referenssi (CD) | - | - | - |

9.5 Veto- ja repäisylujuuden välinen suhde

Kuvassa 5.1 on esitetty laboratorioarkkien veto- ja repäisylujuuden välinen suhde pellava-annoksen funktiona. Kuvasta nähdään selvästi, että vetolujuuden kasvaessa repäisylujuus heikkeni saavuttaen vetolujuuden tavoin tietyn vakiotason. Molempien lujuusominaisuuksien pitämiseksi hyvänä, järkevä pellavan annosmäärä oli selvästi joko 5 tai 10 %, jolloin saavutettiin erinomainen vetolujuus. Näillä annosmäärillä repäisylujuus ei vielä ollut heikennyt alhaisimmalle tasolle.

Veto- ja repäisylujuuden osalta pellava käyttäytyi kirjallisuustulosten kaltaisesti. Vetolujuuden kasvu yhdistettynä repäisylujuuden heikkenemiseen ja tietyn vakiotason saavuttaminen kertovat kokeen sujuneen hyvin. Tuloksia ei voi kuitenkaan pitää täysin suotuisina, sillä parhaat märkäljuusarvot saavutettiin vähintään 15 % pellavamassa-annoksilla.

Kuva 5.1 Laboratorioarkkien vetolujuuden (kN/m) ja repäisylujuuden (mN x m²/g) välinen suhde. Lujuudet on ilmoitettu indeksimuodossa.



9.6 Yhteenvetoja ja johtopäätökset

Pellavan todettiin vaikuttavan veto- ja repäisylujuuden väliseen suhteeseen havusellun tavoin. Armeerauskäyttöön vaadittava annos on pienehkö, selvästi painopaperien valmistuksessa vaadittua 15 - 30 % havuselluosuutta vähäisempi. Jo 5 % pellavalisäyksen havaittiin parantavan referenssipaperia jäljittelevän laboratorioarkin vetolujuutta liki kymmenellä prosentilla, mutta suuremmilla annoksilla saavutettu hyöty oli selvästi vähäisempi. 5 % annoksen vaikutukset märkäljuuteen olivat vähäisiä, mutta 15 % pellavaosuudella saavutettiin yli 20 % suurempi märkäljuusindeksi.

Repäisyylujuuden heikkeneminen pellava-annoksen funktiona oli odotettu tulos. Pienempi repäisyylujuus saattaa vaikeuttaa paperin jalostamista lopputuotteeksi ja toisaalta vaikuttaa lopputuotteen käytettävyyteen. Pellavan käyttämiselle osana terveydenhuollon kuitupohjaisia tuotteita löytyy kuitenkin perusteita sen ekologisuudesta, turvallisuudesta verrattuna märkälujaliimoihin, ympäristöystävällisestä mielikuvasta ja puuhun verrattuna nopeasta kasvusta.

Pellavan ja muidenkin non-wood-kuitujen käyttöön paperinvalmistuksessa liittyy kuitenkin joukko ongelmia. Kuituraaka-aine on puuraaka-ainetta kalliimpaa ja raakapellavan käsittely on haastavaa sen likaisuuden ja rasvaisuuden vuoksi. Pellavakuitu onkin pestävä ennen jauhatusta ja jauhatuksen energiatarve saattaa lisäntyä. Lisäksi liukenevat rasvat aiheuttavat voimakasta vaahtoamista.

10. POLYMEERIT KUITUPOHJAISTEN MATERIAALIEN VEDEN, KEINOVIRTSAN JA VEREN APUNA ABSORPTIOKAPASITEETIN LISÄÄMISESSÄ

Absorptiokapasiteetti on keskeinen hygienia- ja pehmopaperituotteiden ominaisuus. Veden imukykyyn liittyvät mekanismit on hyvin tunnettuja ja heikon imeytymisen parantamiseksi on olemassa useita keinoja. Eri kuituraaka-aineiden absorptiokyvyt eroavat toisistaan, joten sopivalla raaka-ainevalinnalla voidaan jo vaikuttaa melko paljon lopputuotteen imukykyyn.

Tilanne kuitenkin vaikeutuu, mikäli absorboitava neste ei olekaan vesi. Korkeampi elektrolyyttikonsentraatio ja nesteen viskositeetin muutokset vaikuttavat imeytymiseen. Siten kehon nesteiden, kuten veren ja virtsan, absorboimiseen eivät perinteiset keinot välttämättä ole riittäviä. Tässä tutkimuksessa keskityttiin airlaid-paperiin ja sen absorptiokapasiteetin kasvattamiseen erilaisin polymeerein. Tulosten perusteella CMC-pintaliimauksella voitiin parantaa tuotteen veden imukykyä 10 - 20 %. Testatut CMC-lajit kuitenkin havaittiin riittämättömiksi veren ja virtsan absorption lisäämiseen. Kokeissa käytetty superabsorboiva polymeeri todettiin tehokkaaksi veden absorboijaksi sekä imevän erityisesti virtsaa melko hyvin.

11. JOHDANTO

Tutkimuksen lähtökohtana oli tuotekehitysprojektissa havaittu airlaid-paperin riittämätön kehon nesteiden imukyky. Yksinkertaisin keino absorptiokapasiteetin lisäämiseen on luonnollisesti kuitumateriaalin määrän kasvattaminen joko kerros määrää lisäämällä tai valitsemalla neliömassaltaan suurempi paperi. Toisaalta nämä keinot kasvattavat lopputuotteen paksuutta ja siten vaikeuttavat tuotteen valmistusta pieneen tilaan.

Hygieniatuoteteollisuus on viime vuosikymmeninä pyrkinyt vähentämään kuituraaka-aineen osuutta vaipoissa ja terveyssiteissä, sillä kuituraaka-aine (erityisesti revinnäismassa) on hinnaltaan imutehoisempia superabsorbentteja kalliimpaa. Superabsorbenttien imutehon kääntöpuoli on useimpien polymeerien öljypohjaisuus. Siten imukyvyn kasvattaminen luonnon polymeereillä tai puolisynteettisillä tuotteilla toisi ekologista lisäarvoa. Superabsorbenttien imukykyä on toistaiseksi vaikeaa saavuttaa pelkillä luonnon polymeereillä, mutta tulevaisuudessa tarjolla saattaa olla myös biopolymeerejä, joiden absorptiokapasiteetti on riittävä kilpailemaan nykyisten superabsorbenttien kanssa.

Kokeissa käytettiin kuivapaperin imukyvyn tehostamiseen perinteistä superabsorbenttia ja CMC:tä, joka on puolisynteettinen tuote. Terveystuotteen näkökulman vahvistamiseksi imeytysnesteinä vertailtiin vettä, naudan verta ja keinovirtsa.

11.1 Airlaid

Airlaid eli kuivapaperi on kuitukankaan ja paperin välimuoto, jonka valmistusprosessi muistuttaa kuitukankaan valmistamista. Kuivapaperia käytetään erityisesti hygieniatuotteissa korvaamaan kankaita ja kuitukankaita, mutta myös esimerkiksi eriyistä lujuutta vaativissa teollisuuspyyhkeissä.

Kuivapaperin valmistus koostuu raaka-aineen kuidutuksesta, rainauksesta ja sideainelisäyksestä. Tavallisesti sideaineena käytetään etyleenivinyylisetaattia (EVA). Sideainelisäyksen jälkeen tuote kuivataan ja kovetetaan sekä lopuksi viimeistellään. Valmistusprosessissa kuidut asettuvat sattumanvaraisesti, joten kone- ja poikkisuunnan aiheuttamia vaihteluita lujuus- ja venymäominaisuuksissa ei ole.

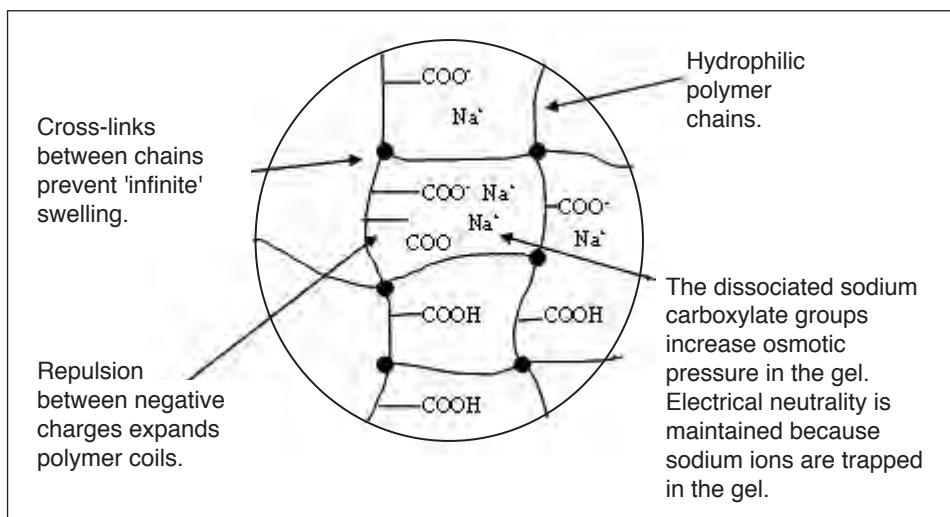
Tavalliseen pehmopaperiin verrattuna kuivapaperi on sekä kuiva- että märkälujempaa ja imukykyisempää. Materiaali ei ole herkkää liuottimille ja pesuaineille. Lisäksi se on nukkaamatonta ja pehmeää. Toisaalta airlaidin imukyky ei välttämättä yllä revinnäismassan tasolle. /1, 2/

11.2 Superabsorbentit

Superabsorbentit (SAP) ovat aineita, jotka imevät nestettä itseensä moninkertaisesti omaan painoonsa nähden, eikä imeytynyt neste vapaudu edes kohdistettaessa painetta absorbenttiin. /3/

Superabsorbentit ovat usein valkoisia, raemaisia materiaaleja, jotka koostuvat ristsidoksellisista polykarboksylaateista. Lisäksi tarjolla on liuosmuotoisia tuotteita. Polymeerin hiiliketjuun on sitoutunut akryylihapo- ja natriumakrylaattimolekyylejä. Keskeisimmät fysikaaliset ominaisuudet ovat myrkyttömyys, ärsyttämättömyys, liukenemattomuus ja neutraali pH. /3/

Superabsorbenttien turpoamismekanismit on esitetty kuvassa 3.1. Turpoaminen on SAP-materiaalien keskeisin ominaisuus, mikä on seurausta molekyylin hydrofiilisyydestä, varauksen aiheuttamasta repulsiivoimasta ja hiiliketjuun kiinnittyneestä natriumakrylaatista. /22/ Superabsorbenttien imukyky riippuu kuitenkin voimakkaasti absorboitavan nesteen ominaisuuksista. Superabsorbentit kykenevät imemään jopa yli satakertaisen määrän vettä omaan painoonsa nähden, mutta esimerkiksi veren absorptio jää parhaassakin tapauksessa noin 25-kertaiseksi /4/. Virtsan absorptio puolestaan on noin 20 - 40 ml/g polymeeriä /5/.



Kuva 3.1 Superabsorbentien turpoamismekanismit. /3/

Superabsorbentit on alun perin kehitetty imemään vettä, mutta esimerkiksi Lind /6/ on tutkinut superabsorbenttien modifioimista veren absorptioon parantamiseksi. Lisäämällä polymeeriin huokoistusainetta saavutettiin pääsääntöisesti 5 - 10 % parempi virtsan absorptiokapasiteetti. Huokoistusaineena käytettiin magnesiumkarbonaattia (MgCO_3), mutta Lind totesi myös $(\text{NH}_4)\text{CO}_3$:n käytön yksin tai yhdessä magnesiumkarbonaatin kanssa olevan mahdollista.

Myöhemmin glyseriini, sorbitoli ja maitohappo, sekä näiden yhdistelmät, on otettu käyttöön lisäaineina superabsorbenttien veren absorptioon lisäämisessä. Hanseinin ja Halabiskyn /7/ mukaan superabsorbenttikiteiden päällystäminen näillä kemikaaleilla kasvattaa polymeerin veren absorptioon jopa kaksinkertaiseksi. Lisäaineiden applikointi polymeerin pintaan voidaan tehdä esimerkiksi ruiskuttamalla kemikaalia absorbenttien päälle, upottamalla polymeeri kemikaaliin tai liettämällä.

Myös immunopeutta voidaan parantaa lisäämällä polymeerin huokoisuutta. Aiemmin esitettyjen kemikaalien lisäksi huokoisuutta voidaan saada vinyylimonomereiden avulla happamassa ympäristössä, jossa on natriumvetykarbonaatin muodostamia kaasukuplia. Esimerkiksi Chen *et al.* /8/ onnistuivat lyhentämään täydelliseen turpoamiseen kulunutta aikaa noin 12 tunnista alle tuntiin tämän menetelmän avulla.

11.3 Karboksimeetyliselluloosa

Karboksimeetyliselluloosa (CMC) on puolisynteettinen vesiliukoinen kemikaali, jota käytetään laajasti paperiteollisuudessa. Päällystyspastoissa CMC parantaa mm. vesiretenttiä ja nostaa pastan viskositeettia sekä toimii stabilointi- ja dispergointiaineena. Pintaliimauksessa CMC:tä käytetään erityisesti lisäämään pintalujutta. /9/

CMC-liuokset ovat luonteeltaan viskooseja. Polymeerin koko ja substituutioaste vaikuttavat viskositeettiin: pituuden kasvattaminen ja matala substituutioaste antavat suurimman viskositeetin. Myös ympäristön pH:lla on vaikutusta. /9/ CMC:n absorptiokyky on parhaimmillaan substituutioasteen ollessa $> 0,35$. /10/

Liukoisuus veteen on sakeutumisen ohella toinen tärkeä ominaisuus. CMC-päällysteisestä paperista tulee liueta mahdollisimman vähän CMC:tä tuotteen kostuessa. Pitkä selluloosarunko ja matala substituutioaste vähentävät karboksimeetyliselluloosan liukenemistä, mutta lievästi happamalla pH-alueella liukeneminen on karboksyyliyhdyntien protonoitumisen vuoksi vähäisintä. /9/

CMC:n ristiinsilloittaminen parantaa merkittävästi absorptiokapasiteettia, jopa nelinkertaiseksi. /10/ Ristiinsilloittaminen voidaan tehdä lukuisilla kemikaaleilla, kuten formaldehydillä, epikloorihydriinillä tai diepoksidiareagensseilla, joista Reidin /11/ mukaan epikloorihydriini on edullisin vaihtoehto. Muokkaus voidaan tehdä joko kuivaan tai märkään CMC:hen.

Kuten superabsorbenttien tapauksessa, myös CMC:n imukyky riippuu useasta eri tekijästä. Pourjavadi *et al.* /12/ listasi mm. pH:n, lämpötilan, nesteen suolapitoisuuden, sähkö- ja magneettikentän sekä antigeenien vaikuttavan imukykyyn. Näiden lisäksi tutkittiin paineen vaikutusta. Myös suolapitoisuudella havaittiin olevan

vaikutusta, erityisesti alumiinisulolat heikensivät imukykyä merkittävästi. Voimak-
kain turpoaminen saavutettiin neutraalilla pH-alueella.

11.4 Materiaalit ja menetelmät

Kokeissa vertailtiin CP Kelcon Finnfix 4000 G –CMC:n ja Stockosorb 500 M -su-
perabsorbentin vaikutuksia Lacell Oy:n valmistaman kuivapaperin (80 g/m²) ab-
sorptiokapasiteettiin. Testatun kuivapaperin sideaineena oli käytetty EVA:a.

CMC lietettiin valmistajan suositusten mukaisesti. Liuoksen kuiva-ainepitoisuus
säädettiin 3 prosenttiin. Päälystys tehtiin Venema-sauvapäälystymellä 0,2 mm
sauvalla. Kuivatuksen jälkeen päälystetyt arkit leikattiin 10 x 10 cm kokoisiksi tes-
tikappaleiksi.

Veden absorptio määritettiin EDANA WSP 10.2 (05) -standardin mukaisesti. Mi-
nuutin kuivatusajan jälkeen näyteliuskat punnittiin uudelleen ja punnitustuloksista
laskettiin nesteen absorptio. Tulos ilmoitettiin yksikössä g/g paperia. Toistetta-
vuuden vuoksi koesarjat tehtiin myös milliporevedellä.

Stockosorb 500 annosteltiin kuivapaperista valmistettujen taskujen sisään. Koet-
ta varten leikattiin ilmastoidusta kuivapaperista 20 x 10 cm:n kokoisia liuskoja.
Rinnakkaismäärittämiä tehtiin kymmenen kappaletta. Liuskalle punnittiin haluttu
määrä superabsorbenttia ja tasku liimattiin kiinni PVAc-pohjaisella liimalla.

Varsinainen absorptiomittaus tehtiin EDANA WSP 10.2 -standardia mukaillen.
Näyte upotettiin kostutusnesteeseen halutuksi ajanhetkeksi (1, 2, 3, 5, 10, 15, 25
min) ja sen annettiin kuivua vapaasti yhdestä kulmasta riiputtaen minuutin ajan.

Kokeissa käytetty naudan veri oli Veljekset Röngän tuottamaa pakasteverta. Virt-
san tasalaatuisuuden varmistamiseksi valmistettiin tekovirtsaa Multasen /13/
käyttämän reseptin mukaan. Molemmat liuokset valmistettiin Millipore-vedestä
ja liuokset sekoitettiin keskenään juuri ennen absorptiokoetta.

Taulukko 4.1 Tekovirtsan valmistuksessa käytettyjen liuosten A ja B koostumus.

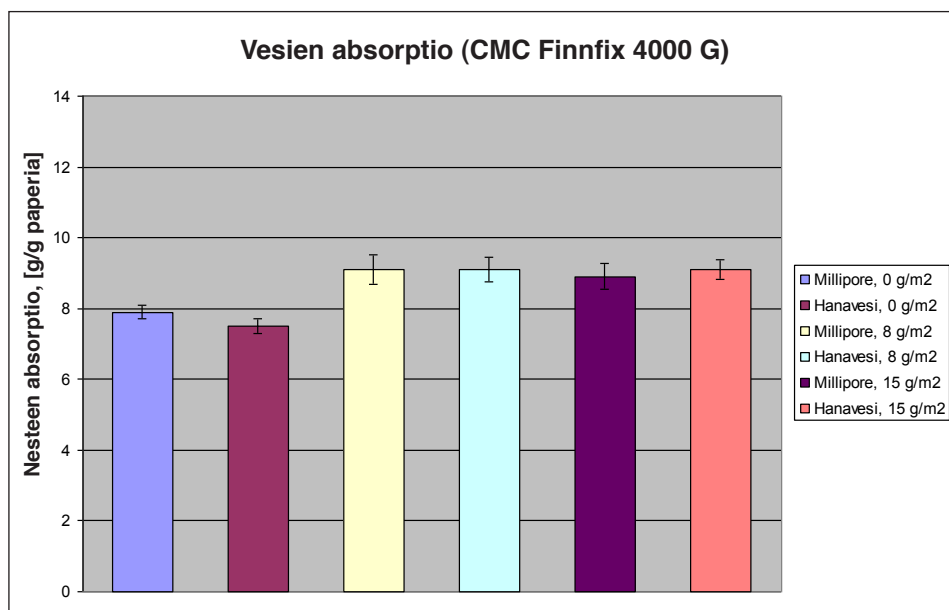
| LIUOS A | | LIUOS B | |
|--------------------------------------|--------|-----------------------|--|
| Kemikaali | | Määrä, [g/l] | Määrä, [g/l] |
| CaC ₁₂ x H ₂ O | | 1,765 | Na ₂ HPO ₄ x H ₂ O |
| Na ₂ SO ₄ | | 4,862 | Na ₂ HPO ₄ |
| MgSO ₄ x | 1,143 | Na ₃ Cit x | 1,168 |
| 7 H ₂ O | | 2 H ₂ O | |
| NH ₄ Cl | 4,643 | NaCl | 13,545 |
| KCl | 12,130 | | |

11.5 CMC:n tulokset

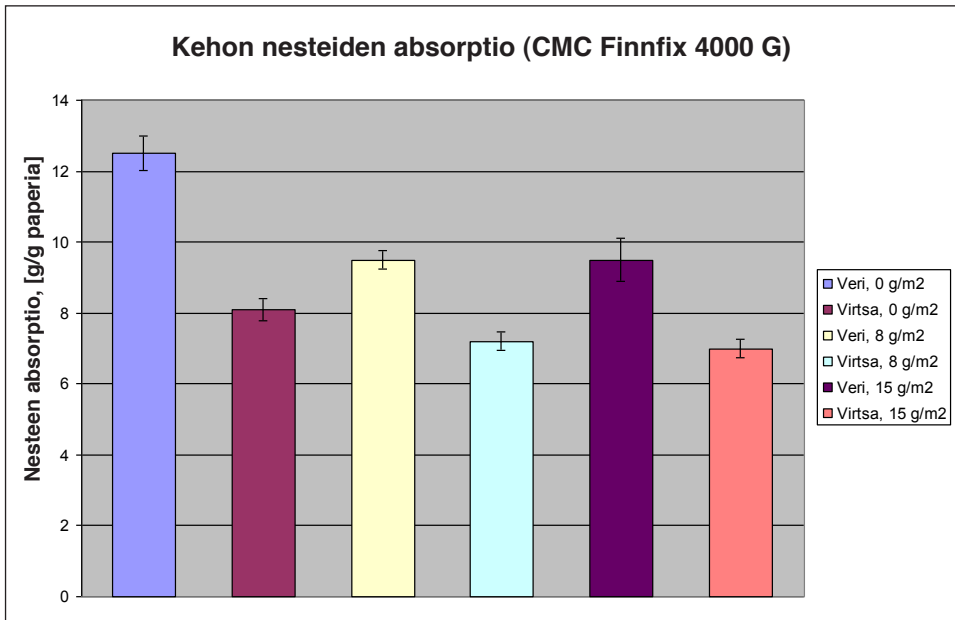
Finnfix 4000 G kasvatti jonkin verran Millipore- ja hanaveden absorptiota. Päälystemäärästä (8 ja 15 g/m²) riippumatta imukyky kasvoi noin yhden gramman paperigrammaa kohden, eli kasvu oli noin 10 %. Millipore- ja hanaveden välillä ei havaittu eroja imeytymismäärissä ja virherajat pysyivät pienehköinä. Tulokset on esitetty Kuvassa 5.1.

Loogisin selitys hyvälle tuloksille lienee käytetyn polymeerin selluloosarungon pituus, sillä Finnfix 4000 G:n polymeerit ovat kooltaan suuria. Karboksimeetyyliseluloosan vedenpidätyskyky kasvaa selluloosaketjun pituuden kasvaessa, koska tällöin polymeerin liukeneminen vähentyy.

Millipore- ja hanavedellä saavutetut hyvät tulokset eivät valitettavasti toistuneet, kun kostutusnesteinä käytettiin tekovirtsaa tai naudan verta. Päälystemäärien välillä ei havaittu eroavaisuuksia imukyvyssä. Tuloksista kävi kiistatta selväksi, ettei Finnfix 4000 G auttanut kasvattamaan kuivapaperin imukykyä yhdessäkään koepisteessä. Huono tulos on todennäköisesti seurausta virtsan ja veren vettä korkeammasta suolakonsentraatiosta. Tulokset on esitetty kuvassa 6.1.



Kuva 6.1 Finnfix 4000 G:llä päällystetyn kuivapaperin Millipore- ja hanaveden absorptio- kapasiteetit (g/g paperia) päällystemäärillä 0, 8 ja 15 g/m².

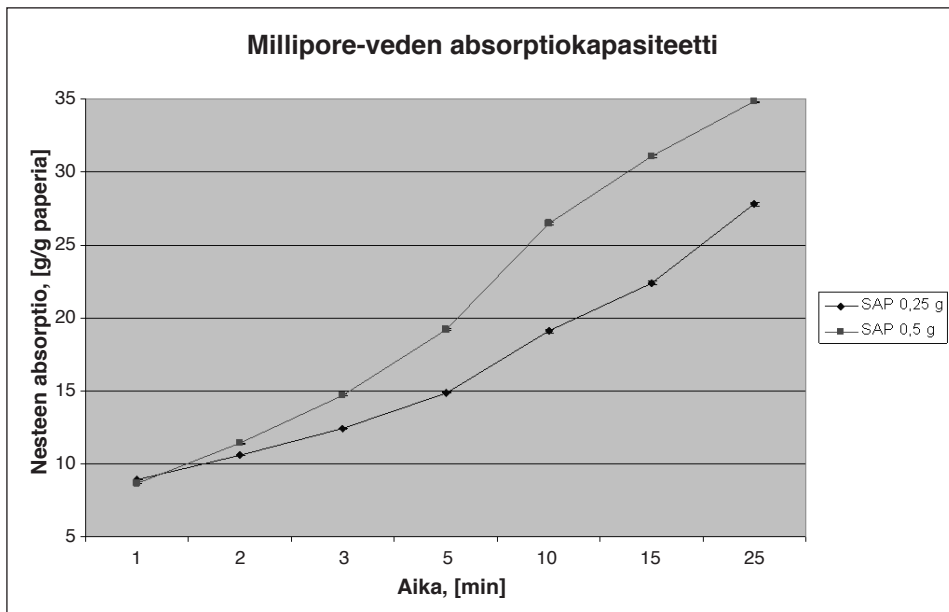


Kuva 6.2 Finnfix 4000 G:llä päällystetyn kuivapaperin nautan veren ja tekovirtsan absorptio-
kapasiteetit (g/g paperia) päällystemäärillä 0, 8 ja 15 g/m².

11.6 Superabsorbenttien tulokset

Stockosorb 500 M havaittiin hyväksi veden absorboijaksi. 0,25 g superabsorbentti-
annos imi liki 100-kertaisen määrän Millipore-vettä itseensä 25 minuutin aika-
na, kun kuivapaperi kyllästyi vedestä noin minuutin jälkeen. Absorptioajan ol-
lessa 5 min 0,25 g superabsorbenttia oli absorboinut noin 30-kertaisen määrän
vettä omaan painoonsa nähden. Tällöin oletetaan, etteivät superabsorbenttirakeet
muuttaneet kuivapaperin imukykyä.

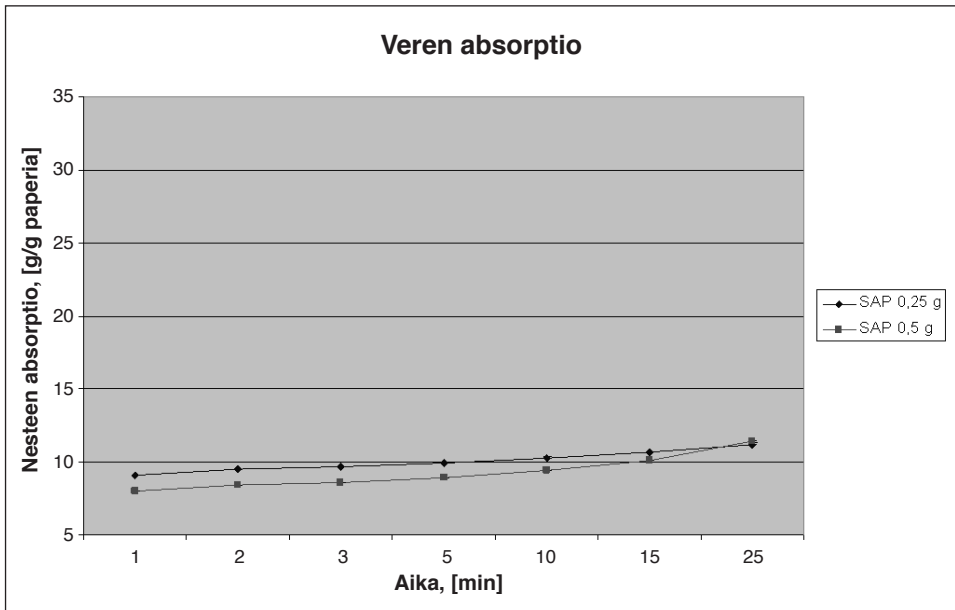
Suurempi annos ei enää lisännyt imeytyneen veden määrää suhteessa pienempään
yhtä paljon, mutta imeytyneen veden määrää voidaan silti pitää merkittävänä. Li-
säksi kokeet antoivat viitteitä, että 25 min kostutusajan jälkeenkin kemikaali pysyy
aktiivisena. 25 min kostutusaika havaittiin kuitenkin korkeimmaksi mahdolliseksi
tässä koejärjestelyssä, sillä kuivapaperitaskujen liimasauamat alkoivat repeillä kitei-
den turvotessa yhä suuremmiksi. Koepisteiden virherajat jäivät hyvin pieniksi, mi-
kä helpotti tulosten analysointia. Tulokset virherajoineen on esitetty Kuvassa 5.3.



Kuva 5.3 Stockosorb 500 -superabsorbentillä täytetyn kuivapaperitaskun absorboima Millipore-veden määrä (g/g paperia) seitsemänä eri ajanhetkenä (min).

Veren suuri elektrolyyttikonsentraatio heikensi selvästi superabsorbenttien imukykyä. Tulosten perusteella (Kuva 5.4) voidaan päätellä, että absorbenttikide tarvitsee enemmän aikaa aktivoituaan, mikäli kostutusnesteenä käytetään verta. Tulos ei sikäli ole huono, sillä hygieniatuotteiden käyttöaika on tyypillisesti joitakin tunteja.

Yleistäen voidaan sanoa, että superabsorbenttitäyteinen kuivapaperitasku imi kolmessa minuutissa saman määrän vettä, kuin 25 minuutissa naudan verta. Vaikka kiteiden turpoaminen ensimmäisten minuuttien aikana olikin vähäistä, oli absorptio kuitenkin ajanhetkellä 25 min jo annoksesta riippuen noin 45 - 65 % suurempi, kuin yhden minuutin imeytymisen jälkeen.

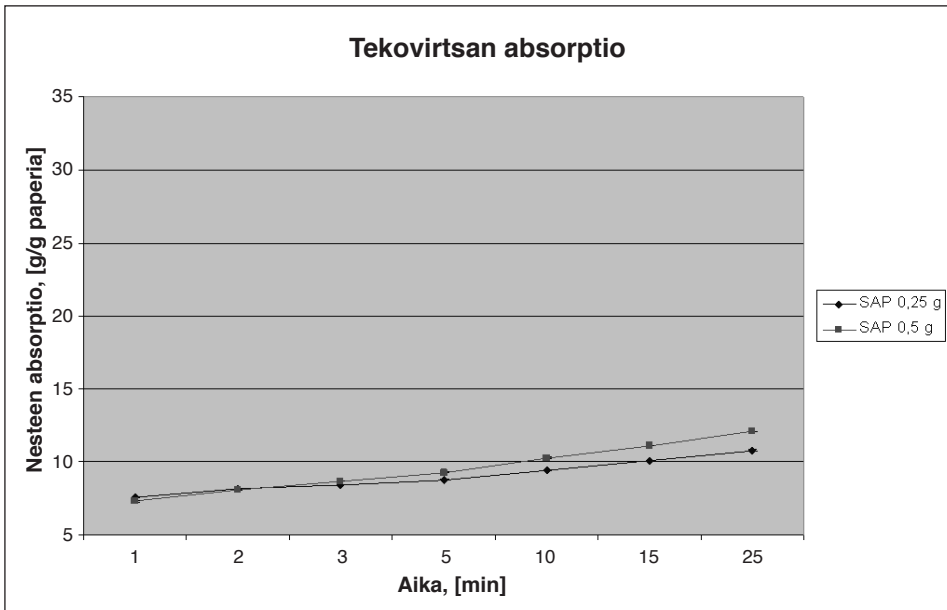


Kuva 5.4 Stockosorb 500 -superabsorbentilla täytetyn kuivapaperitaskun absorboima nautan veren määrä (g/g paperia) seitsemänä eri ajanhetkenä (min).

Myös tekovirtsan imeytyminen oli lyhimmillä imeytymisajoilla vähäistä (Kuva 5.5). 20 ja 25 minuutin kostutusajoilla imeytymismäärät olivat jo kuitenkin verta suurempia. Tuloksia tarkastellessa on muistettava käytettyjen kemikaaliannosten olleen erittäin pieniä ja polymeeri imi omaan painoonsa verrattuna nestettä annoksesta riippuen 10 - 16-kertaisen määrän imeytysajan ollessa pitkä. Mittaustulosten perusteella suurempi polymeeriannos on tarpeellinen, mikäli lopputuotteen virtsan absorptiosta halutaan erinomainen.

Suuremman superabsorbenttiannoksen käyttämistä tukee myös viime vuosikymmeninä tapahtuneet muutokset vaippojen koostumuksessa. Vauvojen vaipoissa fluff-massan määrää on pyritty vähentämään superabsorbenttien avulla vaippojen koon pienentämiseksi. Ensimmäisissä kertakäyttövaipoissa 1970-luvulla superabsorbenttia oli vain 1 - 2 grammaa, mutta osuus kasvoi nopeasti noin viiteen grammaan. /14/

Nykyaikainen vaippa sisältää keskimäärin 28 grammaa superabsorbenttia, varmistaen hyvän imukyvyn ja mahdollistaen pienemmän vaippakoon. Vertailun vuoksi, tavanomaisen vaipan sisältämän revinnäismassan paino on enää alle 20 grammaa. /14/



Kuva 7.11 Stockosorb 500 -superabsorbentillä täytetyn kuivapaperitaskun absorboima tekovirtsan määrä (g/g paperia) seitsemänä eri ajanhetkenä (min).

11.7 Yhteenvetoja ja johtopäätökset

Airlaidin imukyvyyn parantamiseen kokeiltiin karboksimeetyliselluloosaa ja perinteistä superabsorbenttia. Finnfix 4000 G:n avulla onnistuttiin kasvattamaan veden absorptio-ta enimmillään noin 2 g/g paperia. Tekovirtsan ja veren imeytyminen jäivät kuitenkin referenssiä heikommaksi ja CMC:n käytölle ei siten löytynyt perusteita näiden nesteiden absorboimisessa.

Stockosorb 500 puolestaan todettiin erittäin tehokkaaksi veden absorboinnissa. Myös kemikaalin virtsan absorptiota voidaan pitää melko hyvänä, mutta veren imeytyminen oli hieman hitaampaa. Tulosten perusteella testatulla superabsorbentilla ei yksistään voida ratkaista veren imeytymiseen liittyviä ongelmia, vaan käytännössä kuivapaperin määrää on kasvatettava joko valitsemalla neliömassaltaan suurempi kuivapaperilaji tai käyttämällä esimerkiksi kahta kuivapaperikerrosta, jonka väliin tarvittaessa annostellaan superabsorbenttia.

Superabsorbenteista on kokeiden perusteella erityisesti pitkäaikaisen imeytymisen saavuttamiseen. Kuivapaperi kyllästyi verestä nopeasti, muutamissa kymmenissä sekunneissa tai enimmillään parissa minuutissa. Superabsorbentit säilyttivät imukykyisyytensä pidempään. Hygienia- ja potilashuoltokäytössä tästä ominaisuudesta on varmasti hyötyä, sillä esimerkiksi haavan tyrehtyminen ei tapahdu hetkessä. Toisaalta kuivapaperin nopea imuteho kompensoi tilannetta, jossa vuoto on lyhytaikaista ja luonteeltaan runsasta.

NON-WOOD-KUIDUILLA LUJEMPAA PAPERIA TERVEYDENHUOLLON TARPEISIIN, TEKSTIN LÄHTEET

1. Häggblom-Ahnger, U. & Komulainen, P. 2006. Paperin ja kartongin valmistus, 5. painos. Opetushallitus.
2. Seth, R. S. 1991. Implications of the Single-ply Elmendorf Tear Strength Test for Characterizing pulps, *TAPPI Journal* Vol. 74 (1991)8, pp. 109-113.
3. Kibblewhite, R. P., Brindley, C. L. 1993. Refining and Papermaking Properties of Eucalypt, Mixed Hardwood and Softwood Market Kraft Blends, *Trans 10th fundamental research symposium*. Pira International, Oxford, 1993, pp. 127-157.
4. Roberts, J. C. 1993. Paper Chemistry, Blackie Academic & Professional, ISBN 0-412-11. 02511-6, 1991, pp. 77.
5. Espy, H. H. 1995. The Mechanism of Wet-Strength Development in Paper: A Re-view, *TAPPI Journal* Vol. 78 (1995) 4, pp. 90.
6. Nordell, P. 2006. *Wet-Strength Development of Paper*, Master's Thesis, Luleå University of Technology, ISSN: 1402-1617, 2006, pp. 7 - 9.
7. Wet Strength. Saatavissa: <http://www4.ncsu.edu/~hubbe/Defnitns/WetStren.htm>[viitattu 25.3.2011].

POLYMEERIT KUITUPOHJAISTEN MATERIAALIEN, VEDEN, KEINOVIRTSAN JA VEREN APUNA ABSORPTIOKAPASITEETIN LISÄÄMISESSÄ, TEKSTIN LÄHTEET

1. Gullichsen, J., Paulapuro, H., Air-laid paper, *Papermaking Science and Technology*, Book 18: Paper and Board Grades, toim. Paulapuro, H., Fapet Oy, 2000, pp. 95-100.
2. UPM Biobright, Technical data sheet, UPM RaumaCell, 2011.
3. Industrial Superabsorbents, PowerPoint-esitys, Basf.
4. LiquiBlock 2G-120, Data Sheet, Emerging technologies Inc., 2006.
5. Buchholz, F. L., Graham, A. T., Modern Superabsorbent Polymer Technology, 1. painos, John Wiley & Sons, 1997.
6. Lind, E. J., Enhancing Absorption Rates of Superabsorbents by Incorporating a Blowing Agent, US Patent No. 5,118,719, 2.6.1992.
7. Hansen, M. R., Halabisky, D. D., Method of Enhancing Blood Absorbance by Superabsorbent Material, US Patent No 0164375, 7.11.2002.
8. Chen, J., Park, H., Park, K., Synthesis of Superporous Hydrogels: Hydrogels with Fast Swelling and Superabsorbent Properties, *Journal of Biomedical Materials Research*, 44(1999)1, pp. 53-62.
9. Tolvanen, T., Teknisen CMC:n tuotantolinjan prosessivaihtelut, opinäytetyö, Tampereen ammattikorkeakoulu, 2010.
10. Young, R. A., Cross-linked Cellulose and Cellulose Derivatives, *Absorbent Technology*, Chatterjee, P. K. (ed.), Gupta, B. S. (ed.), Elsevier, 1. painos, 2002, pp. 233-282.
11. Reid, A. R., Superabsorbent Cellulose Fibers Having a Coating of a Water Insoluble, Water Absorbent Polymer and Method of Making the Same, US Patent No 4,128,692, 5.12.1978.

12. Pourjavadi, A., Ghasemzadeh, H., Mojahedi, F., Swelling Properties of CMC-g-Poly (AAm-co-AMPS) Superabsorbent Hydrogel, *Journal of Applied Polymer Science*, 113(2009)6, pp. 3442-3449.
13. Multanen, M., *Effect of Silver Nitrate and Ofloxacin Blended Caprolactone-L-lactide Coatings on the Properties of Bioabsorbable Self-reinforced Polylactide Urospirals*, Dissertation, University of Tampere, Medical School, 2002.
14. Buchholz, F., Peppas, N., Superabsorbent Polymers, ACS Symposium Series, 1994.



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

KERTAKÄYTTÖISEN SIIRTOALUSTAN KÄYTETTÄVYYDEN TESTAAMINEN, KYSELY KÄYTTÄJILLE, 2011

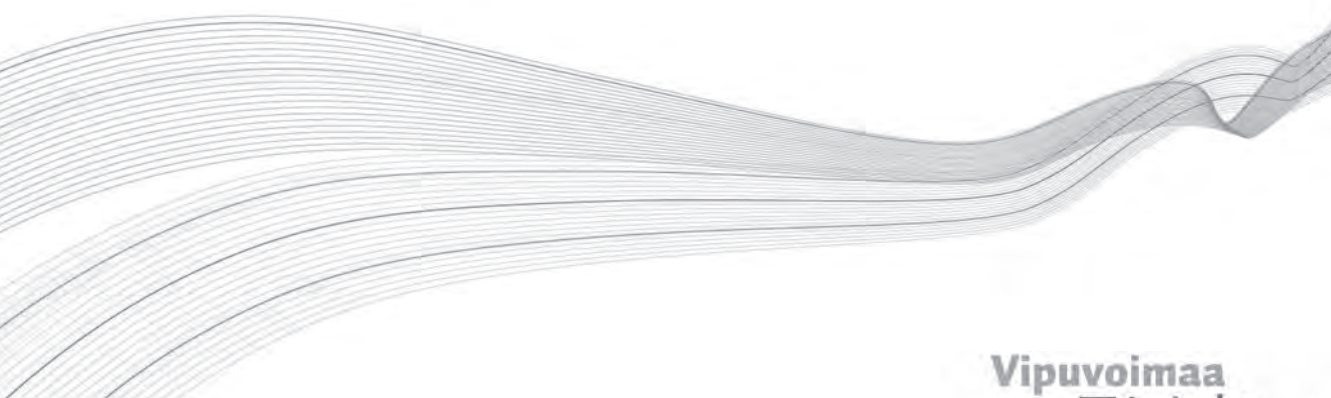
Toimipiste: _____ Nainen / Mies

Vastaa väittämiin ympäröimällä käyttökokemukseesi perustuva oikea vaihtoehto. Jos olet eri mieltä (vaihtoehdot 1 ja 2) väittämän kanssa, kirjaa väittämän alla olevalle viivalle muutamalla sanalla perustelu, MIKSI?

Arvosteluasteikko:

1 = Täysin eri mieltä, 2 = Jokseenkin eri mieltä, 3 = Jokseenkin samaa mieltä, 4 = Täysin samaa mieltä

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1. Alustan saa helposti käyttöön | 1 | 2 | 3 | 4 |
| _____ | | | | |
| 2. Potilaan siirtäminen alustan avulla on helppoa | 1 | 2 | 3 | 4 |
| _____ | | | | |
| 3. Alustan pohjamateriaali on liukuva | 1 | 2 | 3 | 4 |
| _____ | | | | |
| 4. Alusta pysyy paikoillaan potilaan alla käytön ajan | 1 | 2 | 3 | 4 |
| _____ | | | | |
| 5. Alusta on riittävän imukykyinen (eritteet, vesi, veri) | 1 | 2 | 3 | 4 |
| _____ | | | | |



**Arvosteluasteikko:**

1 = Täysin eri mieltä, 2 = Jokseenkin eri mieltä, 3 = Jokseenkin samaa mieltä, 4 = Täysin samaa mieltä

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 6. Alusta kestää käytön rikkoutumatta | 1 | 2 | 3 | 4 |
| _____ | | | | |
| 7. Alustan mittasuhteet ovat hyvät | 1 | 2 | 3 | 4 |
| _____ | | | | |
| 8. Kantokahvoja on riittävä määrä | 1 | 2 | 3 | 4 |
| _____ | | | | |
| 9. Kantokahvat ovat kestäviä | 1 | 2 | 3 | 4 |
| _____ | | | | |
| 10. Alustan hävittäminen on helppoa | 1 | 2 | 3 | 4 |
| _____ | | | | |
| 11. Alustan kertakäyttöisyys on tärkeä ominaisuus | 1 | 2 | 3 | 4 |
| _____ | | | | |

12. Muita kommenttejasi kertakäyttöisen siirtoalustan käytöstä (mahdolliset ongelmat/parannusehdotukset):

13. Kertakäyttöisten siirtoalustojen kulutus työpaikallani on arvioni mukaan n. _____ kpl/vrk.

KIITOS VASTAUKSESTASI JA TYÖPANOKSESTASI! 😊



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

KERTAKÄYTTÖISEN SIIRTOALUSTAN KÄYTETTÄVYYDEN TESTAAMINEN, KYSELY KÄYTTÄJILLE, 2011

Toimipiste: _____ Nainen / Mies

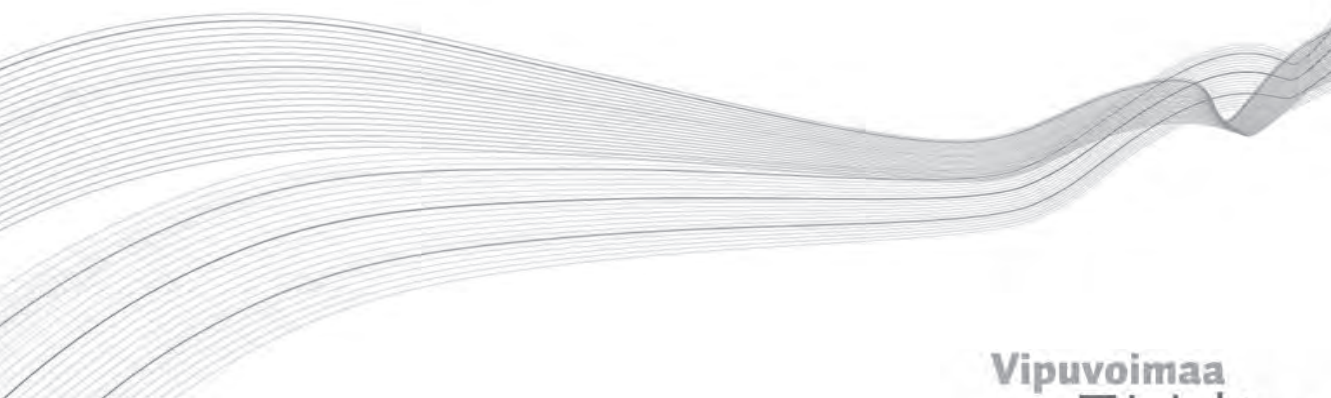
Käyttötilanteen kuvaus: _____

Vastaa väittämiin ympyröimällä käyttökokemukseesi perustuva oikea vaihtoehto. Jos olet eri mieltä (vaihtoehdot 1 ja 2) väittämän kanssa, kirjaa väittämän alla olevalle viivalle muutamalla sanalla perustelu, MIKSI?

Arvosteluasteikko:

1 = Täysin eri mieltä, 2 = Jokseenkin eri mieltä, 3 = Jokseenkin samaa mieltä, 4 = Täysin samaa mieltä

- | | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1. Alustan saa helposti käyttöön | 1 | 2 | 3 | 4 |
| _____ | | | | |
| 2. Potilaan siirtäminen alustan avulla on helppoa | 1 | 2 | 3 | 4 |
| _____ | | | | |
| 3. Alusta toimii ahtaissa tiloissa, esim. kerrostalojen rappukäytävissä | 1 | 2 | 3 | 4 |
| _____ | | | | |
| 4. Alusta pysyy paikoillaan potilaan alla käytön ajan | 1 | 2 | 3 | 4 |
| _____ | | | | |
| 5. Alusta on riittävän imukykyinen (eritteet, vesi, veri) | 1 | 2 | 3 | 4 |



**Arvosteluasteikko:**

1 = Täysin eri mieltä, 2 = Jokseenkin eri mieltä, 3 = Jokseenkin samaa mieltä, 4 = Täysin samaa mieltä

6. Alusta kestää käytön rikkoutumatta 1 2 3 4

7. Alustan mittasuhteet ovat hyvät 1 2 3 4

8. Kantokahvoja on riittävä määrä 1 2 3 4

9. Kantokahvat ovat kestäviä 1 2 3 4

10. Kertakäyttöinen alusta korvaa kankaisen kantoliinan 1 2 3 4

11. Alustan hävittäminen on helppoa 1 2 3 4

12. Alustan kertakäyttöisyys on tärkeä ominaisuus 1 2 3 4

13. Muita kommenttejasi kertakäyttöisen siirtoalustan käytöstä (mahdolliset ongelmat/parannusehdotukset):

14. Kertakäyttöisten siirtoalustojen kulutus työpaikallani on arvioni mukaan n. _____ kpl/vrk.

KIITOS VASTAUKSESTASI JA TYÖPANOKSESTASI! ☺

Kymenlaakson ammattikorkeakoulun julkaisusarjassa B. ilmestyneet julkaisut

B-SARJA Tutkimukset ja raportit

- B 1 Markku Huhtinen & al.:
Laivadieselien päästöjen vähentäminen olemassa olevissa laivoissa [1997].
- B 2 Ulla Pietilä, Markku Puustelli:
An Empiral Study on Chinese Finnish Buying Behaviour of International Brands [1997].
- B 3 Markku Huhtinen & al.:
Merenkulkualan ympäristönsuojelun koulutustarve Suomessa [1997].
- B 4 Tuulia Paane-Tiainen:
Kohti oppijakeskeisyyttä. Oppijan ja opettajan välisen ohjaavan toiminnan hahmotamista [1997].
- B 5 Markku Huhtinen & al.:
Laivadieselien päästöjä vähentävien puhdistuslaitteiden tuotteistaminen [1998].
- B 6 Ari Siekkinen:
Kotkan alueen kasvihuonepäästöt [1998]. Myynti: Kotkan Energia.
- B 7 Risto Korhonen, Mika Määttänen:
Veturidieseleiden ominaispäästöjen selvittäminen [1999].
- B 8 Johanna Hasu, Juhani Turtiainen:
Terveysalan karusellikoulutusten toteutuksen ja vaikuttavuuden arviointi [1999].
- B 9 Hilikka Dufva, Mervi Luhtanen, Johanna Hasu:
Kymenlaakson väestön hyvinvoinnin tila, selvitys Kymenlaakson väestön hyvinvointiin liittyvistä tekijöistä [2001].
- B 10 Timo Esko, Sami Uoti:
Tutkimussopimusopas [2002].
- B 11 Arjaterthu Hintsala:
Mies sosiaali- ja terveydenhuollon ammattilaisena – minunko ammattini? [2002].
- B 12 Päivi Mäenpää, Toini Nurminen:
Ohjatun harjoittelun oppimisympäristöt ammatillisen kehittymisen edistäjinä – ARVI-projekti 1999-2002 [2003], 2 p. [2005] .
- B 13 Frank Hering:
Ehdotus Kymenlaakson ammattikorkeakoulun kestävän kehityksen ohjelmaksi [2003].
- B 14 Hilikka Dufva, Raija Liukkonen
Sosiaali- ja terveysalan yrittäjyys Kaakkois-Suomessa. Selvitys Kaakkois-Suomen sosiaali- ja terveysalan palveluyrittäjyyden nykytilasta ja tulevaisuuden näkymistä [2003].

- B 15 Eija Anttalainen:
Ykköskuski: kuljettajien koulutustarveselvitys [2003].
- B 16 Jyrki Ahola, Tero Keva:
Kymenlaakson hyvinvointistrategia 2003 –2010 [2003], 2 p. [2003].
- B 17 Ulla Pietilä, Markku Puustelli:
Paradise in Bahrain [2003].
- B 18 Elina Petro:
Straightway 1996—2003. Kansainvälinen transitoreitin markkinointi [2003].
- B 19 Anne Kainlauri, Marita Melkko:
Kymenlaakson maaseudun hyvinvointipalvelut - näkökulmia maaseudun arkeen sekä mahdollisuuksia ja malleja hyvinvointipalvelujen kehittämiseen [2005].
- B 20 Anja Härkönen, Tuomo Paakkonen, Tuija Suikkanen-Malin, Pasi Tulkki:
Yrittäjyyskasvatus sosiaalialalla [2005]. 2. p. [2006]
- B 21 Kai Koski (toim.):
Kannattava yritys ei menetä parhaita asiakkaitaan. PK-yritysten liiketoiminnan kehittäminen osana perusopetusta [2005]
- B 22 Paula Posio, Teemu Saarelainen:
Käytettävyyden huomioon ottaminen Kaakkois-Suomen ICT-yritysten tuotekehityksessä [2005]
- B 23 Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen, Elina Kantola, Eeva Suuronen:
Keski-ikäisten naisten sepelvaltimotaudin riskitekijät, elämäntavat ja ohjaus sairaalassa [2006]
- B 24 Johanna Erkamo & al.:
Oppimisen iloa, verkostojen solmimista ja toimivia toteutuksia yrittäjämäisessä oppimisympäristössä [2006]
- B 25 Johanna Erkamo & al.:
Luovat sattumat ja avoin yhteistyö ikäihmisten iloksi [2006]
- B 26 Hanna Liikanen, Annukka Niemi:
Kotihoidon liikkuvaa tietojenkäsittelyä kehittämässä [2006]
- B 27 Päivi Mäenpää
Kaakkois-Suomen ensihoidon kehittämisstrategia vuoteen 2010 [2006]
- B 28 Anneli Airola, Arja-Tuulikki Wilén (toim.):
Hyvinvointialan tutkimus- ja kehittämistoiminta Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa [2006]
- B 29 Arja-Tuulikki Wilén:
Sosiaalipäivystys – kehittämishankkeen prosessievaluatio [2006].
- B 30 Arja Sinkko (toim.):
Kestävä kehitys Suomen ammattikorkeakouluissa – SUDENET-verkostohanke [2007].
- B 31 Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen, Mirja Nurmi, Leena Wäre (toim.):
Kymenlaakson ammattikorkeakoulu Etelä-Suomen Alkoholiohjelman kuntakumppanuudessa [2007].

- B 32 Erkki Hämäläinen & Mari Simonen:
Siperian radan tariffikorotusten vaikutus konttiliikenteeseen 2006 [2007].
- B 33 Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen & Mirja Nurmi:
Tulevaisuuteen suuntaava tutkiva ja kehittävä oppiminen avoimissa ammattikorkeakoulun oppimisympäristöissä [2007].
- B 34 Erkki Hämäläinen & Eugene Korovyakovsky:
Survey of the Logistic Factors in the TSR-Railway Operation - "What TSR-Station Masters Think about the Trans-Siberian?" [2007].
- B 35 Arja Sinkko:
Kymenlaakson hyvinvoinnin tutkimus- ja kehittämiskeskus (HYTKES) 2000-2007. Vaikuttavuuden arviointi [2007].
- B 36 Erkki Hämäläinen & Eugene Korovyakovsky:
Logistics Centres in St Petersburg, Russia: Current status and prospects [2007].
- B 37 Hilka Dufva & Anneli Airola (toim.):
Kymenlaakson hyvinvointistrategia 2007 - 2015 [2007].
- B 38 Anja Härkönen:
Turvallista elämää Pohjois-Kymenlaaksossa? Raportti Kouvolan seudun asukkaiden kokemasta turvallisuudesta [2007].
- B 39 Heidi Nousiainen:
Stuuva-tietokanta satamien työturvallisuustyön työkaluna [2007].
- B 40 Tuula Kivilaakso:
Kymenlaaksolainen veneenveistoperinne: venemestareita ja mestarillisia veneitä [2007].
- B 41 Elena Timukhina, Erkki Hämäläinen, Soma Biswas-Kauppinen:
Logistic Centres in Yekaterinburg: Transport - logistics infrastructure of Ural Region [2007].
- B 42 Heidi Kokkonen:
Kouvola muuttajan silmin. Perheiden asuinpaikan valintaan vaikuttavia tekijöitä [2007].
- B 43 Jouni Laine, Suvi-Tuuli Lappalainen, Pia Paukku:
Kaakkois-Suomen satamasidonnaisten yritysten koulutustarveselvitys [2007].
- B 44 Alexey V. Rezer & Erkki Hämäläinen:
Logistic Centres in Moscow: Transport, operators and logistics infrastructure in the Moscow Region [2007].
- B 45 Arja-Tuulikki Wilén:
Hyvä vanhusten hoidon tulevaisuus. Raportti tutkimuksesta Kotkansaaren sairaalassa 2007 [2007].
- B 46 Harri Ala-Uotila, Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen, Ari Lindeman, Pasi Tulkki (toim.):
Oppimisympäristöistä innovaatioiden ekosysteemiin [2007].
- B 47 Elena Timukhina, Erkki Hämäläinen, Soma Biswas-Kauppinen:
Railway Shunting Yard Services in a Dry-Port. Analysis of the railway shunting yards in Sverdlovsk-Russia and Kouvola-Finland [2008].

- B 48 Arja-Tuulikki Wilén:
Kymenlaakson muisti- ja dementiaverkosto. Hankkeen arviointiraportti [2008].
- B 49 Hilikka Dufva, Anneli Airola (toim.):
Puukuidun uudet mahdollisuudet terveyden- ja sairaanhoidossa. TerveysSellu-hanke. [2008].
- B 50 Samu Urpalainen:
3D-voimalaitossimulaattori. Hankkeen loppuraportti. [2008].
- B 51 Harri Ala-Uotila, Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen, Ari Lindeman (toim.):
Yrittäjämäisen toiminnan oppiminen Kymenlaaksossa [2008].
- B 52 Peter Zashev, Peeter Vahtra:
Opportunities and strategies for Finnish companies in the Saint Petersburg and Leningrad region automobile cluster [2009].
- B 53 Jari Handelberg, Juhani Talvela:
Logistiikka-alan pk-yritykset versus globaalit suuroperaattorit [2009].
- B 54 Jorma Rytönen, Tommy Ulmanen:
Katsaus intermodaalikuljetusten käsitteisiin [2009].
- B 55 Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen:
Lasten ja nuorten terveys- ja tapakäyttäytyminen Etelä-Kymenlaakson kunnissa [2009].
- B 56 Kirsi Rouhiainen:
**Viisasten kiveä etsimässä: miksi tradenomiopiskelija jättää opintonsa kesken? Opin-
tojen keskeyttämisen syiden selvitys Kymenlaakson ammattikorkeakoulun liiketa-
louden osaamisalalla vuonna 2008** [2010].
- B 57 Lauri Korppas - Esa Rika - Eeva-Liisa Kauhanen:
eReseptin tuomat muutokset reseptiprosessiin [2010].
- B 58 Kari Stenman, Rajka Ivanis, Juhani Talvela, Juhani Heikkinen:
Logistiikka & ICT Suomessa ja Venäjällä [2010].
- B 59 Mikael Björk, Tarmo Ahvenainen:
Kielelliset käytänteet Kymenlaakson alueen logistiikkayrityksissä [2010].
- B 60 Anni Mättö:
**Kylälaisten metsävarojen käyttö ja suhtautuminen metsien häviämiseen Mzuzun alu-
eella Malawissa** [2010].
- B 61 Hilikka Dufva, Juhani Pekkola:
Turvallisuusjohtaminen moniammatillisissa viranomaisverkostoissa [2010].
- B 62 Kari Stenman, Juhani Talvela, Lea Värtö:
Toiminnanohjausjärjestelmä Kymenlaakson keskussairaalan välinehuoltoon [2010].
- B 63 Tommy Ulmanen, Jorma Rytönen:
Intermodaalikuljetuksiin vaikuttavat häiriöt Kotkan ja Haminan satamissa [2010].
- B 64 Mirva Salokorpi, Jorma Rytönen
Turvallisuus ja turvallisuusjohtamisjärjestelmät satamissa [2010].
- B 65 Soili Nysten-Haarala, Katri Pynnöniemi (eds.):
Russia and Europe: From mental images to business practices [2010].

- B 66 Mirva Salokorpi, Jorma Rytönen:
Turvallisuusjohtamisen parhaita käytäntöjä merenkulkijoille ja satamille [2010].
- B 67 Hannu Boren, Marko Viinikainen, Ilkka Paajanen, Viivi Etholen:
Puutuotteiden ja -rakenteiden kemiallinen suojaus ja suojauksen markkinapotentiaali [2011].
- B 68 Tommy Ulmanen, Jorma Rytönen, Taina Lepistö:
Tavaravirtojen kasvusta ja häiriötekijöistä aiheutuvat haasteet satamien intermodaalijärjestelmälle [2011].
- B 69 Juhani Pekkola, Sari Engelhardt, Jussi Hänninen, Olli Lehtonen, Pirjo Ojala:
2,6 Kestävä kansakunta. Elinvoimainen 200-vuotias Suomi [2011].
- B 70 Tommy Ulmanen:
Strategisen osaamisen johtaminen satama-alueen Seveso-laitoksissa [2011].
- B 71 Arja Sinkko:
LCCE-mallin käyttöönotto tekniikan ja liikenteen toimialalla – ensiaskeleina tuoteistaminen ja sidosryhmäyhteistyön kehittäminen [2012].
- B 72 Markku Nikkanen:
Observations on Responsibility – with Special reference to Intermodal Freight Transport Networks [2012].
- B 73 Terhi Suuronen:
Yrityksen arvon määrittäminen yrityskauppatilanteessa [2012].
- B 74 Hanna Kuninkaanniemi, Pekka Malvela, Marja-Leena Saarinen (toim.):
Research Publication 2012 [2012].
- B 75 Tuomo Väärä, Reeta Stöd, Hannu Boren:
Moderni painekyllästys ja uusien puutuotteiden testaus aidossa, rakennetussa ympäristössä. Jatkohankkeen loppuraportti [2012].
- B 76 Ilmari Larjavaara
Vaikutustapojen monimuotoisuus B-to-B-markkinoinnissa Venäjällä - lahjukset osana liiketoimintakulttuuria [2012].
- B 77 Anne Fransas, Enni Nieminen, Mirva Salokorpi, Jorma Rytönen:
Maritime safety and security. Literature review [2012].
- B 78 Juhani Pekkola, Olli Lehtonen, Sanna Haavisto:
Kymenlaakson hyvinvointibarometri 2012. Kymenlaakson hyvinvoinnin kehityssuuntia viranhaltijoiden, luottamushenkilöiden ja ammattilaisten arvioimana [2012].
- B 79 Auli Jungner (toim.):
Sosionomin (AMK) osaamisen työelämälähtöinen vahvistaminen. Ongelmaperustaisen oppimisen jalkauttaminen työelämäyhteistyöhön [2012].
- B 80 Mikko Mylläri, Jouni-Juhani Häkkinen:
Biokaasun liikennekäyttö Kymenlaaksossa [2012].
- B 81 Riitta Leviäkangas (toim.):
Yhteiskuntavastuuraportti 2011 [2012].
- B 82 Riitta Leviäkangas (ed.):
Annual Responsibility Report 2011 [2012].

- B 83 Juhani Heikkinen, Janne Mikkala, Niko Jurvanen
Satamayhteisön PCS-järjestelmän pilotointi Kaakkois-Suomessa. Mobiilisatama-projektin työpaketit WP4 ja WP5, loppuraportti 2012 [2012].
- B 84 Tuomo Väärä, Hannu Boren
Puun modifiointiklusteri. Loppuraportti 2012 [2012].
- B 85 Tiina Kirvesniemi
Tieto ja tiedon luominen päiväkotityön arjessa [2012].
- B 86 Sari Kiviharju, Anne Jääsmaa
KV-hanketoiminnan osaamisen ja kehittämistarpeiden kartoitus - Kyselyn tulokset [2012].
- B 87 Satu Hoikka, Liisa Korpivaara
Työhyvinvointia yrittäjälle – yrittäjien kokemuksia Hyvinvointikoulusta ja näkemyksiä yrittäjän työhyvinvointia parantavista keinoista [2012].

