

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
POLÜMEERMATERJALIDE INSTITUUT
TEKSTIILITEHNOLOOGIA ÕPPETOOL

**VEDELIKKU JA NIISKUST IMAVAD
HÜGIEENIMATERJALID**

Magistritöö

Stella Lilliallik

Juhendaja: Anti Viikna,
Tekstiilitehnoloogia õppetool,
professor, õppetooli juhataja

Materjalitehnoloogia õppekava KAOM 02/10

2014

Deklareerin, et käesolev magistritöö, mis on minu iseseisva töö tulemus, on esitatud Tallinna Tehnikaülikooli bakalaureusekraadi taotlemiseks ja et selle alusel ei ole varem taotletud akadeemilist kraadi.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud või (avaldamata tööde korral) toodud autorlus välja põhitekstis.

.....

Stella Lilliallik

SISUKORD

SISSEJUHATUS	5
1. PÕHILISED NÕUDED HÜGIEENIMATERJALIDELE	7
1.1. Naha kaitse	8
2. HÜGIEENITOODETEKS KASUTATAVATE LAUSMATERJALIDE TÜÜBID	11
2.1. Orienteerimata lausmaterjalid.....	11
2.2. Termiliselt ühendatud lasumaterjalid	13
2.3. Komposiidid	14
3. MITTEKOOTUD HÜGIEENIMATERJALIDE OMADUSED.....	16
3.1. Kasutatavad kiud	16
3.2. Superimavad polümeerid.....	17
3.2.1. Superimavate polümeeride saamismeetodid	17
3.2.2. Paisumise mehhanism.....	19
3.2.3. Superimavate polümeeride omadused	20
3.2.4. Superimavate polümeeride vorm.....	21
3.2.5. Superabsorbentide parendused	24
4. HÜGIEENIMATERJALIDE KASUTUSALAD	28
4.1. Mähkmed	29
4.1.1. Mähkme kattekiht	29
4.1.2. Teine kiht.....	30
4.1.3. Imav/jaotav kiht.....	30
4.1.4. Imav kiht.....	31
4.1.5. Tagumine kiht.....	33
4.1.6. Elastikud	34
4.1.7. Mähkme katsemeetodid.....	34
4.2. Naiste hügieenitarbed	35
4.2.1. Hügieenisidemed	35
4.2.2. Pesukaitsed	36
4.2.3. Tampoonid.....	36
4.3. Täiskasvanute uriinipidamatuse tooted	38
4.3.1. Imavad püksid	39
4.3.2. Täiskasvanute mähkmed.....	40
4.3.1. Voodikaitsed.....	41
5. BIOLAGUNEVAD HÜGIEENIMATERJALID	43
5.1. Materjalide klassifikatsioon nende ökoloogilise jalajälje alusel	44

5.2. Alternatiivsed toormaterjalid	45
5.2.1. Imavad kiud	45
5.2.2. Mitteimavad kiud.....	49
5.2.3. Tõkke-ja kaitsekiled	50
5.2.4. Superimav pulber ja kiud.....	51
6. KOOTUD RUUMILISED KANGAD	53
6.1. Kolmemõõtmelised kangad	53
6.1.1. Lõimkootud ruumilised kangad.....	55
6.1.2. Põikkootud ruumilised kangad	55
6.2. Kootud ruumiliste kangaste kasutamine hügieenilisel otstarbel	56
6.2.1. Vedeliku kontrollimine ruumilistes kangastes	59
7. LÕHNA KONTROLLIMINE	61
7.1. Inimese nahalt erituvad lõhnad.....	61
7.2. Lõhna kontrollimine tekstiilidega.....	62
7.2.1. Antimikroobsed tekstiilid	63
7.2.2. Lõhna imavad tekstiilid	64
7.2.3. Lõhnastatud tekstiilid	67
8. HIGILAPID	68
8.1. Higieritus	68
8.2. Olemasolevad higilapid	69
8.3. Pakutavad lahendused.....	71
8.3.1. Pealmine kiht	71
8.3.2. Imav kiht.....	72
8.3.3. Tagumine kiht.....	73
KOKKUVÕTE.....	75
RESUME.....	77
KASUTATUD KIRJANDUS	78

SISSEJUHATUS

Varasemalt on kasutatud hügieenimaterjale peamiselt meditsiini rakendustes, kuid rahvastiku kasvamise, eluea pikenemise ja suurenenud hügieeni standarditega, on muutunud üha olulisemaks nende materjalide kasutamine hügieeni ja tervishoiu sektoris. Tänapäeval kasutavad miljonid inimesed üle kogu maailma oma igapäevaelus imavaid hügieenitarbeid.

Töö eesmärgiks on uurida erinevaid imavaid hügieenitarbeid ja -materjale ning saadud informatsiooni põhjal välja pakkuda sobivad materjalid higilappide valmistamiseks. Higilapid nagu teisedki hügieenitooted sisaldavad sarnaseid komponente ja peavad vastama hügieenimaterjalide nõuetele. Seetõttu esmalt uuritakse, milliseid funktsioone peavad materjalid täitma, et sobida kasutamiseks hügieenitarvetes. Eraldi käsitletakse nahaga seotud nõudmisi, kuna niiske nahk on tundlikum hõõrdumise suhtes ja võivad tekkida nahaärritused. Niisketes oludes arenevad ja levivad kergesti ka mikroorganismid, mis lisaks naha kahjustamisele ja pH taseme muutusele tekitavad vedelikuga kokkupuutel ebameeldivat lõhna.

Töös uuritakse, milliseid lausmaterjale hügieenitarvetes kasutatakse ja millised on erinevad võimalused selliste materjalide valmistamiseks. Edasi käsitletakse töös, milliste omadustega kiude kasutatakse lausmaterjalide tootmiseks. Põhitähelepanu pööratakse võimalikult suure vedeliku imamis- ning kinnihoidmisvõime saavutamisele, et tootega kokkupuutuv nahk jääks kuivaks. Sealjuures tuleb arvestada sellega, et materjalide imavuse suurendamisel ei muutuks tooted mahukaks ja raskeks. Mugavuse seisukohalt on oluline saavutada võimalikult õhukesed ja riiete all varjatuks jäävad hügieenitooted, mis samal ajal hoiavad kinni suures koguses vedelikku.

Eraldi tuuakse välja ja kirjeldatakse kõige sagedamini kasutatavaid hügieenitooted. Selleks, et kavandada higilappe, peab teadma, milliseid koostisosi imavad hügieenitooted sisaldavad. Seetõttu selgitatakse välja, millised on keskmistes hügieenitarvetes esinevad materjalikihid ja nende funktsioonid tootes.

Kuna hügieenimaterjalid on otseses kontaktis nahaga, siis peavad nad olema pehmed ja ohutud inimesele. Lisaks terviseriskile põhjustab muret ka sünteetilisest materjalidest valmistatud hügieenitoodete tagajärjed keskkonnale. Kuna enamik hügieenitarbeid on

mõeldud ühekordseks kasutamiseks, siis tekib igal aastal tohutus koguses jäätmeid, mis looduses ei lagune. Seetõttu uuritakse töös, milliseid looduslikke alternatiive leidub tavapäraselt hügieenitoodetes kasutatavatele materjalidele ja kirjeldatakse kootud ruumilisi kangaid, mis on üheks võimaluseks saada korduvkasutatavaid hügieenitooteid.

Eelnevalt saadud teabe põhjal pakutakse välja sobivamad lahendused higilappide valmistamiseks. Higistamisega puutub kokku iga inimene. Higieritus suureneb tavaliselt füüsilise koormuse ning kõrgema välistemperatuuri korral, samuti sünteetiliste riietusesemete kandmisel, mis ei lase õhku läbi. Stressirohketes olukordades või hirmu korral eritub rohkem higi peamiselt jalgadelt, kätelt ja kaenlaalusest piirkonnast. Suurenenud higivool on küll vajalik, et kaitsta keha ülekuumenemise eest, kuid samas põhjustab see ebamugavustunnet ja piinlikust. Eriti tõsiselt võib tööd ja sotsiaalset suhtlemist mõjutada liighigistamine, põhjustades ebamugavusi inimesele endale kui ka teda ümbritsevatele. Higistamise tagajärjel määrduvad riided ning heledatel rõivastel on higiplekid kergesti nähtavad. Peale selle on higi ja deodorandi plekke paljudelt kangastelt raske eemaldada. Higistamise puhul on väga häirivaks probleemiks ka ebameeldiva lõhna tekkimine, mistõttu uuritakse töös eraldi erinevaid võimalusi kehalõhnade kontrollimiseks. Higistamisega seotud probleemide lahendamiseks tuleb kavandada higilapid, mis kaitseksid rõivaid ja hoiaksid ära higilõhna tekkimise kaenlaaluses piirkonnas.

1. PÕHILISED NÕUDED HÜGIEENIMATERJALIDELE

Kaks peamist omadust, mis muudavad lausmaterjalid eriti sobivateks imavateks hügieenimaterjalideks on suur maht, et imada ja hoida suures koguses vedelikku materjali massiühiku kohta ja madal kulu tooraine muutmisel lõpptooteks. Kuid lekkekindlus on vaid miinimumnõue. Mitmed teised omadused, millel on märkimisväärne mõju lausmaterjalide kasutamisele imavate hügieenimaterjalidena, on ühekordselt kasutatavus, mugavus ja toote valmistamise lihtsus. Toode koosneb tavaliselt mitmest komponendist, millest igaüks toetab erinevaid, kuid olulisi funktsioone. Nendeks funktsioonideks on vedelikku vastu võtta, seda kiiresti imada ja mõnda aega kinni hoida, kaitsta riideid määrdumise eest, hoida kandja nahka kuivana, varjata lõhna, kergesti kantav ja eemaldatav ning mugavalt äravisatav. [7]

Oluline on nii vedeliku kui ka soola imendumine. Kõrge absorptsioon ja absorptsioonkoormuse all on peamised nõuded imiku mähkmetele ja täiskasvanu uriinipidamatusetele. Oluline on saavutada sobiv imendumine, imendumine koormuse all ja imendumise kiirus erineva kujundusega toodetele. Osalisi või täielikke barjääri nõudeid saab rakendada bakterite, vedelike ja viiruste suhtes. Üldiselt on nõutud, et hüdrostaatiline rõhk oleks >40 cm. Ainukesed tooted, mis siiani on järjepidevalt läbinud nõutud barjääri testi on veekindla kilega tooted. Üldiselt tugevuse nõuded erinevad lõppkasutuse rakendustes. Suur tugevus ja hea kulumiskindlus on vajalikud, kuna need omadused võivad mõjutada barjääriomadusi. Hügieenitooted võivad olla kas ühekordselt kasutatavad või korduvkasutatavad. [21]

Lisaks kõrgele tootlikusele ja madalale hinnale on üheks peamiseks eesmärgiks hügieenimaterjalide kavandamisel suuruse või kaalu vähendamine muutmata vedeliku hoidmisvõimet. Muret põhjustab tänapäeval ka hügieenimaterjalide tagajärjed keskkonnale, pikem eluiga, biolagundatavus või taaskasutamise lihtsus. [7] Tavapärased sidemed ja tampoonid on ühekordseks kasutamiseks mõeldud tooted ja pärast kasutamist muutuvad prügiks. Igal aastal kulutatakse suuri summasid prügilate või jäätmepeõletusahjude ülalpidamiseks. Põlemisel eritub süsinikdioksiidi, mis omakorda suurendab kasvuhooneefekti. Tavatingimustes laguneb üks side vähemalt 200-450 aastat (sama kaua kui plastikjuhe, plekkpurk). [20]

Imavad hügieenimaterjalid on tavaliselt kompsiidid, millede kasutamist lõppkokkuvõttes hindavad tarbijad. Iga tootja püüab toota püsivalt kõrge jõudlusega toote madala hinna juures. Suurem osa mähkmest on kiudmass, mille hind ja kättesaadavus mõjutavad oluliselt mähkmetööstust. Kuna nende materjalide hinnad on suuresti tingitud turust, siis tarnijate edu või läbikukkumine on ajendatud mastaabisäästust. [7] Tavapärased sidemed ja tamponid on kaetud plastikkihiga, näiteks polüpropüleenist või polüetüleenist, mis on saadud naftast. [20] Seega nafta ja teiste lähteainete hinna tõusud on suurendanud ka polüpropüleeni (PP) ja polüetüleeni (PE) hindasid, mis on loonud ebasoodsad tingimused lausmaterjalide tarnijatele, kes kasutavad neid materjale, et teha hügieenitooteid. Selleks, et tagada nende materjalide vastavus tarbija nõuetele, peavad tootjad valima sobivad kiud ja polümeersed materjalid, kavandama üksikuid komponente soovitud omadustega ning ühendama need soovitud optimaalse jõudlusega tooteks. Keerulistes struktuurides on erinevad kihid erinevate funktsioonide täitmiseks, mõned imavad, mõned transpordivad vedelikku ja mõned tõrjuvad vedelikku. [7]

Viimastel aastatel on hügieenitoodete turu edu määratletud kolme märksõnaga: vorm, istuvus ja funktsioon. Vorm on saavutatud superimavate polümeeride lisamisega, mis teevad toote õhemaks; ja tekstiilisarnase tagumise kihiga, mis teeb toote pehmemaks. Istuvuse annab tootele elastsete ja venivate materjalide suurenenud kasutamine kogu mähkme ulatuses. Kui varem leidis elastset materjali ainult jala ümbruses, siis nüüd on see olemas ka vöökohal, külgedel ja sisse viidud isegi sulgemissüsteemi. Mahukad imiku mähkmed ja täiskasvanute uriinipidamatuse tooted on muutumas pükstesarnasteks ja rohkem varjatuks, mis tähendab suuremat mugavust kandjale. [7]

Kuigi vormi ja istuvuse osatähtsus suureneb, on siiski kõige suurema tähtsusega funktsiooni täitmine. Imiku mähkmete jaoks tähendab see lekkimise puudumist ja harvemat mähkmete vahetust; täiskasvanute uriinipidamatuse toodete puhul tähendab see aktiivsemat eluviisi ja naiste hügieenitoodete puhul diskreetsust. [7]

1.1. Naha kaitse

Imavate hügieenitoodete puhul on oluliseks teemaks naha kaitse, kuna uriini või menstruaatsiooni vedeliku pideval kokkupuutel nahaga tekivad soodsad tingimused dermatiidi

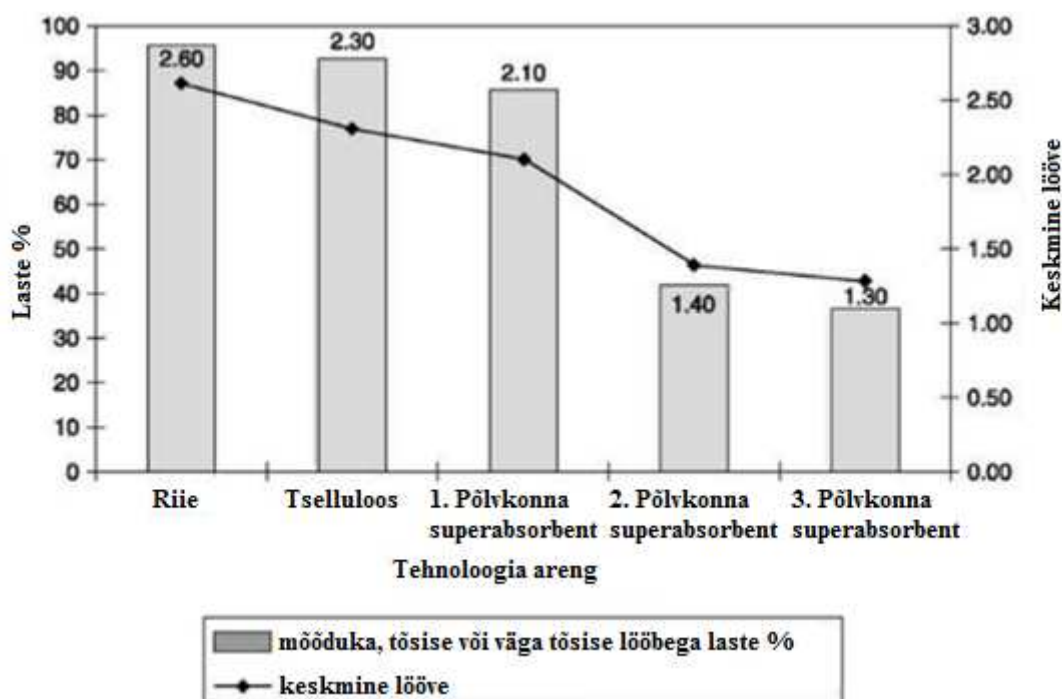
arenguks. Seda protsessi on kõige rohkem uuritud mähkmedermatiidi puhul, kuid peamised põhimõtted on kohaldatavad ka teistele imavatele hügieenitoodetele. [5]

Paljud tegurid võivad põhjustada mähkmedermatiiti, sealhulgas niiskus, pH taseme muutused, mehaaniline hõõrdumine, kemikaalid ja naha mikroorganismid. Märjal nahal tekivad kergemini hõõrdumiskahjustused kui kuival nahal. Kui selline nahk hõõrdub vastu mähkmepinda ning talle toimivad roojas või uriinis leiduvad keemilised ühendid, võivad kas naha pinnal või väljaheites leiduvad mikroobid seda veelgi vigastada. Kui mähkmed on liialt tihedalt ümber, siis ei pääse õhk nahani ja uriinis leiduv ammoniaak võib kahjustada juba eelnevalt häirunud nahka. Seega on oluline kontrollida naha niiskust ja pH taset, et säilitada terve nahk mähkme piirkonnas. [5]

Mähkmed on aja jooksul palju arenenud ja uued tehnoloogiad on aidanud kaasa terve naha säilitamisele mähkme piirkonnas. Kui 20. sajandi alguses kasutati puuvillasest kangast mähkmeid, mis kinnitati ja kaeti veekindlate pükstega, siis juba sajandi keskpaigas loodi ristkülikukujulised ühekordsed mähkmed tagumise kilega ja tselluloosi kiudmassist sisemusega. Neid mähkmeid arendati veelgi, kasutades suurema imavusega materjale ja elastseid kiude, et parandada istuvust ja ennetada lekkimist. Superimavad polümeerid suurendasid oluliselt vedeliku imendumist, viies uriini nahast eemale ja hoides vedelikku mähkme sees kinni, jättes nii naha kuivaks. Superimavate polümeeride kasulikkust imikute naha kaitsmisel on näidatud joonisel 1. Joonisel on näha, et mõõduka kuni raske mähkmedermatiidi sagedus on vähenenud 50% pärast seda kui kasutusele võeti superabsorbendid nagu ristseotud naatriumpoliakrülaat polümeerid. [5]

Teiseks uuenduseks, mis aitas nahka tervemana hoida, oli vedelikuga immutatud sisemine kattekiht, selleks et petrooleumi baasil salvi ülekanda nahale. Terve sarvkiht ei lase mürgistel ainetel ja mikroorganismidel läbitungida. Kahjustatud sarvkihi puhul suureneb vee kadu ja ärritajate läbi naha tungimise võimalus. Mikroorganismid nagu pärmseened (*Candida albicans*) võivad vohada kahjustunud naha piirkonnas kahjustades veelgi nahka, mis võib viia tõsise nahalööbeni. Barjääri loomine (näiteks petrooleumi baasil salvi kasutamine mähkme kattekihil) võib kaitsta tervet nahka kui sarvkihil on oht kahjustuda või võib aidata parandada juba kahjustatud sarvkihil barjääri funktsiooni ja pakkuda kaitset niiskuse eest. Selline salvi kiht toetab naha barjääriomadusi ja kaitseb nahka liigniiskuse ja ärritajate eest, andes hüdrofoobse kihi poore sulgemata. Uuringud on näidanud, et salvi sisaldavad mähkmed suurendavad naha kaitset oluliselt. Lastel, kes olid eriti tundlikud mähkmedermatiidi suhtes,

oli märgata olulist ja püsivat dermatiidi vähenemist pärast petrooleumi baasil mähkmete kasutamist. [5]



Joonis 1. Mähkmedermatiidi esinemine lastel mähkmete tehnoloogia arenedes [5]

Naha tervist aitab ka parandada veeauru läbilaskvate („hingavate”) membraanide kasutamine mähkme väliskatteks hermeetiliste kilede asemel. Need katted võimaldavad vee, veeauru ja õhu liikumist, kuid samal ajal hoiavad vedelikku ja uriini mähkmes. Mähkmete mikropoorsed katted vähendavad nii suhtelist õhuniiskust kui ka naha hüdratsiooni, mis esinevad kinnisemates õhku mitteläbilaskvates mähkmetes. „Hingavate” mähkmete kasutamine on vähendanud ka infektsiooni *Candida albicans* esinemissagedust ja mähkmedermatiidi levikut võrreldes õhku mitteläbilaskvate mähkmetega. Seda tehnoloogiat on rakendatud ka naiste hügieenitoodetele; pesukaitsete õhku läbilaskvad tagumised kihid vähendavad temperatuuri, niiskust, pH taset ja mitmeid mikroorganisme. [5]

2. HÜGIEENITOODETEKS KASUTATAVATE LAUSMATERJALIDE TÜÜBID

Hügieenimaterjalideks kasutatavad tekstiilid olid tavapäraselt puuvillast tooted, mis pakkusid nõutaval tasemel vastupidavust, mugavust, mikroobse saastumise eest kaitset ja olid kergesti pestavad ja steriliseeritud. Tänapäeval need materjalid on valmistatud kangast, mis on tugevdatud puuvilla, viskooskiu, polüestri või polüpropüleenkiu orienteerimata (*spunlaid*) võrguga. [7]

Kergekaalulised lausmaterjalid (st kaal on väiksem kui 50 g/m^2) tagavad hügieenitoodete suure kasumlikkuse, andes neile nõutavad omadused suhteliselt väikeste kuludega. Täiskasvanute uriinipidamatuse mähkmete jaoks kasutatakse kangaid kaaluga $10\text{--}30 \text{ g/m}^2$. Madala ruutmeetri kaaluga hügieenimaterjalid on tavaliselt orienteerimata lausmaterjalid. Mähkmete ja täiskasvanute uriinipidamatuse toodete kattekihiks kasutatakse tavaliselt kergemaid orienteerimata polüpropüleenist võrke, kuna nad tagavad pehmuse ja hüdrofoobsed omadused. [7]

2.1. Orienteerimata lausmaterjalid

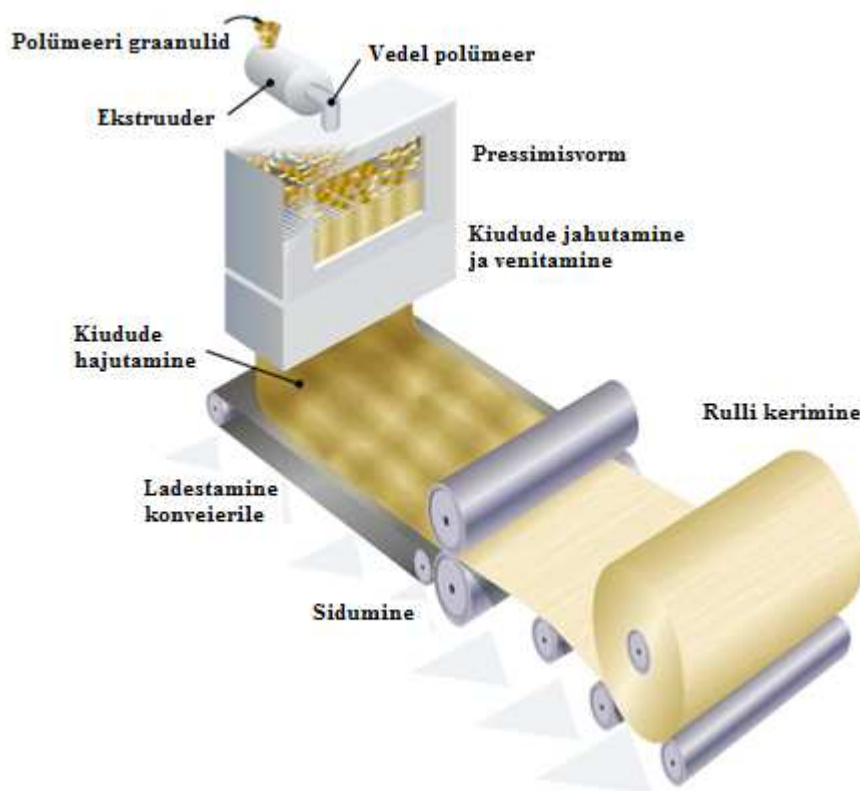
Orienteerimata kangaste kasutamine mähkmetes ja täiskasvanute uriinipidamatuse toodetes on hüppeliselt kasvanud. Seda peamiselt orienteerimata lausmaterjalide struktuuri omaduste tõttu, mis aitavad hoida kandja naha kuivana ja pakuvad mugavust. Orienteerimata lausmaterjalid on kuluefektiivsemad kui teised lausmaterjalid. Praegused kattekihiks kasutatavad lausmaterjalid on orienteerimata PP (*spunbonded PP*), PP komposiidid (*spunbond/meltblown/spunbond*, SMS) ja kraasitud PP termilised ühendused. [7]

Orienteerimata lausmaterjalid – orienteerimata, sulatusmenetlusel valmistatud, apreteeritud kihid ja mitmed nende kihtide kombinatsioonid – on valmistatud masinatega, mis on välja arendatud polümeeride ekstrusioonist, kus sula filamentkiududest moodustatakse ja vormitakse kiu struktuurid. Tüüpilistes orienteerimata süsteemides on sünteesfilmanetkiu

lehed saadud polümeeride ekstrudeerimisel konveierile juhuslikult orienteeritud võrguna, mis on suhteliselt ligilähedane pidevale polümeerist kanga saamise operatsioonile. [7]

Joonisel 2 on kujutatud orienteerimata lausmaterjali saamisprotsess. Selles protsessis polümeeri graanulid sulatatakse ja sulapolümeer pressitakse läbi ketrusdüüside. Seejärel filamentkiud jahutatakse ja ladestatakse konveierile ühtlase võrgu moodustamiseks. Antud protsess annab lausmaterjalidele suurema tugevuse, kuid tooraine paindlikkus on piiratud. Tavaliselt kasutatakse ka teiste komponentide ekstrusiooni, et anda materjalile lisaomadusi või parandada sidumisvõimet. [11]

Sulatusmenetlusel valmistatud (*meltblown*) kanga saamiseks polümeer surutakse läbi düüside kuuma suruõhu joasse. Kuum suruõhk venitab kiu pikaks, peeneks, kuni see katkeb ja ladestub liikuvale lindile. Nii moodustub lindile kiu võrk. Kiud kangas on väga erineva pikkusega. Kiudude läbimõõt jääb 2-4 μm piiridesse. Kangas on suhteliselt tihe, sisaldades väga väikseid poore. [11]

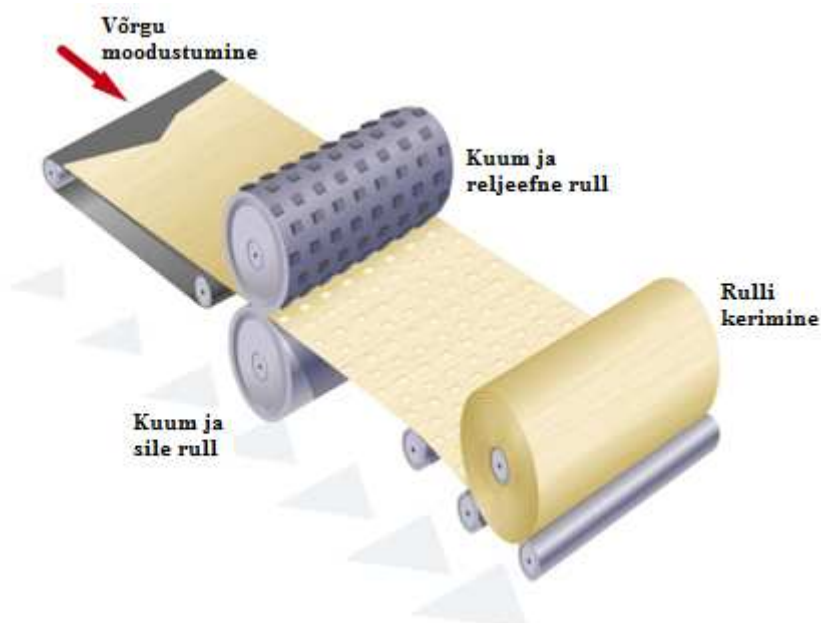


Joonis 2. Orienteerimata lausmaterjali saamine [11]

2.2. Termiliselt ühendatud lasumaterjalid

Termiline ühendus on oluline tehnoloogia imavate hügieenimaterjalide tootmiseks. Suur tootmisvõimsus on saavutatud tänu kõrge tootlikkusega kuumutatud kalandri rullide või ahjude abil. Selline meetod on energiasäästlikum efektiivse termilise kontakti tõttu ja pärast ühendamist ei ole vaja vett aurustada. Kuna puuduvad hävitamiseks mõeldud jääkosad, siis on see protsess keskkonnasõbralik. Termiliselt ühendatud lausmaterjalid on üle kogu maailma asendanud keemiliselt ühendatud lasumaterjalid. Varasemalt valmistati peaagu kõik mähkmed keemiliselt ühendatud lausmaterjalidest. Kuid neil on kaks puudust: keemiliselt ühendatud kattekiht jääb niiskeks ja on seetõttu ebamugav; ning keemilised sideained võivad põhjustada mõnedele kandjatele naha ärritust. [7]

See meetod kasutab sünteetiliste kiudude termoplastseid omadusi, et kuumusega kiude omavahel siduda. Termoplastsed sideained kujutavad endast polümeere, mis kuumutamisel või lahustamisel pehmenevad ja kleeuvad kokku aluse struktuuri elemendid. Mõnel juhul saab kasutada ka kiuvõrku, kuid tavaliselt kasutatakse kergsulavaid või bikomponentseid kiude võrgu moodustamiseks. Kasutusel on mitmeid termilise ühenduse süsteeme. Kalandreerimisel (vt joonis 3) kiu võrgud ühendatakse kuumutatud ja kõrgsurvega rullide abil. Õhu kaudu (*through-air*) termiline ühendus toimub kuumas õhuvoolus. Sel meetodil saadakse mahukamad tooted. [11]



Joonis 3. Termiline ühendamine: kalandreerimine [11]

Imavad/jaotavad kihid, mis on valmistatud kuumas õhujoas ühendatud (*through-air bonded*) lausmaterjalidest, on parema imamisvõimega ja suudavad ennetada uuesti märgumist. Kuumas õhujoas ühendatud lausmaterjale kasutatakse laialdaselt imava kattematerjalina nii naiste hügieenisidemetes, mähkmetes kui ka täiskasvanute uriinipidamatuse toodetes. Tavaliselt kasutatakse siduvate kiududena PE/PP südamik/kest bikomponentseid kiude massi ühendamiseks. [7]

Kaasaegsed naiste hügieenitoodete materjalid sisaldavad kuuma õhujoo tehnoloogial toodetud õhukesti südamikkihte, mis sisaldavad vähesel määral ka superimavat pulbrit. Oluliseks nõudeks on vere imamisvõime ja seda tagab näiteks superimaja nagu HySorb™. Superimavusega polümeerid võimaldavad saada õhemaid ja väiksemaid hügieenisidemeid, parandades sellega naiste heaolutunnet. Enamik turul olevaid naiste hügieenitooted sisaldab viskooskiudu, tsellulooskiudu, mis on tehtud puidumassist. Mõned tampoonid on valmistatud puuvilla ja viskooskiu segust ja mõned on ainult puuvillakiust. Bikomponentseid kiude, sisaldades polüetüleenist kesta ja polüpropüleenist südamikku, kasutatakse samuti tampoonides ja uriinipidamatuse toodetes. [7]

2.3. Komposiidid

Orienteerimata (*spunbond*) ja sulatusmenetlusega valmistatud (*meltblown*) kangad on tihti tootmise etapil omavahel kombineeritud, et saada erinevaid komposiitstruktuure, mis tagaksid hügieenimaterjalidele tõkkeomadused. SMS (*spunbond/meltblown/spunbond*) idee võttis esmakordselt kasutusele ja patenteeris Kimberly-Clark Corporation. SMS materjalidel on suurepärase füüsilised omadused (tugevus, elastsus, hõõrdumiskindlus, rebenemiskindlus jne), ühtsus, suurepärase tõkkeomadused (suudavad vältida väikeste osakeste, mikroorganismide ja vedelike leket) ning samal ajal on nad ka hea õhuläbilaskvusega ja pehmed. [7]

Puuvillaga kaetud lausmaterjalid (*cotton surfaced nonwovens*, CSN)

Need on toodetud kraasitud puuvilla ja polüpropüleeniga võrgust, kus puuvill ümbritseb kas ühelt või mõlemalt küljelt kesket orienteerimata polüpropüleenist võrku. Termiliselt ühendatud kahe- või kolmekihilised lausmaterjalid on pehmed, kuid tugevad, suurepärase

märgumisega, vee imamis- ja säilitamisvõimega ning sobivad ideaalselt hügieenitoodeteks.
[7]

Puuvillast sisemusega lausmaterjalid (*cotton core nonwovens*, CCNs)

Need lausmaterjalid kujutavad endast termiliselt ühendatud laminaate, mille keskmeks on kraasitud ja pleegitatud puuvilla võrk. Sisemine kiht ümbritsetakse sulatusmenetlusel valmistatud ja/või orinteerimata polüpropüleeniga ning seejärel kihid ühendatakse termiliselt. Sellised lausmaterjalid sobivad hästi täiskasvanute uriinipidamatuse toodete jaoks, kuna pinnalt toimub vedeliku efektiivne transport hästi imavasse puuvillast sisemisse kihti jättes pinnakihi kuivaks. [7]

3. MITTEKOOTUD HÜGIEENIMATERJALIDE OMADUSED

Imavus on mittekootud hügieenimaterjalide puhul üks võtmeomadusi. Hügieenimaterjal peab olema pehme katsuda ning samas jääma venitamise korral rikkumatuks ja terveks. Näiteks ühekordselt kasutatavate mähkmete jaoks on vaja pehmeid, tugevaid ja mittekootud komponente, nagu näiteks pealmisi ja tagumisi kihte (nimetatakse ka välimisteks katekihtideks). Pehmust saab kohandada polümeeri tüübi ja filamentkiu diameetri valikuga. Kiu diameetri vähendamisega saavutatakse kangas, mis on pehmem katsuda. Kangal peavad olema ka head veekindlad omadused, et vältida uriini tagasivoolavusest tulenevat ebamugavust. Oluline on, et materjali võrk oleks väga ühtlane, kuna see tagab tugevama toote ja kaotab vajaduse kasutada mitut kihti, näiteks SMS-i. [7]

3.1. Kasutatavad kiud

Kiudude venivus/elastsus on oluline kriteerium, kuna see omadus näitab, kui mugav ja hästiistuv nendest valmistatud toode olla võib ja kui hästi see erinevates olukordades kehaga kaasa liigub. Üldiselt ei vaju elastseid komponente sisaldavad mähkmed keha suuruse ja kuju muutudes vormist välja. Parem istuvus parandab ka kasutaja üldist heaolutunnet, sest see parandab mugavust, vähendab lekkeohtu ja toode sarnaneb rohkem puuvillase aluspesuga. [7]

Olulised omadused on niiskuse ärajuhtimine, veeimavus/imenduvus, vee kinnipidamine ja võimalikult väike lekkimisoht. Puitkiudude kasutamine on sellist tüüpi toodetes oluline, kuna need peavad kinni 33-35% veest ja on võrdlemisi odavad. Kui võtta arvesse maksumust, siis ei saaks puuvill kindlasti puitkiude asendada, kuid puuvillast on kasu toodetes, mille puhul kehtib põhimõte „õhem on parem“. Puuvilla kasutamine tagab hea imavuse, mugavuse, pehmuse, keemilise vastupidavuse ja biolagunevuse. PP kiu kasutamine annab välispinnale soovitud vetthülgava omaduse ja seda mõistliku hinna eest, kuna see polümeer on odavam suuremahuline kommertsiaalne polümeer. Super- ehk superimavaid kiude saab valmistada superimavatest polümeeridest (*superabsorbent polymer*, SAP). [7]

3.2. Superimavad polümeerid

Superimavad materjalid ehk hüdrogeelid on hüdrofiilsed ristseotud polümeerid, mis paisuvad vees. [5] SAPid imavad kuni 500 korda nii palju vett, kui nad ise kaaluvad. Samas kui tavaline puidutselluloosmass ja puuvillast valmistatud täitematerjalid imavad ainult kuni kuus korda nii palju vett, kui nad ise kaaluvad. SAP-graanulid peavad suurtes kogustes vett kinni sellega, et muutuvad veega kokku puutudes geeliks. Nende vaba paisuvus-imavus pärast ainult 15 sekundit on võrdne või suurem kui nende võime vett kinni pidada. [7]

Enamik hügieenitoodete turul olevaid superimavaid materjale on valmistatud naatriumpolüakrülaadist ja neid müüakse enamasti graanulite kujul; saadaval on ka superimavaid materjale kiudude kujul. [11] Superimavatel kiududel nagu OASIS SAF[®], Aquakeep[®], ja Norsocryl[®] on hügieenitööstuses hulk eeliseid:

- väike tihedus võimaldab toota pehmeid väiksema mahukusega tooteid;
- peaaegu nähtamatu ja mittetuntav segunemine teiste kiududega annab toodetele looduslähedase välimuse, mida tarbijad hindavad;
- superimavad kiud ei vaheta kanga sees asukohta;
- kangast on pärast tootmist lihtsam lõigata, ühtlasi väheneb tera kuluvus ja superimav materjal ajab vähem kiude;
- ühtlasem superimava materjali jaotumine, seda eriti madalate baasraskustega;
- suur pindala – seda suure imavuse tagamiseks ja selleks, et vältida ummistuste tekkimist suurte molekulide poolt, mida leidub veres ja muudes kehavedelikes. [7]

Enimnõutud omadused, mis mittekoostud hügieenimaterjalide lõppviimistlusest tulenevad, on hüdrofiilsus, hüdrofiilsuse kestvus, pehmus, imavus ning eelnimetatute õige kombinatsioon, nt hüdrofiilsus ja pehmus. [7]

3.2.1. Superimavate polümeeride saamismeetodid

Superimavaid polümeere ehk hüdrogeele saadakse kõige sagedamini vinüüli ja divinüüli monomeeride kopolümeerisatsioonil redoks-initsiaatorite juuresolekul. Peamise olulisusega monomeerid on akrüülamiid, akrüülhape, metakrüülhape ja nende derivaadid. Kõige sagedamini kasutatav divinüüli monomeer on N,N-metüleen-bis-akrüülamiid (NMBA); harvemini kasutatakse etüleen-glükool-diakrülaati, naatrium-divinüül-benseen-sulfonaati, tetrahüdroksüül-metüül-atsetüleen-uureati ehk karbamiidi või alleelakrülaati. Polüetüleen-

glükooli, polüaspartiithapet, polüvinüülalkoholi, maleiin-anhüdriit-kopolümeere ja polü-n-vinüül-pürrolidooni kasutatakse samuti superimavate polümeeride polüsünteesiks. [5]

Polümerisatsiooni protsess toimub tavaliselt polümerisatsiooni initsiaatorite juuresolekul, temperatuuri või kõrge energiakiirguse mõjul. Eristatakse hüdrogeelide keemilist ja radiatsioonilist saamismeetodit. [5]

Keemiliste meetodite puhul lisatakse polümerisatsiooni initsiaatoritele persulfaate. Keemiliselt saadakse ristseotud hüdrogeele monomeeride polümerisatsiooni või polümeeride ristsidumise teel. Hüdrogeele saadakse hüdrofiilsete monofunktsionaalsete monomeeride ja bi- või multifunktsionaalsete monomeeride kopolümerisatsiooni tagajärjel, kasutatakse akrülamidi, akrüülhapet või metakrüülhapet. Selle meetodi korral rakendatakse selliseid polümeere nagu polüvinüülalkohol (PVAL), polüetüleenoksiid (PEO), polü-N-vinüül-pürrolidoon (PVP), polüakrüülamiid (PAA). [5]

Radiatsiooniline hüdrogeelide ristsidumine peitub polümeeriahelate ühteliitmisel püsivate kovalentsete sidemetega, mis ei lagune, kui just tervet makromolekuli ei lõhustata. Ristsidumise protsess algatatakse elementidest koobalt-60 või tseesium-137 eralduva gammakiirguse ja ka kiirendatud elektronivooga. Üldmainitud meetodi korral saadakse geelide järgmiste polümeeride ristsidumisel: polüvinüülalkohol, polüetüleenoksiid, polü-N-vinüül-pürrolidoon, polüakrüülhape. [5]

Radiatsiooni toimimisel polümeeri vesilahuses, moodustuvad polümeeriahelas radikaalid C-H sidemete hemolüütilise lõhustumise tõttu. Lisaks sellele moodustuvad vee molekulide radiolüüsi tulemusena hüdroksüülradikaalid, mis ründavad polümeeriahelaid ja tekitavad niiviisi makroradikaale. Sellised makroradikaalid aitavad kaasa kovalentsete sidemete moodustamisele ahelas ja tekitavad lõpliku ristseotud struktuuri. [5]

Moodustunud geelide omadused, eriti nende paisumine ja läbilaskevõime, sõltuvad polümeeri kontsentratsioonist ja radiatsiooni kogusest. Ristsidumise tihedus suureneb proportsionaalselt polümeeri kontsentratsiooni ja radiatsiooni kogusega. [5]

Superimavate materjalide füüsikalised omadused sõltuvad mitmetest teguritest, sealhulgas näiteks polümeeri matriksi tüübist, funktsionaalse rühma iseloomust, polümeeri ristsidumise määrast, reaktantide suhtest, initsiaatori kvantiteedist, reaktsiooni temperatuurist, toote paksusest, keemilisest koostisest ja imendunud lahuse temperatuurist. [5]

Superimavate polümeeride omaduste muutmisel mängivad suurt rolli ristsidujad. Peale paisumise ja mehaaniliste omaduste mõjutavad ristsidujad ka polümerisatsiooni ajal leiduva

lahustuva polümeeri hulka, mis tuleneb selle suhtelisest reaktsioonilisusest akrüülhappe või naatriumakrülaadiga. Ristsidumise efektiivsus sõltub ka steerilisest takistusest ja vähenenud liikuvusest seoses sõltuvate kaksiksidemetega; tendentsist, et ristsidujaga toimub intermolekulaarne lisareaktsioon ning ristsiduja lahustuvusest monomeeri segus. [5]

3.2.2. Paisumise mehhanism

Superimav materjal käitub kui imav käsn. Vee imendumisel superimavasse polümeeri, moodustub sellest geel. Kui vesi puutub kokku superimava polümeeriga, siis osakestes hakkavad toimuma elektrilised tõukumised. Kui see juhtub, siis vesi imetakse osakestes põhjustades iga osakese paisumist. Maksimaalse imamisvõime juures paisub iga osake üle 30 korra oma esialgselt mahust. [29]

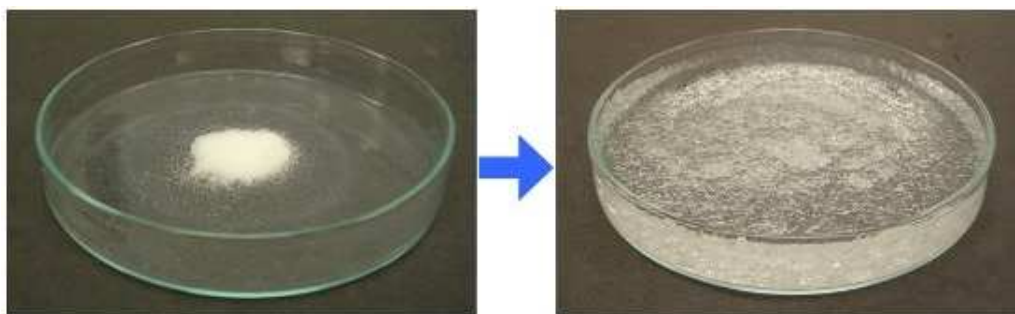
Ioniseeritud, ristseotud polümeerivõrgustike paisumise mehhanism põhineb osmootilisel rõhul. Polümeer käitub osaliselt läbilaskva membraanina, mis ei lase laetud osakestel polümeerist ümbritsevasse lahusesse eralduda. Seda seetõttu, et ioniseeritud monomeersed ühikud sisaldavad kindlat laengut, mis tõmbab ümbritsevast lahusest osakesi ligi ning fikseerib need. Seega seatakse laengu gradient, kus vabade ionide kontsentratsioon on suurem väljaspool polümeeri. Et gradient avaldab polümeeriahelale osmootilist rõhku, siis ahel paisub, kuna ionid jätkavad ahelasse sissehajumist. [5]

Kui superimav polümeer on tihedamalt ristseotud, on see paisunud olekus jäigem. Osakeste jäikuse parandamine võimaldab paisuval osakestel komposiidi kiude kõrvale lükata ja seega säilitab materjal poorsuse ja läbitavuse ka edasisel kokkupuutel vedelikuga. Siiski tuleb seda optimeerida, kuna liiga jäigad osakesed võivad ümbritsevaid kiude katki rebida ja lekkeid põhjustada. [5]

Kõige efektiivsemalt imavad vett need polümeerivõrgustikud, mis kannavad eraldunud ioonilisi funktsionaalseid rühmi. Kui välja arvata molekulaarsuuruses ahelad, mis võrgustiku moodustavad, on selline võrgustiku kujutis märkimisväärselt sarnane puuvilla kiududega. Erinevus on selles, et puuvill imab vett konvektsiooni teel – vesi „imetakse sisse“ tehes kuivad kiud märjaks, samas kui superimavad polümeerid toimivad molekulaarsel tasemel difusiooni teel, kuna nende „kiud“ on tegelikult pikad molekulide ahelad. Vesi liigub superimava polümeeri osakese sisse siis, kui osakese sisemuses on algselt väiksem vee kontsentratsioon kui väljas. Vee sisenemisel osakesse see paisub, et lisamolekulidele ruumi teha. Kuna polümeeri osakesed on ristseotud, ei lahustu nad imenduvasse vedelikku. [5]

3.2.3. Superimavate polümeeride omadused

Soovitavad omadused on võime vett imada, kiire ümberpööratav veeimavus, suur veeimavus, hea mehaaniline tugevus, mittetoksilisus, keemia- ja temperatuurikindlus ja paindlikkus. Nagu varem mainitud, valmistatakse hüdrogeele polümeeriahelate ühendamiseiga valitud kohtadest, mistõttu moodustavad nad kolmemõõtmelisi ristseotud struktuure. Kuivas olekus on polümeeriahelad tihedalt kokkuvolditud keermed. Vee mõjul lahustuvad ja lõhustuvad polümeeriahelates olevad funktsionaalsed rühmad. Positiivsed ioonid eralduvad ja polümeeriahelaga seotud negatiivsed laengud tõukavad end elektrostaatiliste jõudude tõttu üksteisest eemale. See viib polümeeriahelate lõdvenemiseni, mistõttu tekib võime enam vedelikku imada ja lõpuks tekib geel (vt joonis 4). Protsess lõpeb siis, kui ruumilise võrgustiku moodustavad polümeeriahelad on maksimaalselt laienenud. [5]



Joonis 4. Kuiv superimav polümeer ja vedeliku mõjul paisunud superimav geel [32]

Superimavate materjalide imavust, mida nimetatakse ka paisuvuseks, väljendatakse kõige sagedamini selle kaudu, mitu grammi lahust või vett imab üks gramm kuiva geeli. See võib varieeruda mõnest grammist lahusest kuni mõnesaja grammini ühe grammi kuiva superimava materjali kohta ja see sõltub mitmetest faktoritest. Selle nähtuse puhul on määrava tähtsusega funktsionaalsete rühmade tüüp ja polümeeri ristsidumise aste. Oluline piirav faktor on toote soovitatav paksus ja ka imatava lahuse koostis. Elektrolüüdid ja keemilised ühendid, mis on võimelised geeli funktsionaalsete rühmadega reageerima, vähendavad tavaliselt superimavate materjalide imavusvõimet. [5]

Võime vett imada sõltub ionide olemasolust vees, näiteks on imavus destilleeritud/deioniseeritud vee puhul 500-kordne materjali kaal (st 30-60-kordne maht), kuid 0,9% soolalahuse korral ainult 50-kordne materjali kaal. Täielikku imavust ja paisuvusmäära kontrollivad polümeeri ristsidumise tüüp ja aste. Väiksema tihedusega ristseotud polümeer on suurema imavusvõimega ja sellest saab moodustada pehmemat ja sidusamat geeli. Suure

ristsidemete tihedusega polümeer on väiksema imavusvõimega kui madala tihedusega ristseotud polümeer, ja geel on tugevam ning säilitab madala surve all oma kuju. [5]

Paisumine on difusiooni nähtus, mida kontrollib paisuva materjali molekulide tõmme vedeliku molekulide poole. Ioonilise geeli paisuvuse tasakaalu määrab kolme põhijõu tasakaal:

- I jõud: võrgustiku segu ja lahuse vaba energia;
- II jõud: võrgustikusisene osmootiline rõhk, mis tuleneb vastastikioonide liikuvusest, mis on ümbritsetud püsilaengu rühmadega (iooni paisuvuse rõhk);
- III jõud: võrgustiku paindlikkus (paindlik paisuvuse rõhk). [5]

Jõud I ja II toetavad geeli paisumist, jõud III mitte. [5]

Sobiva superimava polümeeri valimisel toote imavusstruktuuri tuleb silmas pidada järgmisi põhilisi parameetreid:

- Imavus: võime teatud olukorras imada ettenähtud koguses vedelikku siis, kui kangale või kangakihile ei ole rakendatud koormust. Seda nimetatakse mõnel juhul ka „vabaks imendumiseks”.
- Imavus surve all: võime teatud olukorras imada ettenähtud koguses vedelikku siis, kui kangale või kangakihile on rakendatud koormus. Enamikel juhtudel annavad superimavate materjalide tootjad imavuse väärtuse järgmiste surve väärtuste juures: 0,3; 0,5; 0,6 ja 0,7 psi (kusjuures 1 psi = 6896 Pa).
- Soolvee imavus: kuna destilleeritud vee ja isegi vähesel määral soola sisaldava vee kinnipidamisvõime on erinev, määratakse imavus ka soolvee imendumisel. Soola kontsentratsioon on 0,249% naatriumkloriidi.
- Vee kinnipidavus: võime kinni pidada määratud koguses vett. [5]

3.2.4. Superimavate polümeeride vorm

Superimavad materjalid võivad esineda erineval kujul (nt pulbri või kiududena). Superimavad pulbrid ja kiud erinevad omadustelt. [5]

Kõige kättesaadavamad superimavad polümeerid on kõvad, kuivad, graanulilised pulbrid (vt joonis 5), mis näevad välja nagu puhas valge lumi või graanuliline suhkur. Tabelis 1 on toodud imiku mähkmete ja teiste hügieenitarvete valmistamiseks kasutatavate superimavate pulbrite tehnilised andmed. Näiteks Degussa firma toode T5066 on pulbri konsistentsiga.

Keemiliselt koostiselt on see naatriumsool ristseotud polüakrüüluga. Veega segunedes moodustub sellest geel, mis peatab edasise vedeliku transpordi (läbipääsu). Seda toodet kasutatakse peamiselt tehnilistes rakendustes. [5]

Tabel 1

Hügieenitoodeteks kasutatavate superimavate polümeeride tehnilised andmed [5]

Omadus	Väärtus
Välisilme	valged graanulid
Imamisvõime (g/g)	≥49
Niiskusesisaldus (%)	≤4
pH	6,5-7,1
Mahumass (g/cm ³)	0,59-0,69
Osakesete suuruse jaotus 850 μm-il (%)	≤1

Hiljuti jõudsid turule innovaatilised bioloogilist päritolu superabsorbendid, mis on valmistatud taastuvatest materjalidest. Need tooted ei ole mitte ainult keskkonnasäästlik alternatiiv naftapõhistele materjalidele, vaid need on ka hea imavuse ja vedeliku kinnipidamisega imikute mähkmete, täiskasvanute uriinipidamatuse toodete, naiste hügieenitoodete, toidu pakkimise jt tööstuslike eesmärkide jaoks. Uue põlvkonna bioloogilist päritolu materjalide näited on BioSAPTM, LysorbTM 218 ja LysorbTM 220, mille tootja on Archer Daniels Midland Company (ADM). ADM toodab bioloogilist päritolu superimavaid polümeere ühekordseks kasutamiseks mõeldud hügieenitarvete jaoks. [5]



Joonis 5. Superimav polümeer pulbri kujul [33]

Hiljuti on turule jõudnud ka kiu kujul olevad sünteetilised imavad materjalid (vt joonis 6). Keemiliselt koostiselt on need ristseotud akrüülised kopolümeerid, mida on naatriumsoolaga neutraliseeritud. Kiu kujul olevate imavate materjalide rakendamine lahendab probleemeid,

mis on seotud nende sidumisel tekstiilidega. Tabelis 2 on esitatud mõnede superimavate kiudude põhilised omadused. Tabelist 2 on näha, et kõrgeima imavusega kiu kujul olevad imavad materjalid on Cameloti Fibredi ja Fibresoft. [5]

Tabel 2

Superimavate kiudude omadused [5]

	Fiberdi (Camelot Superabsorbents Ltd)		Fibersorb (Camelot Superabsorbents Ltd)	Lanseal (Technical Absorbents Ltd)		Oasis (Toyobo Ltd)
Kiu tüüp	1130	1160	908	5d	2,6d	101/2
Destilleeritud vesi						
Imavus, g/g	280	350	380	150	120	80
Kinnipidamisvõime (0,5 psi), g/g	225	250	240	–	–	60
Soolvesi (0,9% NaCl)						
Imavus, g/g	60	80	55	50	40	40
Kinnipidamisvõime (0,5 psi), g/g	47	60	35	20	15	30
Imavus surve all (0,3 psi), g/g	18	15	9	–	–	23
Imavuse kiirus, g/g/s	1,2	0,8	1,0	30s-ga 70% mahust		15s-ga 90% mahust
Tugevus, cN/dex	–	–	1,0	1,9	2,4	0,4
Venivus, %	–	–	<15	15-25	25-35	22
pH	6,0	6,0	6,0	7,0	7,0	5,8

Kui võrrelda soolvee vaba imenduvust, mis on oluline higilappide ja materjalide puhul, mis imavad kehavedelikke, siis ei erine kiud nagu Fibresoft, Lanseal ja Oasis märkimisväärselt teineteisest. Nad imavad soolvett sarnasel määral; siiski imavad Oasisi kiud rõhu all olles soolvett kõige paremini. Veeauru imavuse seisukohalt on superimavad kiud paremad kui pulbrid. Tugevuselt on Lanseali kiud parimad. Suhtelise õhuniiskuse suurenedes väheneb superimava kiu tugevus, kuid selle venivus suureneb. Kiu omaduste analüüsi järgi (eriti soolalahuse imenduvuse järgi koormuse all ja ilma koormuseta, ja veeauru imenduvuse järgi kõrge suhtelise õhuniiskusega perioodidel) on Oasisi kiud sobilikud selliste higilappide valmistamiseks, mida kantakse hästiistuva kaitsva riietuse all kandja mugavustunde parandamiseks. Oasisi kiudude eelis on ka nende kõrge imavuskiirus (täielikuks imendumiseks kulub 15 s). [5]



Joonis 6. Superimav kiud [8]

3.2.5. Superabsorbentide parendused

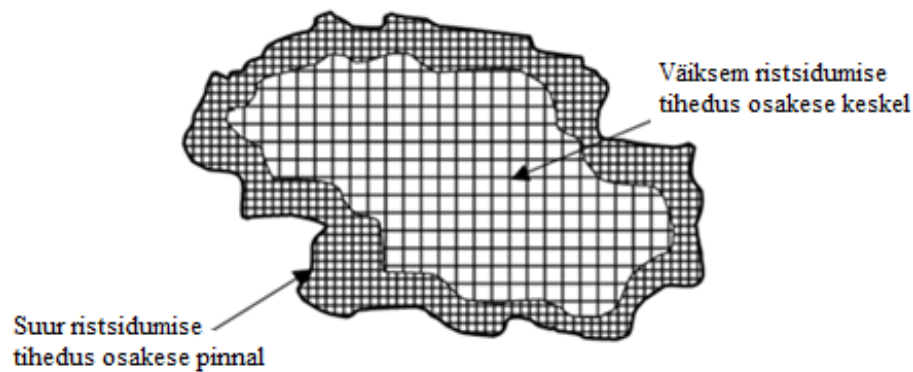
Superimavad polümeerid peavad toimima koos teiste toote komponentidega (nt tselluloosimassiga), et saavutada soovitud tulemust. Esimese põlvkonna toodete puhul peeti esmalt tähtsaks vedeliku imendumist ja kinnipidamisvõimet, seega suurendati materjalide imamisvõimet. Seetõttu kasutati superimavate polümeeridena kergelt ristseotud hüdrofiilseid polümeere, osaliselt neutraliseeritud akrüülhappeid. [21]

Kui ristsidemete tihedus on väga madal, siis on ka paisunud superimava polümeeri geeli tugevus väike põhjustades kõrget deformatsiooni. Selline lõdvem geel sulgeb materjali kanalid, mille kaudu vedelik saab liikuda imavasse struktuuri. Mähkmete puhul on soovitud, et superimavad polümeerid oleksid nii hea soolvee imamisvõime kui ka hea imamisvõimega surve all. Nende polümeeride paisumine ja elastsus sõltuvad polümeerivõrgustiku täpsest struktuurist, peamiselt ristsidumise tihedusest. Ristsidumise tiheduse suurenemisega väheneb vaba paisumine vees ja soolalahuses, samas kui imamisvõime surve all suureneb. Superimavate materjalide sünteesitehnikad püüavad võrgustike struktuuri kontrolli all hoidmise abil nende hüdrogeelide omadusi tasakaalustada. Neid imavaid polümeere on modifitseeritud selleks, et suurendada nende üliimavust, geeli tugevust ja imamise kiirust. [21]

Akrüülhappe homopolümeeridel esineb tugevat imamisvõime vähenemist füsioloogilistes vedelikes esinevate elektrolüütide tõttu. Uudseid soola suhtes tolerantseid komonomeere nagu 2-akrüüloüülamino-2-metüülpropan-1-sulfoonhape (AMPS), 3-dimetüül(metakrüüloüüleetüül)ammoonium-propaan-sulfonaate (DMAPS) ja trimetüül-metarkrüül-alamiid-propüülammoonium-iodiide (TMMAAI) kasutatakse soolalahuse imenduvuse parandamiseks.

Soolalahuse imenduvus paraneb näiteks sulfoonhappe rühmade tõttu ahelas, kuna neil on kõrgem ioniseerimise tase kui akrüülhappe karboksülaadi rühmadel. Ka nende hüdrogeelide osakeste pinnal tekkivad ristsidemed aitavad modifitseerida ristseotud tsoone eraldi pinnal kui ka sees, mis annab parema soolvee imendumise ja kõrge imamisvõime surve all. [21]

Nende hüdrogeelide pinnale saab ristsidemeid luua ilma, et vedelik pinda läbi immutaks (kuna pinna paisuvus on väiksem, sest ristsidemete tihedus on suurem), kuid samal ajal on lõplik imenduvus siiski kõrge, sest seesmise osa ristsidemete tihedus on väiksem. Seda on illustreeritud joonisel 7. Sel moel toodetud superimavad polümeerid on paremate mehaaniliste omadustega, olles samal ajal heade imavusomadustega, seda nii surve all imavuse kui ka vaba imavuse seisukohalt. Siiski tuleb pinna ristsidumise taset optimeerida ja nende loomist võimalikult ettevaatlikult teostada, sest ristsidemed vähendavad vaba imendumise määra. [21]



Joonis 7. Pindristseotud superimav osake [12]

Ideaalsed täiskasvanute uriinipidamatuse tooted on väga õhukesed ja kergesti kõrvaldatavad. Uriini hulk ja voolukiirus on täiskasvanute puhul suuremad kui imikutel, samuti peab toode olema imav ka suurema surve all. Nende toodete puhul on seetõttu eelistatud kiiremini paisuvad superimavad materjalid. Kiirema paisuvuse saavutamiseks mõeldud erinevad moodused hõlmavad endas superimava polümeeri pinna suurendamist järgmiste võtetega:

- kasutades väiksemate osakestega poorseid aglomeraate,
- luues kurrutatud osakesi,
- kasutades superimavaid kiude. [21]

Naiste hügieeni puhul on vedelik komplekssem – viskoossem segu veest, sooladest ja rakkudest. Rakud on liialt suured selleks, et neid superimava polümeeri pindstruktuuri imada ja üldiselt imenduvad need superimavate polümeeride osakeste pinnale. Selliste rakenduste jaoks parandatakse vere laialikandumist järgmiselt:

- kattes superabsorbendi pinda pindaktiivsete toimeainetega,
- neutraliseerides superabsorbente kaalium- või liitiumsooladega. [21]

Oma hea veemavuse ja võrdlemisi soodsa hinna tõttu on viimasel ajal kasutusele võetud polümeer/savi superimavad komposiidid. Paljud uurijad on soovitanud erinevat tüüpi savikomposiite. Kasutanud on näiteks atapulgiiti, mis on kihiline alumiiniumsilikaat, mille pinnal on reaktiivsed –OH rühmad. Polüakrüülhappe/atapulgiidi superimava komposiidi võime destilleeritud vett imada on tunduvalt parem kui ristseotud polüakrüülhappel, kuid soolalahuse imenduvus on vaid pisut parem. Viimati nimetatut parandati akrüülhappe ja akrüülamiidi kui mitteioonilise monomeeri kooskasutamisega. Akrüülamiid on mitteiooniline monomeer ja annab hea soolakindla omaduse, kui seda superimava komposiidi toorainena kasutada. Seega, kui akrüülhappe ja akrüülamiidi kopolümeer siduda atapulgiiti ja luua komposiit, mis koosneb polümeeri ja atapulgiidi mikropulbrist, siis kaasneb sellega väiksem kulu ja samas paranevad imendumisomadused (destilleeritud vee ja 0,9% naatriumkloriidi lahuse puhul). [21]

On loonud ka uut tüüpi, stiimulitele reageeriv orgaaniline või mitte-orgaaniline nanokomposiit hüdrogeel nii, et fibrillaarne atapulgiit on lisatud hüdroksüetüülmetakrüülhappe kopolümeerile. Atapulgiidi nanoosakesed toimivad sel juhul ristsidujatena (tavalise ristsiduja asemel). Need komposiit-hüdrogeelid reageerivad pH-le tunduvalt kiiremini ja parandavad märkimisväärselt rebenemisega seotud mehaanilisi omadusi. Väidetavalt on neil täielike superabsorbentide või tavaliste superimavate komposiitidega võrreldes suurepärased füüsikalised, mehaanilised jt omadused. Neid omadusi tingivad saviosakeste nanotasandiline dispersioon võrgustikku, saviliistakute suur ristlõikesuhe ning savi ja polümeeri vaheline koostoime nende piirialal. [21]

Erinevaid metalle võib samuti kasutada superabsorbentidele erinevate omaduste andmiseks. Superimavaid polümeere on valmistatud metakrüülhappe kopolümeeridest ja erinevatest metallidest, nagu Pd, Ag, Au, Cu, Zn, Cd, Ge, Sn, Sb, In ja Bi. Metall stabiliseeritakse vinüülrühma II-süsteemi vahel ja samuti metakrüülhappe karboksüülaadi aniooni abil. Selliste metallikobaratega rikastatud polümeeride kõige olulisem omadus on nende metallisisaldusest tulenev stabiilsus. Peale selle annab hõbeda nanoosakeste lisamine superimavatele polümeeridele antibakteriaalse omaduse ja selle tulemusena saadakse paremad hügieenitooted. [21]

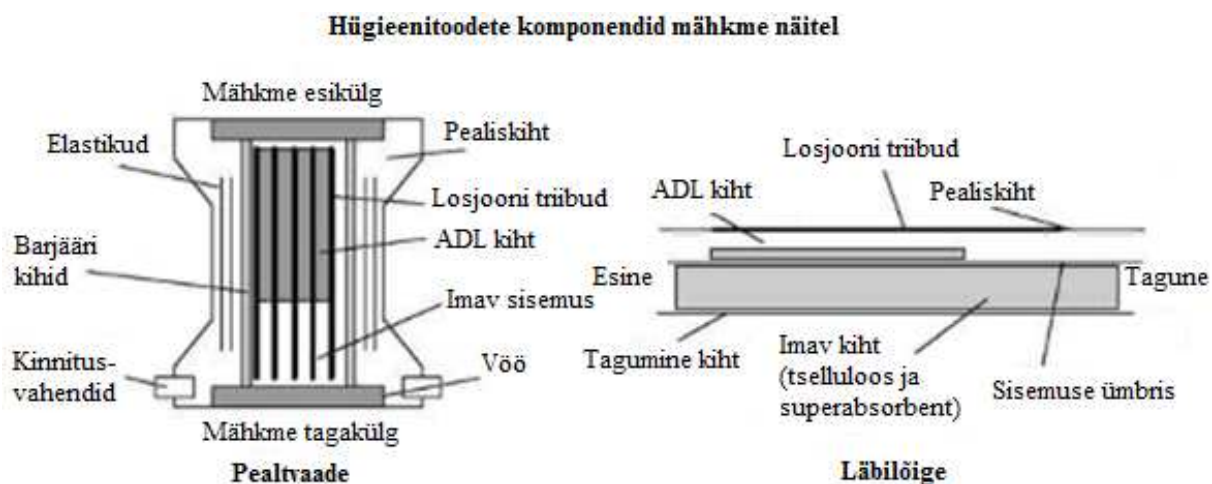
Klaasi sisaldavaid superimavad polümeerid, millel on sise/ümbris-struktuur, on välja töötatud nii, et erineva suuruse ja tihedusega õõnsad klaaskuulid on lisatud ristseotud naatriumpoliakrülaadi maatriksisse. Sellise lähenemisega saab parandada ristseotud poliakrülaatide imamisvõimet, kuna vees paisumise tõttu on rikutakse sisemuse ja ümbrise kontakti ning süsteem on võimeline imama lisavett sisemiste klaaskuulide ja neid ümbritseva poliakrülaadist kesta vahele. [21]

Ülimalt stabiilseid ja ühtlaselt jaotuvaid hõbeda nanoosakesi saadakse hüdrogeelide võrgustike kasutamisel nanoreaktoritena, kus neis redutseeritakse hõbenitraati (AgNO_3), kasutades redutseeriva toimeainena naatriumborohüdraati (NaBH_4). Need hüdrogeeli-hõbeda nanokomposiidid on antibakteriaalse toimega. Et toodete hügieenilisi omadusi parandada, on kasutatud mitmeid teisigi modifitseeritud antibakteriaalsete omadustega kiude. [21]

Hiljuti on tehtud ka suuri edasiminekuid biolagunevate superabsorbentidel põhinevate toodete vallas. Siiski on nende uute polümeeride märkimisväärne puudus see, et nende tooraine ja töötlemine on kulukamad kui traditsioonilistel superabsorbentidel. Veelgi enam, biolagunevate superimavate polümeeride kõik eelised realiseeruvad ainult siis, kui tootel on täiesti biolagunev struktuur, nt kui mähe koosneb täiesti biolagunevast ümbrisest, kleppaeltest, liimist ja elastikust. Samuti uuritakse reageerivate superimavate polümeeride („tarkade geelide”) kasutamise võimalikkust hügieenitoodetes. [21]

4. HÜGIEENIMATERJALIDE KASUTUSALAD

Kõige sagedamini kasutatavad imavad hügieenitooted on imikute mähkmed, naiste hügieenitooted ja täiskasvanute uriinipidamatuse tooted. Tänapäeva turul olevad imavad tooted on valmistatud mitmetest erinevatest materjalidest ja koostisosadest, mis on kohandatud ja optimeeritud kasutamiseks erinevates toodetes. Kõikidel hügieenitoodetel on siiski mõned ühised elemendid. Kõik nad sisaldavad imavat sisemist kihti, mis on valmistatud tselluloosist või polümeerkiududest, superimavusega polümeeridest või kiumassi ja superimavate polümeeride segust. Tänapäeva täiustatud toodetes võidakse kasutada ka ühte või mitut imavat/jaotavat kihti, mis aitavad vedelikku kiiresti ja tõhusalt kanda imavasse südamikku, samal ajal säilitades kuivuse naha vastas. Need hankivad kihid on tavaliselt valmistatud sünteetilisest staapelkiududest ja termiliselt ühendatud lausmaterjali struktuurist; või valmistatakse struktuur keemiliselt või mehaaniliselt modifitseeritud tsellulooskiududest. Imavad struktuurid on paigutatud naha vastas oleva kattekihi (valmistatud looduslikest või polümeerkiududest) ja tagumise kihi (polüetüleenkile või kile/lausmaterjal komposiidi) vahele. Tagumine kiht võib olla valmistatud mikroporsest materjalist võimaldamaks veeauru läbilaskvust ehk „hingavust”. Hingav tagumine kiht vähendab nahapinna suhtelist niiskust võimaldades veeauru läbipääsu väljapoole. Ühekordsete hügieenitoodete tüüpilised komponendid on toodud alloleval joonisel. [5]



Joonis 8. Mähkme komponendid [5]

4.1. Mähkmed

Keskmine imiku mähe sisaldab 35% kohevat kiudmassi, 33% superimavaid polümeere, 17% polüpropüleen, 6% polüetüleen, 4% adhesiive, 4% muud ja 1% elastikkiudu. Polüpropüleenist lausmaterjali peab olema 20-25 g/m². Ühekordsed mähkmed võeti esmakordselt kasutusele 1960ndate alguses ja sellest ajast alates on tehtud pidevaid tooteuendusi, sealhulgas superimavusega polümeeride lisamine, suletavate kinnituste ja elastsete värvlite kasutuselevõtt. Tootmises olemasolevad masinad suudavad toota umbes 250-270 mähet minutis. [7]

4.1.1. Mähkme kattekiht

Hügieenitoote lausmaterjalile, mis puutub kokku kandja nahaga, on antud erinevaid nimetusi: kate, kattekiht, pealiskiht, ülemine kiht jne. Kiu valikul, töötlemise tingimuste ja sideaine valikul lähtutakse sellest, et saavutada maksimaalne pealiskihi imamisvõime. Kuna tänapäeval kehtib nõue, et nahaga kokkupuutuv pind peab olema kuiv, et tagada kandjale suurem mugavus, väiksem ärritatavus ja toksilisus, siis ka kiu valik on muutunud hüdrofiilselt viskooskiult täielikult sünteetilistele hüdrofoobsetele kiududele. Üritades kavandada sideainevaba pealiskihti, on üha suurenenud huvi kasutada termiliselt ühendatud lausmaterjalide tehnoloogiat, et toota hüdrofoobset pealiskihti ilma keemiliste lisanditeta nagu formaldehüüdita. [7]

Mähkme pealiskihi hüdrofoobsus on vajalik, kuid mitte piisav optimaalseks kasutamiseks. Kangas peab suutma vedelikku kiiresti läbi laskma mähkme sisemusse. Täiuslik pealiskiht peab toimima ühesuunalise klapina, lastes vedelikku kiiresti läbi, samal ajal piirates vedeliku läbipääsu tagasi vastupidises suunas ja jättes nii kuiva ja pehme kiulise pinna vastu nahka. Järelikult on vaja vastavat tehnoloogiat märgumisomaduste andmiseks pealiskihi pinnale, et tagada kiire uriini läbilaskvus mähkmesse. Seda on kõige lihtsam saavutada lisades ühtlaselt pealiskihi pinnale väikeses koguses (0,2-0,6 massi%) efektiivset taasiisutusainet. Tavaliselt kantakse aine pinnale pihustades. Näiteks Sandler *sawabond*[®] termiliselt ühendatud pealmise kihi omadused on saavutatud kasutades kopolümeerkiude, bikomponentseid kiude või segatud viskooskiude ning peenikesi polüpropüleen kiude hüdrofiilse või püsivalt hüdrofiilse viimistlusega. [7]

Tavaliselt kasutatakse ühekordsetes mähkmetes nii hüdrofoobset kui ka hüdrofiilset polüpropüleenist lausmaterjali. Hüdrofoobne polüpropüleenist lausmaterjal ei lase vedelikku

läbi ja seda kasutatakse lekkekindluse tagamiseks jalgade ümbruses. Selliselt välditakse lekkimine jala ümbruses. Hüdrofiilne polüpropüleenist lausmaterjal on vedelikku läbilaskev pealmine kiht, mis puutub kokku imiku nahaga. [28]

Enamus lausmaterjale on valmistatud orienteerimata lausmaterjalidest (vt joonis 9), millel on hea tõmbetugevus ja hõõrdekindlus. Kasutatakse ka termiliselt ühendatud lausmaterjale, mis on pehmemad, kuid neil on väiksem tugevus ja vastupidavus hõõrdumisele. Kasutada saab ka kuumas õhujoas ühendatud lausmaterjale, mis on aga mahukamad. [28]



Joonis 9. Orineteerimata polüpropüleenist lausmaterjalid [28]

Tänapäeval lisatakse kattekihile ka mitmeid vedelikke, et eristada toodet turul. Nendeks vedelikeks võivad olla näiteks aaloe, E vitamiin, vaseliin, mandliõli, D vitamiin, kaeraekstrakt, jojobaõli jne. Teiseks trendiks on kasutada antibakteriaalset viimistlust, kandes kattekihile näiteks tertsiarse ammoniaagi või hõbeda soolaühendeid. [28]

4.1.2. Teine kiht

Teine kiht on mõeldud selleks, et hõlbustada vedeliku kiiret läbipääsu kattekihi tagumiselt pinnalt kiudmassist lappi või kihti. Teine kiht kujutab endast väga kerget kiuvõrku, mis on kas väga vähesel määral seotud või siis üldse mitte ühendatud esimese pealiskihi ja imava sisemusega. Teine võimalus on, et üksainus kiht on valmistatud karedast ülemisest osast (välispind) ja siledast alumisest osast (sisepind). Selles süsteemis vedelik kipub liikuma karedalt poolelt siledamale poolele suurendades vedeliku imbumist sisemise kihi poole. [7]

4.1.3. Imav/jaotav kiht

Vedeliku liikumist on veelgi parendatud kasutades imavat/jaotavat kihti (*acquisition /distribution layer*, ADL) pealmise kihi ja imava sisemuskhi vahel. ADL tagab veelgi kiirema

vedeliku omandamise (vähendades üleujutust sihtpiirkonnas) ja kiirema transpordi suunates vedeliku imavasse piirkonda. [7]

Seda kihti kasutatakse kas täispikkuses või väiksema lapina vajalikus piirkonnas. ADL aitab jätta naha kuivemaks, kuna see tagab täiendava eralduse märja täidise ja naha vahel. Need kihid on enamasti valmistatud kuumas õhujoas ühendatud lausmaterjalidest või apreteeeritud lehtedest (st mis on valmistatud perforeeritud plastikust). Erinevaid ADL kihte on näidatud alloleval joonisel. [28]



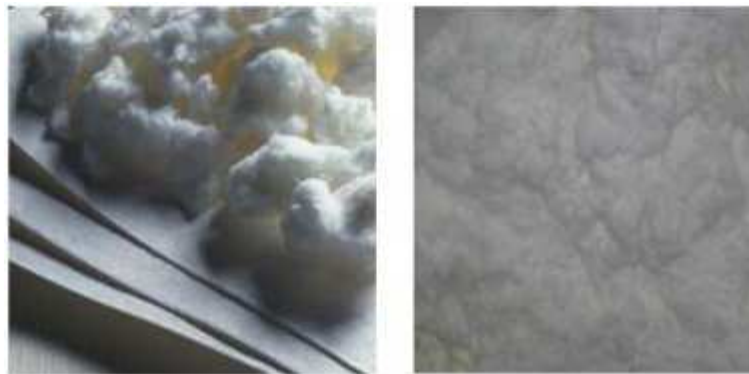
Joonis 10. Imavad/jaotavad kihid (ADL) [28]

4.1.4. Imav kiht

Imav kiht on imava hügieenimaterjali südamikuks. Mähkme südamikus oleva polümeeri maatriksi kavandamisel tuleb arvestada mitmete omadustega. Vedeliku imendumise kiirus ei tohi olla aeglasem kui imiku urineerimise kiirus, muidu ilmneb leke. Komposiidi imamise kiirus sõltub superimavusega polümeeri imamise kiirusest. Kuid polümeeri kiire pundumine ei pruugi olla soovitatav: mõnedes mähkmetes võib kiire paisumine põhjustada mähkme lekkimist kui pundumise tulemusena komposiidi poorsus ja läbilaskvusvõime on vähenenud. Superimava polümeeri absorptsiooni taset mõjutab polümeeri maksimaalne imamisvõime ja selle osakeste suurus ja kuju. Kiirelt ja aeglaselt imavate polümeeride paigutusel komposiitstruktuuris on seega oluline mõju komposiidi tõhususele. Osakeste suurus, paigutus ja kogus omavad suurt tähtsust absorptsiooni optimeerimisel. Kui mõnedes mähkmetes superabsorbendi paisumine hilineb märguvas piirkonnas, siis on rohkem aega uriini mähkmes laiali jaotada. Jaotades vedelikku paremini läbi kogu mähkme on märgumispiirkonnas vähem imava kihi üleküllastust ja seega saab rohkem niiskust imenduda. [7]

Imavas kihis olevate superimavate polümeeride tulekuga 1990ndate alguses, sai võimalikuks eriti õhukeste mähkmete valmistamine. Kohevat kiudmassi kogust vähendati poole võrra saades nii õhemad mähkmed, mille imavas kihis on suurema sisaldusega superimavaid polümeere. Tänapäeva mähkmetes sisaldab imav kiht hüdrofiilset puidutselluloosi ja superimavusega polümeere. Kiudmassi kasutatav kogus on vahemikus 13 ja 25 g/m² sõltuvalt mähkme paksusest. See võib koosneda ka poogitud tselluloosist ja tärklisest, mis on seotud karboksümetüülselluloosi derivaatidega ja modifitseeritud hüdrofiilsete polüakrüülidega. Imav kiht peab suutma imama, transportima, laiali jaotama ja hoidma kehavedelikku rohkem kui 50% oma kaalust. [7]

Tavaline puidumass (vt joonis 11) suudab hoida umbes 10 cm³ vett ühe grammi kohta, kui mähe pole surve all. Kui aga rakendada mähkmele survet 5 kPa, siis vedeliku hoidmisvõime väheneb alla 2 cm³-ni. Seega on vajalik kasutada ka superimavaid polümeere, et hoida vedelikku ka surve all. Puidumass saadakse männipuult, mis on tavaliselt võetud metsast. Puidumassi kiire imamisvõime on põhjuseks, miks seda kasutatakse ühekordsetes mähkmetes. Vedelik imendub kiudude vahelistes tühimikes ehk kapillaarides ja on seotud ka vee ja kiudude vahelise pindpinevusega. Puidumassis olevate kiudude pikkus on tavaliselt 2,6 mm. [28]



Joonis 11. Imavas kihis kasutatav puidutselluloosi mass [21]

Superimavad polümeerid on lisatud imiku mähkmetele põhiliselt kahel viisil: kihiliselt või segatult. Kihilise meetodi puhul on polümeerse superabsorbendi pulber esmalt hajutatud laiali tselluloosist kiudmassi kihi peale. Seejärel on kiudmass kokku murtud nii, et polümeerikiht jääb imava struktuuri keskmiseks kihiks. See struktuur on kaetud lausmaterjali kihiga. Segatud meetodi puhul on polümeerne superabsorbent esmalt segatud ühtlaselt tselluloosist kiudmassiga. Seejärel on segu laiali laotatud, et anda vajalik struktuur, mis on järgnevalt

kaetud lausmaterjaliga. [5] Jaapani mähkmete tootjad on omaks võtnud peamiselt kihilise rakenduse. Superimavate polümeeride segatud meetod on tüüpiline aga Ameerika Ühendriikide mähkmete tootjate seas. [7]

Imavus koormuse all ja geeli stabiilsus nihkumisel on polümeersete superabsorbentide olulised omadused ja need mõjutavad tugevalt mähkmete kasutamise efektiivsust. Mähkme lekkimine on tihedalt seotud geeli stabiilsusega nihkumisel. Jäigemad superabsorbendi osakesed, mis on saadud nende ristsiduse suurendamisel, võimaldavad kõrgemat geeli koefitsienti ja aitavad osakestel vastu pidada imiku kaalust tekkinud nihkumisele. Superimavate polümeeride tootjad on huvitatud biolagunevate mähkmete ja teiste imavate toodete arendamisest. Biolagunevad superimavate polümeeridega osad saaks lagundada kohalikes komposteerimisrajatistes või tualetist veega alla lastes. Mitmed mähkmed väidavad olevat biolagunevad, kuid ükski pole saavutanud kaubanduslikku edu. [5]

Superimavate polümeeride arendamist jätkatakse mitmel põhjusel. Mähkmete tootjad sooviksid vähendada oma tootmiskulusid. Superabsorbent, mis suudaks asendada teisi komponente imavas kihis, vähendaks toormaterjali kulusid ja lihtsustaks mähkme konstruktsiooni. Näiteks selline superabsorbent, mis suudaks tagada nii kiire vedeliku imamise, selle piisava kinnihoidmise kui ka transpordi, võiks asendada tselluloosimassi imavas kihis, saades nii lihtsama ja odavama mähkme. Samas tootjad püüavad oma tooteid eristada teistest toodetest, mille eest saaks nõuda kõrgemat hinda. Näiteks imava toote biolagunevus annab tootele lisaväärtuse. [5]

4.1.5. Tagumine kiht

Tagumiseks kihiks on hüdrofoobne õhuke kile või tõkkematerjal, mis takistab lekkimist. Tagumine kiht ei lase vedelikku läbi. Tavaliselt kasutatakse tagumise kihina polüeteenkilet, kuid kasutatakse ka polüpropüleenist kilesid. [7, 28]

Kasutamise ja esteetika parandamiseks on see tavaliselt kujundatud paindlikuks ja antud riide välimus. Tagumisele kihile antakse riidesarnane välimus lisades kilele õhukese polüpropüleenist lausmaterjali kihi. Lausmaterjal kinnitatakse kile külge kas sulatusmenetlusel või ekstrusiooni teel kuumade rullidega pressides. Kile asemel võib kasutada ka õhku läbilaskvat materjali. [7, 28]

Patendi US5855999 (A) kohaselt saab tagumist kihti mitmel moel muuta õhku läbilaskvaks, näiteks perforeerides või kasutades täiteaineid, nagu kaltsiumkarbonaati. Kui täiteained on

lisatud polümeerisegule ja kile moodustatud, siis kilet rullitakse, et täiteained mõraneksid või venitatakse, et luua väikesed avaused polümeeri ja polümeeris olevate (täiteainete) osakeste vahele. Nendest väikestest pooridest mahub veeaur läbi, aga vedelik, nagu vesi ja uriin mitte. Sellised kiled võivad olla külmad ja niisked, kuna lasevad veeauru läbi, mis võib kondenseeruda kile välispinnale. Selle vältimiseks tugevdatakse kilet õhukese lausriide kihiga. Kile/lausriide komposiidi paremaks termiliseks ühendamiseks lisatakse mõnikord ka sideainet kas kile või lausriide koostisesse, et nad oleksid omavahel paremini nakkuvad. Kahe kihi ühendamisel peab temperatuur olema madalam kui kile sulamispunkt, et vältida materjali tugevuse vähenemist või aukude tekkimist. Kile kiht jääb vastu seesmist imavat kihti ning kiuline lausmaterjal väljapoole. [22]

4.1.6. Elastikud

Ühekordsetes mähkmetes kasutatakse tavaliselt poliüuretaan- või polüestervahust elastikuid, samuti ka sünteetilist kummi või Lycra/Spandex elastikuid. Tänapäeval kasutatakse laialdaselt Spandex elastikuid, kuna need on pehmed ja suure venivusega. Need elastikud venivad kuni 400% oma esialgsest pikkusest enne kui lähevad katki. Mähkmetes aga venitatakse neid kuni 300%. Elastikuid kasutatakse jalgade ümbruses ja vööjoone piirkonnas, et tagada mähkme parem istuvus. Elastikuid kasutatakse mõnikord ka külgedel ja kinnitussüsteemi lähedal. [28]

4.1.7. Mähkme katsemeetodid

Omadused, mida tavaliselt testitakse hõlmavad selliseid spetsiaalseid katseid nagu vedeliku läbi imbumise aeg pealiskihist sekundites („*strike-through*”); vedeliku maht, mis ei imendunud poorsesse materjali kui kangast on hoitud kindla nurga all („*run-off*”); vedeliku maht, mis on välja pigistatud imavast materjalist ja tagasi pandud pealiskihile standardtingimustel („*wet-back*”). Katsetatakse ka teisi omadusi nagu „täielik imendumine” (küllastus lekkevaba punktini), „imendumine koormuse all” (imendunud ja kinni hoitud vedeliku kogumaht standard koormuse all). [7]

4.2. Naiste hügieenitarbed

Tuntumad naiste hügieenitooted on hügieenisidemed, pesukaitsed ja tampoonid. Hügieenisidemete ja pesukaitsmete valmistamiseks kasutatakse enamasti sama tehnoloogiat kui imikute mähkmete jaoks, sealhulgas superimavaid polümeere ja lausmaterjalidest kattekihte, mis hoiavad nahka kuivana. Naiste hügieenitooted peavad imama ja kinnihoidma vedelikku, paigal püsima, vältima lõhna teket ja olema mugavad kanda. Vedelik imendub kattekihilt superimavate polümeeridega imavasse kihti, mis lukustab vedeliku, vähendades nii lekkimisohtu ja vältides lõhnateket. Lõhna saab kontrollida erinevatel viisidel, sealhulgas vedelikku imades ja geeliks muundades; kasutades lõhna imavaid materjale nagu tseoliite, tsüklodekstriine või muud sarnast või pärssides bakterite kasvu keemiliste või looduslike koostisainetega, näiteks rohelise tee ekstraktiga. Tagumine kiht kaitseb riideid vedelikuga määrdumise eest ja see võib olla kas täielikult õhku läbilaskmatu või osaliselt läbilaskev, lastes läbi veeauru, kuid mitte vedelikku. [5]

4.2.1. Hügieenisidemed

Hügieenisidemete otstarbeks on imada ja säilitada menstruaatsiooni vedelikku, samuti ka isoleerida vedelik kehast. Olulisteks ja soovitatavateks omadusteks on lekkimise puudumine, esteetiline välimus ja värv, lõhna puudumine, paigalpüsivus, kandmismugavus (õhuke kehakujuga) ja hügieeni tagamine. [7]

Keskmine hügieeniside sisaldab 48% kiudmassi, 36% polüetüleeni, polüpropüleeni ja polüetüleentereftalaati, 7% adhesiive, 6% superimavaid polümeere ja 3% eemaldatavat paberit. Tootmises olemasolevad masinad suudavad toota 500-1000 hügieenisidet minutis. [7]

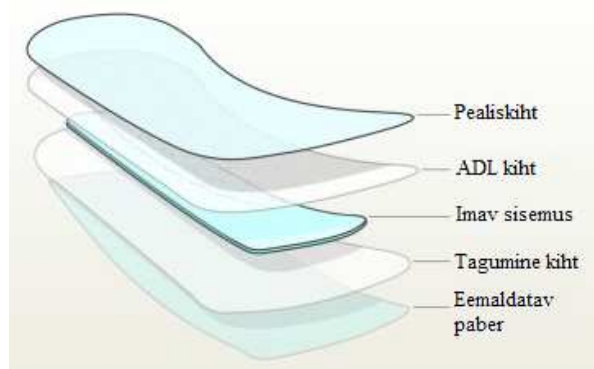
Joonisel 12 on toodud Gentle Day[®] ökoloogilise hügieenisideme näidis. Tänu kaasaegsele tehnoloogiale kasutatakse Gentle Day[®] hügieenisidemete kollases ribas turmaliin kristalle, mis niiskuse, kehatemperatuuri ja muude väliste tegurite mõjul genereerivad anioone (negatiivseid hapniku ioone) ja infrapuna kiiri. Need funktsioonid kaitsevad hügieenisidemeid halva lõhna ja bakteride paljunemise eest sidemeis. Katsetulemused näitavad, et anioonikiht Gentle Day sidemetel võib vähendada ammoniaagi lõhna kuni 85% ja tapab 99,9% *Staphylococcus aureus* baktereid. [15]



Joonis 12. Gentle Day® aniooniribaga hügieenisid [15]

4.2.2. Pesukaitse

Pesukaitse (vt joonis 13) funktsiooniks on kaitsta aluspesu tupe vooluste eest. Olulised ja soovitatavad omadused on piisav imamisvõime, diskreetsus, kandmismugavus (pehmus, kehakujuga) ja hügieeni tagamine. Pesukaitse on tavaliselt valmistatud sellistest materjalidest nagu puidumass, polümeeridest (PE,PP) valmistatud lausmaterjalid, superimavad polümeerid ja liimained. Need toorained suudavad imada ja säilitada vedelikku, vältida leket ja pakkuda mugavust. Pesukaitse masinad suudavad toota 1500 tükki minutis. [7]



Joonis 13. Tüüpiliste pesukaitsete komponendid [11]

4.2.3. Tampoonid

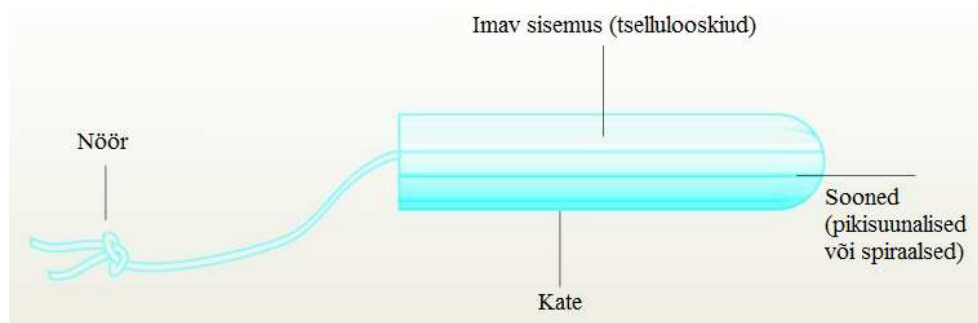
Kõige levinum igapäevaselt kasutatav tampoon kujutab endast ühekordseks kasutamiseks ettenähtud silindrilist massi, mis on mõeldud menstruatsiooni ajal tuppe sisestamiseks, et

imada verevoolu. Selle ülesandeks on keha sees imada ja kinnihoida menstruatsiooni vedelikku. Tähtsad ja soovitud omadused on lekkimise ja lõhna puudumine, lihtne sisestatavus ja eemaldatavus, pehmus, kandmismugavus (sobivate mõõtmetega), kõrge hügieenitase ja diskreetsus. [7]

Kaasaegsed tampoonid koosnevad peamiselt imavast tselluloosmaterjalist kas viskoosist või puuvillast või nende kiudude segust. Enamasti on imav südamik kaetud õhukese ja sileda lausmaterjali kihiga või perforeeritud kilega, mis aitab vähendada kiudude kadu ja lihtsustab tampooni sisestamist ja eemaldamist. Tampooni nõör, mis on vajalik tampooni välja võtmiseks, on tavaliselt valmistatud puuvillast või teistest kiududest ja seda saab värvida. Aplikaatoriga tampoonide puhul on aplikaator valmistatud kas kaetud paberist või polümeeridest või nende mõlema kombinatsioonist. [11]

Tampoonide tootmiseks kasutatakse kahte peamist tehnoloogiat:

- Rullitud tampoonide (vt joonis 14) puhul alustatakse sellega, et ristkülikukujulise kiupadja ümber kinnitatakse nõör. Seejärel volditakse ja rullitakse kiupadja asümmeetriliselt ning pressitakse silindrikujuliseks. Kokkusurumisel moodustuvad pikisuunalised või spiraalsed sooned. Sellist tüüpi tampoon paisub radiaalselt.
- Teist tüüpi tehnoloogiat kasutatakse enamasti aplikaatoriga tampoonide valmistamiseks. Nõör õmmeldakse ristkülikukujulise kiupadja külge kogu tampooni pikkuses ja seejärel pressitakse silindrikujuliseks. Nööri saab kinnitada ka pärast pressimist tampooni alumisse osasse augustamise ja sidumise teel. Tampoon paisub laiusesse ja pikkusesse. [11]



Joonis 14. Tampooni koostisosad [11]

4.3. Täiskasvanute uriinipidamatuse tooted

Uriinipidamatus ehk inkontinentsus on tahtmatu urineerimine koguses, mis põhjustab sotsiaalseid- ja hügieenilisi probleeme. Inkontinentsus tähendab pidamatust, peetumatust, võimetust tagasi hoida. Tegemist on laialt levinud probleemiga, Maailma Tervishoiuorganisatsiooni uuringute andmetel kannatab selle häire all 8–10% elanikkonnast. Pidamatus võib esineda igas eas, kuid selle esinemine sageneb vananedes. [35]

Täiskasvanud võivad kaotada võime tagasi hoida uriini (põiepidamatus) või väljaheiteid (roojapidamatus) kas kõrge ea, liikumispuude, vigastuste, haiguste või muude tegurite tõttu, mis on kahjustanud närvisüsteemi või lihaste kontrolli. Peamised tegurid, mis soodustavad pidamatust on rasedus ja sünnitus, mille tagajärjel võivad vaagnapõhjelihased nõrgeneda, ning eesnäärme operatsioon, mis võib kahjustada uriini kontrollimiseks vajalikke närve. Pidamatuse all kannatavad täiskasvanud peavad toime tulema nii füüsiliste aspektidega kui ka sotsiaalsete ja emotsionaalsete aspektidega nagu piinlikus ja kartus, et ümbritsevad inimesed saavad probleemist teada tänu lõhnale, lekkele või nähtavale hügieenitootele. [5]

Oluliseks omaduseks täiskasvanute uriinipidamatuse toodete puhul on mugavus. Mugavuse juurde kuulub istuvus – toode peab olema hästiistuv, et vältida lekkimist ning kandmisel ei tohi toode nahka ärritada ega kleepuda naha külge. Täiskasvanute pidamatuse toodete puhul on esmaseks prioriteediks vedeliku eemale tõmbamine nahalt ehk olulisteks parameetriteks on imendumise kiirus ja vedeliku kinnipidamisvõime. [7]

Diskreetsus on samuti soovitatav omadus täiskasvanute seas. Pidamatuse tooted ei tohi kandmisel kahiseda nagu imikute omad. Peale heli muretsevad täiskasvanud lõhna pärast. Kui imikute mähkmetes on lõhnal eraldi funktsioon, see annab vanematele märku, millal tuleb mähkmeid vahetada, siis täiskasvanutele valmistab lõhna teke piinlikust. Seega on lõhna kontrollimine väga oluline täiskasvanute uriinipidamatuse toodete puhul. [7]

Uriinipidamatuse tooteid on mitmeid ja konkreetse kasutaja jaoks parima toote valik sõltub paljudest teguritest, sealhulgas soost, pidamatuse tüübist ja raskusastmest ning elustiilist. [5] Inkontinentsuse tõsiduse alusel eristatakse tooteid, mis on mõeldud kas kerge, mõõduka või raske pidamatuse korral kasutamiseks. [7] Kõik kantavad ühekordselt kasutatavad tooted on valmistatud kohevatest tsellulooskiududest ja superimavatest polümeeridest, et isegi väikesed ja õhukesed tooted suudavad imada suures koguses vedelikku ja lukustada seda endasse, et nahk jääks kuivaks. [5] Keskmise pidamatuse toode sisaldab 62% kohevat kiumassi, 12%

superimavaid polümeere, 10% polüetüleen kilet, 10% mittekootud polüpropüleen, 3% adhesiive, 2% muud ja 1% elastikuid. [7]

Esmased funktsionaalsed nõuded toodetele, mis on mõeldud kasutamiseks raske pidamatuse korral on imada ja säilitada uriini, hoida väljaheiteid toote sees kinni, hoida nahka kuivana ja vähendada lõhna. Soovitavad ja olulised omadused on mugavuse suurendamine, lihtsus (kergesti kasutatavad), madal heli tase ja hügieeni tagamine. Lõhna kontrollivad superimavate polümeeridega tooted nagu Hysorb™, mis pärsivad ammoniaagi teket, on spetsiaalselt välja töötatud raskekujulise pidamatuse jaoks. [7]

Kerge ja mõõduka pidamatuse toodete esmasteks funktsionaalseteks nõueteks on imada uriini, pakkuda keskmise võimsusega absorptsiooni, säilitada uriini imavas kihis, isoleerida nahalt niiskust, vähendada uriinist tekkivat lõhna. Olulised ja soovitavad omadused on mugavuse suurendamine, toote hea istuvus, diskreetsus ja kõrgetasemeline hügieen. Nende toodete struktuur on sarnane naiste hügieenitoodete (hügieenisidemed ja pesukaitsed) omaga, kuid nad on spetsiaalselt kavandatud uriini lekkimise kaitseks pidamatuse korral. Need tooted on kihtstruktuuriga, mille sisemuseks on imav kiht, mis sisaldab kohevat kiumassi ja superimavaid polümeere. Pealmiseks kihiks on lausmaterjali kiht polüetüleenist või polüpropüleenist või mõlema segust. Tagumine kiht koosneb tavaliselt polüetüleenkilest või lausmaterjal/kile komposiidist, mis võib olla hingav. Toode kinnitatakse aluspesu külge tagumisel kihil oleva liimribaga, mis on enne kasutamist kaetud eemaldatava paberiga. [7]

Olemasolevate pidamatuse toodete valik on suur ja tooteid leidub igas vanuses inimesele ja mõlemale soole. Pidamatuse toodeks on „kõik ühes” tooted (nt teipidega püksmähkmed, imavad püksid, vöömähkmed), pesukaitsmed (kantakse spetsiaalsete fikseerivate võrkpükste või aluspesu sees, nt vormmähkmed), pesukaitsmed meestele, voodikaitsed. [5]

4.3.1. Imavad püksid

Imavad püksid (vt joonis 15) kujutavad endast venivaid, ühekordselt kasutatavaid aluspükse, mis pakuvad ülimalt kaitset ja istuvust. Sobivad aktiivsele ja iseseisvale inimesele kerge, keskmise ning raske pidamatuse korral. Imavad püksid on teipideta ja vööta ning vähem mahukad kui traditsioonilised täiskasvanute mähkmed. Nagu tavaline aluspesu, on nad märkamatud isegi liibuvate riiete all. Püksid on jalga tõmmatavad ja ära võetavad nagu tavaline aluspesugi, pakkudes lihtsamat, mugavamat ja diskreetsemat kasutamist. [7] Paljud püksid on ka külgedelt lahtirebitavad, mis hõlbustab pükste vahetamist.

Pükstel on õhku läbilaskvast pehmest materjalist välispind, mis muudab pükste kasutamise diskreetseks ning mugavaks. Pealiskiht juhib vedeliku mähkme sisse ja kaitseb nahka liigniiskuse eest. Kõige imavam pesu osa jääb kahe jala vahele, et lekkeid ära hoida. Mõõda pikikiudu jaguneb vedelik ühtlaselt kogu imava pinna ulatuses ja superabsorbent hoiab selle mähkme sisemuses. Pükste külgedel on spetsiaalsed vedelikku tõrjuvad tõkked, mis takistavad uriini lekkimist. Lõhna kontrollsüsteem tagab värskuse ja hoiab ära ebameeldiva uriinilõhna tekke ja leviku. Mõnede pükste välisküljel asub indikaator, mis näitab, millal tuleb pükse vahetada. [17]



Joonis 15. Täiskasvanute imavad püksid [17]

4.3.2. Täiskasvanute mähkmed

Klassikaline püksmähe (vt joonis 16) on mõeldud väheliikuvale või voodihaigele inimesele keskmise ja raske pidamatuse korral. Mähkme esiosal on tugevdatud teipide kinnituspind, mis võimaldab teipe vajadusel korduvalt avada. [17]



Joonis 16. Täiskasvanute püksmähkmed [17]

Vöömähkmed (vt jooni 17) on mõeldud aktiivsetele ja lamavatele inimestele keskmise ja raske pidamatuse korral. Sobivad nii meestele kui naistele. Vöömähe katab vähem kehapinda kui tavalised püksmähkmed, mis laseb nahal rohkem hingata. Vöömähkme elastne vöö võimaldab mähkme kinnitada õigesti ja kindlalt. Takjakinnitused tagavad tugeva kinnituse ja on korduvalt avatavad. Mähe arvestab figuuri iseärasustega ja inimese liikuvusega. [17]



Joonis 17. Täiskasvanute vöömähkmed [17]

Vormmähe on anotoomiliselt vormitud mähe aktiivsele ja lamavale inimesele keskmise ja raske pidamatuse korral. Vormmähket kasutatakse enamasti fikseerivate pükstega. Need püksid on mõeldud kasutamiseks tavalise aluspesu asemel, tagades vormmähkme parema sobitumise kehaga ja takistades uriini lekkimist. Vormmähe kui ka fikseerivad püksid on toodud joonisel 18. [17]

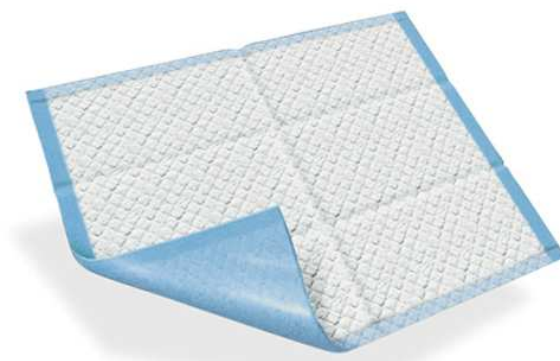


Joonis 18. Täiskasvanute vormmähkmed ja fikseerivad püksid [17]

4.3.1. Voodikaitset

Voodikaitselinu soovitatakse kasutada voodi või tooli kaitseks uriinilekete eest, samuti hügieeniprotseduuride läbiviimise ajal. Imava aluslina sisu ei lase voodilinel ja madratsil

märguda. Tsellulooskiud tagavad vedeliku kiire imendumise ja SAP neelab selle endasse. Veekindel väliskülg (PE või PP) ja suletud servad tagavad lekkimiskindluse. [14]



Joonis 19. Voodikaitsetina [14]

5. BIOLAGUNEVAD HÜGIEENIMATERJALID

Ühekordselt kasutatavate toodete turg moodustas 2002. aastal enamuse lausmaterjali nõudlusest, mida arveldati 64% turuosast. Ühekordsed tarbekaubad, mis on põhiliselt imiku mähkmed, täiskasvanute uriinipidamatuse tooted ja naiste hügieenitooted ning puhastuslapid, oli suurim lausriide turg 2008. aastal. Olemasolevate andmete kohaselt jätkub lausriide kasv ühekordsete toodete osas ja lühikese elueaga lausriide turuosa on jäämas märkimisväärselt suureks. Vaadates kestvuskaupade ja ühekordsete toodete levikut eluea ja mahu aspektist, moodustab ühekordsete toodete turuosa neli viiendikku kogu lausriidest, mis muudab need jäätmete voos palju nähtavamaks. Arvestades asjaolu, et nendest materjalidest suure turuosa moodustavad ühekordsed tooted, on tähtis ühekordselt kasutatavate toodetega seotud küsimusi hoolikalt käsitleda. [7]

Ühekordsete toodete mõju keskkonnale on saanud viimastel aastatel peamiseks mureks kogu maailmas. Neid tooteid valmistatakse tavaliselt termoplastilistest vaikudest nagu polüpropüleen (PP), polüetüleen (PE), polüester (PET), polüamiid (PA) ja polükarbonaat (PC), mis ei ole biolagunevad. Kuid tänu kasvavale keskkonnateadlikkusele ja seadusandliku võimu nõudmistele hinnatakse traditsioonilistest polümeeridest valmistatud toodete tootmist, kasutamist ja jäätmekäitlust kriitilisemalt. Selle probleemi lahenduseks on biolagunevate ning ideaalis looduslikest ja taastuvatest materjalidest asendustoodete arendamine. [7]

Naturaalsed kiud nagu puuvill, kenaff, kookoskiud, džuu, lina, sisal, kanep, puit jne on tänu nende biolagunemisvõimele esimene valik. Lausriide rakendustes on leidnud kasutamist ka mõned biolagunevad tehiskiud, kaasa arvatud tselluloosikiud nagu tselluloosatsetaat, viskoos, Lyocell jne; kunstkiud nagu polülaktiid (polüpiimhape, PLA), polükaprolaktoon (PCL), polühüdrosübutüraat (PHB), polühüdrosübutüraat-valeraat (PHBV), Biomax, Biopol, polütetrametüleenadipaate-tereftalaat (PTAT) jne; ning vesilahustuvad kiud nagu polüvinüül-atsetaat (PVA). [7]

5.1. Materjalide klassifikatsioon nende ökoloogilise jalajälje alusel

Kõne all olevaid materjale ja neid, mis kujutavad endast praktilisi alternatiive, võib eristada kahe tunnuse järgi. Ühekordsetes hügieenitoodetes kasutatavad materjalid võib jaotada laias laastus kahte kategooriasse:

- taimedest saadud tselluloosmaterjalid nagu tsellulooskiud, puuvilla- või viskooskiud;
- materjalid, mida tuntakse peamiselt kui plastikuid, s.o süsivesinikest saadud materjalid. [21]

Tavaliselt kasutatavaid tselluloosmaterjale võib võrrelda tselluloosmaterjalidega, mida saadakse looduslähedasemaid, sotsiaalselt ja eetiliselt vastutustundlikumaid keskkonnahalduse viise rakendades, mis kaitsevad inimest ja keskkonda ning on seega tulevikuressursside säilitamise seisukohalt sobivamad. Selle näiteks on ainult kultuurmetsadest saadud tsellulooskiud, orgaaniline puuvillakiud ja traditsioonilist viskoosi asendav Lyocell-kiud. [21]

Sünteetilisi materjale nagu polüpropüleen või polüesterkiudu koos superimavate geelidega võib vastandada taimse päritoluga looduslikele toormaterjalidele, mis on tööstuslikus protsessis tehniliselt või kunstlikult muundatud nagu tärglase eraldamine teraviljast, kartulist või muust taimest, mis on rikas polüsahhariidide poolest, ja seejärel on muudetud aineks, mida nimetatakse biopolümeeriks. [21]

Olenemata keskkonnakaalutlustest peavad kõik materjalid, sealhulgas ka alternatiivmaterjalid, vastama eelkõige hügieenimaterjalide nõuetele. Nad peavad täitma oma funktsiooni ehk pakkuma konkreetset toimet. Hügieenitoodetes on nad üldiselt kuivatamise ja vedelike imamise vahendid (salvrätikud, hügieenisidemed, tampoonid, mähkmed, riided jne) või erineva tihedusega vedelike sidumise või eraldamise vahendid (kätepuhastuslapid, meigieemalduslapid jne) või kaitseks võimalike vedelike või gaaside läbipääsu vastu (mähkmed, laudlinad, aga ka tööriided jne). Kuna nad on otseses või kaudses kontaktis nahaga, peavad nad arvestama ka tervisekaitsega. [21]

5.2. Alternatiivsed toormaterjalid

Alternatiivsete toormaterjalide valik ei tähenda automaatselt, et neid võib teiste asendamiseks kasutada, ilma tootmisliinides vajalikke muudatusi tegemata. Tehistoormaterjalide nagu biopolümeerist kiud ja kiled kasutuselevõtt nõuab arvestamist järgmiste teguritega:

- polümeeri tehniliste omadustega (näiteks sulamistemperatuur ja -kõver, potentsiaalne mehaanilise kulumis- ja katkemisindeks, muud teadaolevad põhjused, mis võivad lisaks biolagunduvuse põhimõttele omadusi mõjutada, näiteks keskkonnatingimused – niiskus ja temperatuur);
- polümeeri konkreetse rakendusega (näiteks tõkkena vedelike läbipääsu või läbipääsu kiiruse vastu). [21]

Tavaliselt eeldatakse, et alternatiivsed materjalid on tootmises oma tehniliste omaduste poolest samasugused materjalidega, mida nad asendavad. See ebatäpne arusaam on mitme alternatiivse materjali kasutuselevõtu püüdluse nurjumise peamine põhjus. Tegelikult on sageli võimalik tootmisliinides muudatusi teha ilma vajaduseta struktuursete muudatuste järele. [21]

Ometi tekivad taolised kaalutlused, kui looduslikud kiud asendatakse keskkonnasõbralikumate variantidega, nagu Lyocell'i kasutamine viskoosi asemel, või muude orgaaniliste variantidega, nagu orgaanilise puuvilla kasutamine tööstusliku asemel, sest nendel kiududel on erinevad organoleptilised omadused ja funktsioonid. Paljudel juhtudel on alternatiivsete materjalide omadused ja funktsioonid paremad, nii et üldist analüüsi, mis sisaldab tehniliste parameetrite ja hinnaanaluüsi, vajatakse alles pärast kogu töötlemisprotsessi lõppemist. Neid lisatingimusi arvesse võttes on allpool toodud nende materjalide ülevaade, mida peetakse kõige naturaalsemateks alternatiivideks nendele, mida kasutatakse hügieeni- ja ühekordsetes toodetes. [21]

5.2.1. Imavad kiud

Sellesse kategooriasse kuuluvad peamiselt looduslikud ja tselluloosist valmistatud tehiskiud.

Viskooskiud – säästlik alternatiiv: Lyocell[®]-kiud ja Tencel[®]-kiud

Lyocell (Lenzing Group'i kaubamärk) on ainus keskkonnahoidlik alternatiivkiud viskooskiule. Lyocell on tselluloostehiskiud, mis saadakse orgaanilises solvendis lahustamise ja

ketrusmenetlusega. Lyocell'i tootmine on säästvam, sest see nõuab vähem energiakulu ja tekitab vähem saastet kui vana traditsiooniline tselluloosi muundamisprotsess (puidust või põllumajandusjäätmest) viskooskiuks. Lyocell, mis töötati välja 1990ndatel ja mida nimetatakse Tencel'iks (Lenzing Group'i kaubamärk), pakub suuremat mehaanilist vastupidavust ja seega väiksemat kiudude murdumist ning katkemisriski pinge all, samuti toodab ta vähem tolmu nii tootmise ajal (tema ümbertöötlemise käigus kiust lausriideks) kui valmistoodangus. Praktiliselt muutumatu on tema vedelike imamisvõime, nagu ka võime biolagundada hallitust ja baktereid. Tencel-kiud (vt joonis 20) aga tagab peamiselt tänu erilisele tootmisprotsessile viskoosist suurema mehaanilise tugevuse, kui see on kasutuses koos vedelikega. [21]



Joonis 20. Vasakult paremale: puidutselluloosi mass ja 6 kuni 12 mm-sed Tencel®-kiud, mis asetsevad nendest valmistatud lausmaterjali peal [30]

Kui mõned variatsioonid välja arvata, siis Lyocell'i/Tencel'i hind järgib viskoosi hinnatrende ja on puuvillakiu maksumusest madalam. Lyocell/Tencel on eriti sobivad taskurätikute ja salvrätikute tootmiseks või puuvilla asendajana meigieemalduslappides, hügieenisidemetes, haiglalinades, filtrites (eriti Tencel-kiud). [21] Näiteks sobib väga hästi hügieenitarvete pealiskihis sünteetilisi kiude asendada hüdrofoobne Tencel® Biosoft, mis tagab vedeliku kiire läbipääsu imavasse kihti ning hoiab ära vedeliku tagasivoolu, tagades nii naha kuiva tunde.

Bambus- ja Crabyon®-kiud

„Lihtsamate” tehiskiidude alternatiividena on need toodetud tehiskiidudest, kuid tänu tehnoloogiale ja teadusuuringutele on nendel omadusi, mis võivad pakkuda eeliseid, eriti nahaga vahetu kokkupuute korral (näiteks pehmus) või tervishoius (näiteks bakterite hävitamise võime). [21]

Need kiud on enamasti valmistatud Lyocell'i tehnoloogiat kasutades. Tootmisprotsessi käigus lisatakse tselluloosile naturaalseid või tehisaineid. Nende kasutamist piirav peamine omadus on nende hind, mis on märkimisväärselt kõrgem kui teistel alternatiividel. Esimesena kasutati hügieenitoodetes bambusekiude; need on valmistatud bambusetaimest eraldatud tselluloosist, mis tänu oma erilisele molekulstruktuurile, annab tehiskiule suurepärase pehmuse. Lisaks sisaldab bambus looduslikku kemikaali, mis muudab tselluloosi vähem vastuvõtlikuks bakterite lagundavale toimele (bambus laguneb looduses väga aeglaselt), ja seda sisestatakse ka kiudu. [21]

Eriline kiud, mida tuleks mainida, on Crabyon. Seda toodetakse Jaapani ettevõttes Omikenshi ja see koosneb Lyocell'ist, millele on lisatud kitosaani, kreveti- ja krabikestadest eraldatud polüsahhariidi. Tänu bambuse toimeainele sobib see kiud hästi hügieenitoodeteks, millel on kokkupuude nahaga, eriti väga tundliku või märkimisväärses stressis ja lapse nahaga või dermatiitide ja diabeedi korral. Kitosaani sisaldavaid kiude kasutatakse ka kleepuvate plaastrite tootmisel, sest nende toimeaine stimuleerib naha uuenemist. Kuna kiud sisaldab kitosaani, on temast saadav kasu üldiselt pikaajaline ja kiu biolagunemisvõime on mõjutamatu. [21]

Puuvillakiud – säästlik alternatiiv: orgaaniline puuvillakiud

Orgaanilist puuvilla kasvatatakse nüüd kõikjal, kus seda traditsiooniliselt kasvatatud on. Selle turult saadavus on samuti kasvamas, kuigi praegu moodustab see vähem kui 5% ülemaailmsest puuvillatoodangust. Materjal on väga sobiv hügieenitoodete valmistamiseks, eriti kui toode peab olema garanteeritult allergeenivaba. Puuvilla tuntakse kui vastupidavat, hingavat ja pehmet kiudu. Tehnilisest küljest vaadatuna ei ole orgaanilisel puuvillal erilisi iseärasusi töökindluses, imamisvõimes või mehaanilises tugevuses võrreldes puuvillaga, mis on toodetud intensiivse põllumajanduse tingimustes. Loomupäraselt on ainsateks erinevusteks kasutatava seemne tüüp, mikrokliima ja kasvukoha üldised keskkonnatingimused, nii nagu teisteski maaviljeluse liikides. Isegi kui orgaaniline kiud ei ole parem kui traditsiooniliselt või geneetiliselt muundatud (GMO) seemnetest saadud kiud, ei ole ta kindlasti ka halvem, eriti kui ta on kasvanud mitteintensiivse põllumajanduse tingimustes ja kui on järgitud loomulikku mullaharimise viisi. Sel juhul ei asendata mulla looduslikku orgaanilist koostist väetistega, mis nõuavad palju rohkem loodusressursse, nagu näiteks vesi. Kõrgem soolasus mitte ainult ei hävita baktereid, vaid nõuab ka suuremat kogust vett, et vähendada mineraalide kontsentratsiooni mullas; lisaks reostavad need mineraalid veesooni. Orgaaniline puuvill on

oma olemuselt nagu juuksekarv, mida ei ole värvainete ja värvieemaldajate kestva kasutamise kahjustatud, vaid on selle asemel hoopis looduslike ainetega püsivalt rikastatud, koheldud kui väärtuslikku ressursi, mitte kui toodet, mida tuleb kiiresti tarbida. [21]

Muud looduslikud tsellulooskiud – säästlik alternatiiv: bambus, kanepikiud

Need looduslikud kiud moodustavad sageli teatud mõttes alternatiivi iseendale, kuna traditsiooniliselt kasutatav põlluharimistehnika peab lugu mahesüsteemist. Hügieenitoodetes neid kiude praegu ei kasutata või kui kasutatakse, on nad alahinnatud, sest neid peetakse algusest peale liiga kalliteks. Tegelikult ei ole nende kasutamine hügieenitoodete tootmises kunagi olnud süvauuringute objekt, mis baseeruks nende omaduste analüüsil. Leiduvad ka nende kiudude sertifitseeritud orgaanilised versioonid. [21]

Neid kiude sobib kasutada siis, kui soovitakse järgmisi omadusi: ülekuumenemise vähendamine kokkupuute korral, läbilaskevõime, kõrge vastupidavus lagunemisele vees, mehaaniline tugevus ja filtreerimisvõime. Nad sobivad kasutamiseks kehaga kokkupuutes olevates kangastes, sest nad on vastupidavad hõõrdumisele ja kulumisele. [21]

Kanepikiud ei ole nii hästi tuntud kui puuvill, kuid see on ennast tõestanud Hempline'ile Delaware'is Kanadas. Hempline on suur kanepikiu tarnija lausriidetööstusele, eelkõige tugevdava kiuna alusmaterjalides. Suunates 50% ettevõtte müügitegevusest lausriidetööstusele, täheldab Hempline kiiret nõudluse kasvu oma toodete, eriti tugevduskiudude järele. Peale kõrge tugevusastme tuntakse kanepit veel tema elastsuse, töötlemise lihtsuse ja korduvkasutusvõime poolest. [7]

Kasutada saab ka palju teisi looduslikke kiude hügieenitoodete valmistamiseks. Näiteks Rootsi Chalmersi Tehnikaülikooli üliõpilased tulid Kenyas käies ideele kasutada vesihüatsinti naiste hügieenisidemete valmistamiseks. Vesihüatsint on looduslik kiud, mida on kasutatud tekstiili või paberi valmistamiseks ja millel on head absorptsiooni omadused. Kuna arengumaades puudub juurdepääs hügieenisidemetele, siis selle asemel, et vesihüatsinte lihtsalt välja kiskuda (veele ligi pääsemiseks), pakkusid Rootsi üliõpilased välja kasutada taime kasulikuks otstarbeks. Valmis toode Jani (vt joonis 21), mis koosneb neljast vesihüatsindi kihist ja on seega täiesti biolagunev. Igale kihile on antud erinevad omadused, näiteks perforatsioonid aukudega on parandatud imamisvõimet ja mesilasvaha kattega on antud välimisele kihile barjääriomadus, lekke ärahoidmiseks. Hiljem on toodet täiustatud ja pealmine ning välimine kiht on asendatud biolaguneva lausmaterjaliga, seesmine osa on endiselt vesihüatsindist. [9]



Joonis 21. Jani vesihüatsindist hügieenisidemed [9]

5.2.2. Mitteimavad kiud

Peaaegu kõik naftapõhised kiud on niiskust mitteimavad. Nad on eriti sobivad vedeliku äravooluks, alusmaterjali tugevdamiseks ja kaitseks, samuti moodustavad soodsa alternatiivi „uueimatele” kiududele ning sellisel juhul täiustatakse neid keemiliste ja mehaaniliste vahenditega. Sellesse kategooriasse kuuluvad biopolümeerid, mis üldiselt saadakse tärklisest, kõige tavalisemast looduses leiduvast taimsest materjalist. Tärklis sisaldab rikkalikult polüsahhariide, looduslike omadustega suhkrute kompleksi. Liitunud aine saamiseks suhkrut sulatatakse, tsentrifuugitakse, venitatakse ja segatakse; teisisõnu, see on kõige esimene looduslik plastiline materjal, mida inimkond eales käidelnud on. [21]

Polüpropüleen ja polüester (PET) – säästlik alternatiiv: PLA (polülaktiid) kiud või muu sarnane

PLA-kiud saadakse biopolümeeri ekstrusiooni teel tootmisliinil, mida tavaliselt kasutatakse polüestri valmistamiseks. Biopolümeerid on saadud taastuvatest materjalidest nagu mais, suhkrupeed, nisu, vadak jne. Biopolümeeri tootmisprotsess algab dekstroosi, teravilja seemnetest (tärklisest kandvast teraviljast) eraldatud polüsahhariidi kääritamise protsessiga ensüümidega, mis töötavad selle läbi ja muudavad ta esmalt piimhappeks ning seejärel polüpiimhappeks ehk polülaktiidiks. Biopolümeerist saadud kiud on katsudes eriti pehme; ta ei ima vedelikke, kuid on looduslik vahend niiskuse juhtimiseks. Erinevalt sünteeskiududest ei ole PLA-kiud soojust akumulatsioonivahend; järelkult on see eriti sobiv kokkupuutel kehaga (mis toodab soojust). Keskkonnamõju seisukohalt on PLA täiesti biolagunev ja ei erita põlemisel mürgist suitsu ega dioksiine. Üldiselt ei kasutata PLA tootmiseks toiduaineteks mõeldud teravilja, vaid need on teise astme tooted, ja tänu biopolümeeri valmistamise protsessile on CO₂ tootmine

märkimisväärselt vähenenud (kuni 6-8 korda) võrreldes sünteetiliste polümeeridega. Kuna kiul on kristalliline struktuur ja libe pind, tuleb olla tähelepanelik segamise ja kraasimise faasis; ta on ka vähem vormi säilitav kui samade mõõtmetega sünteeskiud ja võib kiirendatult laguneda, mis võib olla tingitud väliste tegurite nagu temperatuuri ja niiskuse kombinatsioonist. Ta laguneb ainult hallituse ja kõdunemist põhjustavate bakterite mõjul ja on töödeldav kompostiks, kuid üldiselt ainult tööstusettevõtetes leiduvates optimaalsetes tingimustes. [21]

PLA on keskmiselt kaks või kolm korda kallim kui naftapõhised kiud; teisest küljest ta ei ole tundlik hinnakõikumiste suhtes, mis on põhjustatud nafta hinna muutumisest. Segatuna teiste kiududega võib PLA-kiudu kasutada filtreerimiskangastes, taskurätikutes ja salvrätikutes. Piisavalt hoolsa kasutamise korral võib temaga asendada polüpropüleenkiude ja osaliselt isegi polüesterkiude, kui toode ei eelda kõrget mehaanilise pinge taluvust. [21]

5.2.3. Tõkke-ja kaitsekiled

Sellesse kategooriasse kuuluvad kõik substraadid ja kiled, mis on mõeldud vedelike kinnipidamiseks või gaaside osaliseks tõkestamiseks, eesmärgiga neid tagasi hoida või isoleerida või kaitsta neid kokkupuute eest teiste elementidega. [21]

Polüetüleen ja polüuretaan – säästlik alternatiiv: biopolümeeridest saadav öko- või biokile

Praegu leidub turul hulk erinevaid alternatiivseid biopolümeere. Kuigi nad kõik sisaldavad ühist ainet (tärklist või jahu), on nad siiski saadud erinevatel viisidel, et pakkuda rohkem võimalusi kilede valmistamiseks sulatamise teel. Kile sulatamiseks ja lamineerimiseks kasutatav tehnoloogia näitab, mida kiled on võimelised pakkuma. Kõik biokiled ei ole tootmisprotsessis muudetavad. Seevastu võivad saadud variandid tänu oma individuaalsetele omadustele ja jõudlusele rajada endale oma privilegeritud turuniši. Näiteks PLA biopolümeerist saadud kile on küll kristalliline ja läbipaistev, kuid ei ole väga elastne. Pigem on see küllaltki jäik, muutes selle sobimatuks tõkestavate omadustega kilede tootmiseks hügieenisidemete või mähkmete tarbeks. Ühekordsetes hügieenitoodetes kasutatavad kiled on seega need, mis nõuavad suuremat tõmbetugevust ja poorsust (läbilaskevõimet). Seda tüüpi kiled ei sisalda tingimata ainult biopolümeere, need on pigem segud sünteetiliste polümeeridega või teiste looduslikku päritolu polümeeridega, mis on igal juhul biolagunevad või lagunevad keskkonnategurite olemasolul. Nendest polümeeridest on eriti tähtsad Mater-bi®

polümeer (Novamont Spa) ja Bioplast[®] polümeer (Biotec GmbH). Tehnoloogia ja teadus on välja arendanud huvipakkuva valiku spetsiaalsete ja mitmekesiste rakendustega kilede tüüpidest ja variatsioonidest. [21]

Biokiled on sünteetilisest kiledest kolm kuni viis korda kallimad. Neid võib kasutada tõkestava kilena, vooderkilena, isoleerkilena ja ühe- või kolmemõõtmelise perforeeritud kilena, mis toetab vedeliku filtreerimist. [21]

Bilamineeritud ja muud sarnased kiled – säästlik alternatiiv: sünteetiliste polümeeridega kombineeritud biopolümeerid

Tehniliste nõudmiste ja võimaluse tõttu kohandada tooted lõppeesmärgile vastavaks, näiteks vähendada hõõrdumisest tingitud nahaärritusi, aktsepteeritakse tehnoloogilisi kompromisse, eriti juhul, kui tootmisseadmete tüüp ja paigutus seab piirid, nagu see on ekstrusiooni või ühendamise puhul. Siin tuleks nahaga otseses kokkupuutes olevates kihtides eelistada biopolümeere, et kasutada ära biopolümeeride derivaatide looduslikku toimet ja nende taluvust nahaga kokkupuutel. [21]

Paljud lamineeritud või paaristooted on veel arengu- või juurutamisjärgus. Kohandamise keerukuse ja olemasolevate valmistusviiside väljavahetamise tõttu on hind eeldatavasti küllaltki kõrge. Vastavate ettevaatusabinõude ja piirangute puhul (arvestades ka ebapiisavaid kogemusi ja statistilisi andmeid), võivad biopolümeeri/sünteetilise polümeeri kombinatsioonid enamikus kasutusalaadest asendada oma naftapõhiseid ekvivalente. [21]

5.2.4. Superimav pulber ja kiud

Superimavaid pulbreid ja kiudusid kasutatakse kui kõrge efektiivsusega tugimaterjale või kui alternatiivi tselluloosile, mille imavuse ja massi suhe on umbes 10:1 g/g. Antud juhul saab efektiivsust tõsta enam kui kaks korda, eeldades, et mass jääb samaks. [21]

Superimav polümeer (SAP) (sünteetiline polüakrülaat) – säästlik alternatiiv: polüsahhariidipõhine polümeer

Polüsahhariidipõhiseid polümeere nagu Lysorb[®] kasutatakse heade tulemustega juba sanitaarkäterätikute tootmises, kuid need ei sobi voolavate vedelike imamiseks nagu seda on uriin. Järelikult, selle kasutamine lastemähkmete või uriinipidamatuse sidemete tootmiseks on võimalik ainult kombinatsioonis traditsiooniliste superimavate polümeeridega. Kuid kasvav

turusurve, eriti tööstuslikult ja majanduslikult kõrgeltarenenud riikides (eriti seotud mähkmete jäätmekäitlusega, aga ka eeldatava kasumiga) sunnib rahvusvahelist tööstust otsima erinevaid alternatiive. Säästlikumad sünteetiliste polümeeride lahendused on väidetavalt välja töötatud paljudest algmaterjalidest. Ühine eesmärk on muuta nad biolagunevateks (säästliku asemel). [21]

Tegelikult leiduvad juba turul mõned sünteetilist päritolu poliakrülaadi alternatiivid; neid alternatiive ei pruugi olla uuritud nende spetsiifiliste rakenduste suhtes, ning kui on tegemist tselluloosist saadud sünteetiliste polümeeridega (nagu karboksümetüülselluloos), võivad nad juba olla kasutuses toiduainetetööstuses, kuid nende hind on veel väga kõrge, pärssides nende kasutamist ja rakendamise uuringuid. Polüsahhariidid võivad olla suurema potentsiaaliga valdkond teadus- ja arendustegevuses, sest nad on turul laialt kättesaadavad ning neid on lihtsam leida ja tööstuslikult kasutada. Sellisel juhul oleks vaja turul suuri koguseid, mis põhjustaks maakasutuse muutusi, näiteks põllumajandusmaa kasutust toiduainete tootmiseta ja geneetilise biotehnoloogia kasutamist, mis ei ole ühiskonnas alati aktsepteeritud. [21]

Turul valitseva ebaselguse ja täpse määratluse puudumise tõttu põhjustab turutingimustes suurimat huvi väide, et need uuendused on tarbija huvides. Kõige sobivam näide selle kohta on toote võime näiliselt kaduda, vähemalt tarbija silmist. See on nii „uhutavate” hügieenisidemete puhul, mida saab tualetist alla lasta ning millest jääb tarbijale mulje, et ta on vähendanud kahjulikku mõju keskkonnale või lihtsustanud oma elu (tegelikult ükski materjal ei kao, vaid antud juhul on materjal lihtsalt üleviidud septikusse). [21]

Samamoodi on ka mineraalset päritolu superimavad polümeerid väidetavalt „lagunevad” (kuid mitte biolagunevad ehk nad ei lagune ja ei muutu kompostiks kõdubakterite toimele), lagunedes ilmastiku või muude loodustegurite (ultraviolettkiirguse) mõjul, muutes need lõpptulemusena inertseks pulbriks (nagu liiv väljal). Teistel juhtudel on polümeerid segatud niiskustundlike materjalidega, mis omakorda võimaldab bakteritel rünnata neid elemente (tänu niiskusele ja temperatuurile), ja seega lõhkuda sünteetilised osad. See omakorda soodustab lagundamisprotsessi (kuid mitte muundumist kasulikuks keskkonnamaterjaliks nagu kompostiks). Kui seda tüüpi polümeeri põletatakse jäätmekütusetehastes (kuna tööstusettevõtted, mis muudavad materjali kompostiks, ei ole eriti tavalised Euroopas), tekitatakse dioksiine; järelkult ei ole need polümeerid keskkonnahoidlikud ega säästlikumad. [21]

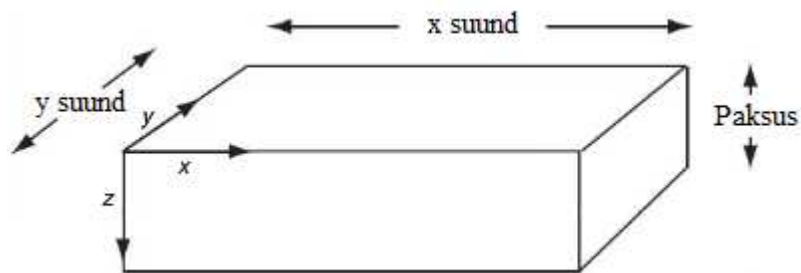
6. KOOTUD RUUMILISED KANGAD

Rahvastiku vananemise tõttu on tervishoiusektor pideva rahalise surve all. Meditsiinis kasutatavad tekstiilid on muutunud eriti olulisteks, uriinipidamatuse toodetele on ennustatud olulist kasvu. Uriinipidamatuse sagenemine põhjustab tervishoiusektorile kasvavat survet, seega on vajalik kasutusele võtta parendatud tooteid. Tekstiilitööstuses on tekitanud palju huvi kolmemõõtmelised ruumilised struktuurid, mis pakuvad unikaalseid omadusi ja laialdasi võimalusi erinevate lõpptoodete saamiseks. Meditsiinitööstuses on muutunud üha selgemaks, et sellised struktuurid pakuvad optimaalseid, majanduslikke ja ökoloogilisi omadusi alternatiivina traditsioonilistele kootud kangastele ning laus- ja komposiitmaterjalidele. Neid sobib kanda naha vastas nende soodsa pinna tõttu, mida saab kohandada sobimaks konkreetsetele lõppkasutuse nõuetele. Ruumiliste kangaste kolmemõõtmelisus võimaldab soojusel ja niiskusel struktuuris ringelda, hoides naha vastas oleva kanga jaheda ja kuivana. Sobivate kiudude valikuga suudab ruumiline kangas imada vedelikku ja niiskust, transportida need läbi materjali nahast eemale, kus toimub aurustumine või vedeliku kinnipidamine. [21]

Kootud ruumilised kangad on tasuvamad ja keskkonnasõbralikumad kui teised kanga struktuurid, kuna nad on valmistatud kasutades üheastmelist protsessi. Need materjalid on pestavad ilma, et nad laguneksid ja seega taaskasutatavad, mis muudab nad olulisteks alternatiivideks ühekordsetele toodetele hügieenisektoris, eriti uriinipidamatuse toodetele, ajal kus pannakse suurt rõhku tekstiilitoodete jätkusuutlikkusele ja keskkonnamõjule. [21]

6.1. Kolmemõõtmelised kangad

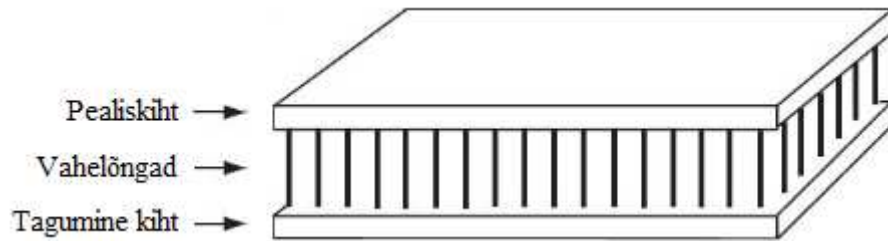
Ruumilised kangaid võib kujutleda kolmemõõtmeliste vertikaalstruktuuridena, kus lõngad asuvad x , y ja z suunas (vt joonis 22). Kangad omavad korruga kolmemõõtmelist kiu- ja tekstiilstruktuuri, mis on saadud kas kudumise protsessis (kootud ruumilised kangad), ringkudumismasinatel (ruumilised koetrikookangad) või topeltnõelaga lõimekudumise protsessis (ruumilised lõimetrikookangad). [21]



Joonis 22. Kootud kolmemõõtmelise kanga skemaatiline illustratsioon [21]

Erinevad uurijad kirjeldavad ruumilisi kangaid kui materjale, mis koosnevad kahest kas samaaegselt kootud või põimitud ja seejärel omavahel kolmemõõtmeliseks struktuuriks liidetud aluskangakihist. Kangad koosnevad pealmisest ja alumisest kihist, mis on omavahel ühendatud elastse lõngaga suunas z, andes kangale sellega paksust. Lausmaterjalist ruumilised kangad on veel suhteliselt uus nähtus ning pole nii levinud kui põimitud ja kootud ruumilised kangad. Lausmaterjalist ruumilised kangaid on määratletud kangastena, mis koosnevad vähemalt kahest eraldatud kuid seotud kangast, mille ristlõikesse jäävad eraldatud tühimikud. [21]

Kootud ruumilised kangad on eelpool mainitud võrkstruktuuridest kõige enam arenenud ning köidavad tänu sellele turul ka enim tähelepanu. Ruumiliste kangaste näol on tegu stabiilise kootud struktuuriga, mis koosneb kahest pindmisest kangast, mida ühendavad vahelõngad pindade eraldamiseks (vt joonis 23). Kaks välismist kihti võivad olla erineva kiusisaldusega, kuna tegu on eraldi valmistatud kihtidega, mis on omavahel ühendatud ühes protsessis. Erineda võib nende struktuur (avatud või suletud), värv, muster või pinnatekstuur. Lisaks võib kangale olla antud ka eriomadusi, näiteks kasutatud lõngade abil saavutatud kindel venimissuund. Kaht väliskihti ühendavate vahelõngade abil võib seada kihid teineteisest teatud kaugusele või muuta kanga takistusvõimet kokkusurumisel. Kanga keskel olevate monofilamentide vahele jäävaid tühimikke või taskuid (toestamata alad) võib kasutada tugevdusribide, polsterduste või niiskust transportivate, kuju säilitavate või muude funktsionaalsete elementide tarbeks. Kootud ruumilised kangad võivad olla põik- või lõimkootud. [21]



Joonis 23. Kootud ruumilise kanga struktuur [21]

6.1.1. Lõimkootud ruumilised kangad

Lõimkootud ruumilisi kangaid toodetakse tavaliselt topelnõelaalusega Raschel-tüüpi masinatel, kududes korraga kahel erineval nõelaalusel valmis nii pealmise kui alumise kangakihi, kusjuures mõlema nõelakihi vahel liiguvad nende edasi-tagasi võnkumise vältel lõngajuhikud. Lõngajuhikud 1 ja 2 abistavad pealmise kangakihi kudumisega esimesel nõelaalusel, juhikud 5 ja 6 suunavad alumist kangakihti tagumisel nõelaalusel. Juhikud 3 ja 4 kannavad samal ajal vahelõnga ning liiguvad mõlema nõelaaluse vahel. [21]

Ruumilise kanga paksus sõltub kahe nõelaaluse vahelisest kaugusest, mida reguleeritakse nihkeplaadi vahel ning mis võib varieeruda 1-st 30 mm-ni, sõltuvalt kanga kasutusotstarbest. Mõned masinad suudavad võimendatud ajamite abil toota ruumilisi kangaid paksusega kuni 65 mm, mida saab kasutada erineval otstarbel näiteks tekstiiliga tugevdatud betoonkonstruktsioonide ja ratastooli polsterduste loomiseks. [21]

6.1.2. Põikkootud ruumilised kangad

Põikkootud ruumilisi kangaid toodetakse ringmasinatel (torukujuline kahekordne Jersey kangas) või V-asetusega kudumismasinatel (elektrooniliselt juhitud lamemasinad). Kangast saab toota mõlemat tüüpi masinatel tingimusel, et need on varustatud kahe nõelaalusega, mis suudavad luua korraga kaks eraldi, ainult kroogete abil ühendatud kangakihti. Kuna ruumõmblused on oma olemuselt kroogetega väga sarnased, jääb vahelõng tavaliselt kahe pindkihi tööpoolele peitu. See aitab vältida kanga karedust. [21]

Ringmasinad teeb eriliseks asjaolu, et nende nõelad on paigutatud radiaalselt või paralleelselt ühele või rohkemale ringjale nõelaalusele. Lamemasinad kasutavad sirgelt laotud nõelaaluseid, mille iga nõel on eraldi kontrollitav. Lamekanga kudumismasinatega võrreldes suudavad ringmasinad toota kangast kiiremini ja tõhusalt. Mõlemat tüüpi masinatel toodetud

materjalid pakuvad võimalusi luua žakaartechnika abil erinevaid mustreid, kuid piiratud on kanga paksus, mis ulatub isegi modifitseeritud nukside kasutamisel kõigest 10 mm-ni. [21]

Põik- ja lõimkootud ruumilised kangad konkureerivad teineteisega, kuna neid kasutatakse erinevates tööstusvaldkondades sarnasel otstarbel. Pakse tooteid, nagu näiteks madratseid, saab aga hetkel toota ainult lõimkudumismasinade abil. Põikkootud kangaste peamisteks eelisteks on nende venivus, odavus ja valmistamise lihtsus. [21]

Nii põik- kui ka lõimkootud ruumiliste kangaste struktuuri ning välimust on võimalik muuta lähtuvalt nende lõppotstarbest. Lõimkudumine võimaldab ühe või enama lõngajuhiku asendi muutmise ja kudumisnõela manipuleerimise abil luua augulise struktuuriga väliskihte. Ühe või kahe augulise või võrkja struktuuriga kangakihi kasutamine pakub erinevaid kasutusvõimalusi ja lisab tootele uusi omadusi, näiteks parema õhu läbilaskevõime. Hetkel on augulist struktuuri võimalik saavutada ainult ühe põikkootud kangakihi puhul, kuna selline struktuur saadakse tänu žakaartechnika kasutamisele kanga esiküljel. [21]

Kuigi lõimkootud ruumilised kangad lubavad kasutada erinevaid mustreid ja pindkonstruktsioone on põikkude olnud alati pinnamustrite valikute osas esirinnas. See on suuresti võimalik tänu nõelte elektroonilisele kontrollimisele, mis võimaldab valida paljude erinevate pinnasuvandite, sealhulgas erinevate värvide ja pinnaefektide, hulgast ning neid on võimalik põikkudumismasinal hõlpsasti seadistada. Kuna lõimkudumine sellist paindlikkust ei paku, siis annab see põikkudumisele märgatava eelise oma lühema tootmisaja ja – maksumusega. [21]

6.2. Kootud ruumiliste kangaste kasutamine hügieenilisel otstarbel

Üheks peamiseks põhjuseks, miks ruumilised kangad on tervishoiusektoris kasulikud, on nende niiskust äraviivad ja imavad omadused. Kahe kangakihi vahele jääv ruum laseb õhul ja soojusel liikuda läbi materjali, samas kui niiskust juhtiv lõng parandab niiskuse äraviimist. Eesmärgiks on suunata niiskus minema nahaga kokkupuutuvalt pinnalt, seega peaks selline pind olema valmistatud vedelikuimavusega materjalist, mis laseb samas läbi piisavas koguses veeauru. Õigete lõngade kombineerimisel on võimalik luua ruumilisi kangaid, mille omadusteks on hea imavus, vedeliku ärajuhtivus ja parem vedeliku liikuvus. Sellised materjalid oleksid aga suurepäraseks alternatiiviks, ja paljudel juhtudel isegi paremaks

lahenduseks, tavapärasele kangastele, mida kasutatakse meditsiinis suurte vedelikuhulkade kontrollimiseks (näiteks põiepidamatuse korral). [21]

Valdavalt vanemale elanikkonnale suunatud põiepidamatusega seotud tooted on ruumiliste kangaste arenguperspektiivis üheks kõrgeima potentsiaaliga tulevaseks tuluallikaks. Antud sektoris kasutatakse kaht peamist toodet: kantavaid ja voodikaitseid, nii ühe- kui mitmekordseks kasutamiseks. Kantavaid sidemeid kasutatakse sarnaselt mähkmetele ning neile on antud vastav kuju inimese kehaga sobitumiseks. Ruumilised kangad suudaksid selles vallas pakkuda täiendavaid eeliseid. Samas peaksid ruumilised kangad hetkel kasutatavate materjalidega võistlemiseks suutma arvestada vajaliku vedeliku liikumisvõime tagamisega kehakontuure järgivas ja mugavust tagavas vormis. [21]

Lameda loomuse ja polsterdavate omaduste tõttu oleks ruumilistel kangastel uriinipidamatusega seotud voodikaitsete turul kindlasti üht-teist pakkuda. Sarnaselt kantavatele kaitsmetele võivad ka voodis kasutatavad kaitsed olla ühekordsed või taaskasutatavad ning neid kasutatakse nii haiglates, hooldekodudes kui ka patsientide endi kodudes. Uriinikaitseid kasutatakse vahepeal lihtsalt turvavahendina olukorras kus patsient magab alusriieteta, kuid enamasti leiavad need siiski kasutust patsientide voodites tagavarasüsteemina suurte vedelike koguste imamiseks. Taaskasutatavad tooted on hakanud keskkonda säästva suhtumise populaarsemaks muutudes samuti uuesti „moodi” tulema. Samas takistab nende laialdasemat kasutamist kaks probleemi: nende kaal ja pikk kuivamisaaeg pärast pesemist, mis muudavad need tervishoiuteenuste pakkujatele tülikaks. Ruumilised kangad võivad olla selles osas lahenduseks, kuna need kuivavad kiiremini, säilitavad tihedal pesemisel kauem vormi ja on tänu ruumikale kuigi kogukamale vormile siiski kergemad. Nakkusoht on olnud üheks peamiseks põhjuseks, miks taaskasutatavaid tooteid pole hakatud laialdaselt kasutama. Tervishoiuasutused eelistavad taaskasutatavatele voodikaitsetele tihti ühekordseid, kuna viimaste kasutamise arvatavasti kaasnevat väiksem nakkuse levikuoht. Samas näitasid läbiviidud uuringud, et tegu on väärarvamusega ning nõuetele vastav standardne pesu suudab tagada uriinikaitsete piisava puhtusastme ja teha nende taaskasutamise ohutuks. Lisaks esineb taaskasutatavate uriinikaitsete puhul ühekordsetega võrreldes vähem nahaprobleeme, näiteks ärritust ja hellust. [21]

Euroopa turul on saadaval palju erinevaid voodikaitseid, nii korduvkasutatavaid kui ühekordseid, mille eesmärgiks on hoida nahk kuivana, kuid mis ei arvesta alati sellega, et vedelik liigub kehasurve mõjul kangas ülespoole. Uriinipidamatuse kaitsed ei peaks olema mitte ainult imavad, vaid peaksid võtma arvesse ka muid näitajaid, nagu naha kuivus ja

mugavus ning uriinipidamatuses seotud probleemide, nagu naha hõõrdumine ja haavandid, ennetamine. Uriinipidamatus ja muud probleemid, näiteks haavandid, käivad tihti käsikäes, eriti voodihaigete patsientide puhul. Tavaliselt kasutatakse kaht erinevat ennetavat meetet: survemadratsid ja ühekordseid voodikaitseid. Ruumilistel kangastel on potentsiaali pakkuda lahendusi mõlema variandi tarbeks. Tänu paindlikele omadustele, avatud struktuurile ja kokkusurumist takistavatele omadustele on ruumilisi kangaid võimalik kasutada kaalu hajutamiseks madratsitel (vt joonis 24), vältimaks lamatiste teket ja andmaks nahale võimalust hingata. Kolmemõõtmelised ruumilised kangad suudavad luua mikrokliima (lokaalse atmosfäärilise ala, kus kliima erineb ümbritseva keskkonna omast) patsiendi keha ja madratsikatte vahel, vältimaks vedeliku ja soojuse kogunemist ning võimaldamaks õhu piisavat liikumist. Kanga kokkusurumist takistavad omadused vähendavad keha poolt avaldatavat survet ja aitavad vältida lamatiste teket voodihaigetel patsientidel. [21]



Joonis 24. Kootud ruumilisest kangast madratsikatted [5, 6]

Võimalus kontrollida ruumiliste kangaste imavust loob eelduse tõhusamate toodete, näiteks uriinipidamatuses toodete, loomiseks olukordadeks, kus vajalik on vedeliku kiire sisseimamine ja jaotamine kasutaja mugavuse ja tervisliku heaolu tagamiseks. Põikkootud ruumiliste kangaste võimekust suurte vedelikukoguste imamisel on uuritud just nimelt seoses meditsiinitööstuses esinevate väljakutsetega. Loodud on võimalikke põikkootud taaskasutatavate voodikaitsete variante, mis kasutavad erinevaid tehnoloogiaid vedeliku transpordiks ja hoidmiseks. Voodikaitsete toimivad ühel järgnevatest viisidest: kaitse võib koosneda ruumilisest kangast, mis imab uriini sisse ja hoiab seda seal, või kaitse võib toimida filtrina, imades uriini esmalt sisse ja viies selle eraldi hoiukohta sealt eemaldamiseks. Uriini voodisse lekkimist võib takistada hermeetiline, kuid hingav kangas. Selle meetodi kasutamisel on

võimalik vedeliku eemaleviimine nahast ja selle hoidmine kangakihtide vahel, kuni uriinikaitse eemaldatakse ja ära pestakse. [21]

6.2.1. Vedeliku kontrollimine ruumilistes kangastes

Uuringud on näidanud, et ruumilised kangad pakuvad head niiskuskontrolli ja suurepärast mugavustaset. 100% polüestrist koosneva kootud ruumilise kanga vedelikuimavus on suhteliselt madal, kuid niiskust juhtiva lõnga lisamisel kanga keskele on võimalik tõsta selle imavusvõimet 200-300% võrra. Mitmekiuliste lõngade kasutamisel ühekiuliste asemel tagatakse nii parem vedelikujuhtivus kui -imavus. [21]

Kiu valik mängib vedeliku liikumisel läbi kangakihtide olulist rolli - erinevad väliskihtides kasutatavad kiutihedused aitavad niiskuse liikumisele oluliselt kaasa. Mitmekiuliste vahelõngade kasutamine võib mõjutada nii kanga imavust kui ka takistust kokkusurumisel. Takistus kokkusurumisel ja taastumisvõime on monofilamentidest ruumilistel kangastel üldiselt suurem kui mitmekiulistest lõngadest kangastel, kuigi mitmekiulise lõnga kasutamine võib tõsta imavust ja niiskuse transporti. [21]

Põik- ja lõimkootud ruumiliste kangaste võimekust kontrollida suuri ja väikeseid vedelikukoguseid on analüüsitud, hinnates kaasaegsete testprotseduuride ja mikrokliima sensorite abil nende mugavusastet. Esialsed tulemused näitasid, et avatud võrkstruktuuriga ja õiged kiude kasutatav ruumiline kangas suudab kontrollida suuremaid vedelikukoguseid, hoides naha samal ajal suhteliselt kuivana. [21]

Uriinipidamatuse sidemed ja kaitsed ei tohi põhjustada liigset survet ja peavad takistama uriini tagasivalgumist, kui uriinikaitsele rakendatakse survet 10–15 kPa. Lisaks on tehtud ka eksperimentaalseid katseid erinevate põik- ja lõimkootud kangaste kokkusurumistakistuse testimiseks ning need on näidanud, et valdav osa ruumilistest kangastest suudab taluda kuni 49 kPa suurust rõhku neile iseloomulike omaduste märgatava vähenemiseta. Kui hinnati ruumiliste kangaste imavusvõimet väikese kindla surve all selgus, et need suudavad kasutada vahelõngade vahele jäävaid tühje avausi vedeliku hoidmiseks isegi surve all, kusjuures kangaste imavus ei vähene. Tulemused näitasid, et ruumilisi kangaid on üldiselt võimalik panna vastupidama kehasurvele ja hoidma vedelikku endas isegi väikese koormuse korral. [21]

Põikkootud ruumiliste kangaste struktuurid võimaldavad kasutada mustreid, mis aitavad vedelikku nahalt minema toimetada, ning neid on võimalik kavandada sedasi, et need

sisaldaksid kõrge imavusvõimega materjali, mis tagaks vedeliku imamise, minema toimetamise ja kinnihoidmise. Põikkudumismasinad võimaldavad kiulise materjali liitmist kanga vaheruumi selle imavuse tõstmiseks. Ruumilise kanga vaheosasse võib sisestada ka tugevduslõnga või eelketrusmaterjali, mis toimiks vedelikku imava meediumina. Pidades silmas just kõrget vedelikuimavust vajavate sidemete ja kaitsete tootmist põiepidamatust põdevate patsientide jaoks on loodud mitmeid põikkootud ruumilisi kangaid ning testitud ja hinnatud nende omadusi, nagu tegelik imavus ja kinnipidavus. Kangaste pinnad kavandati sedasi, et vedelik liiguks nahast võimalikult kiiresti eemale ning neile lisati erinevaid mittestandardseid lõngu ja eelketrusmaterjale. Mitmed sellised kangad näitasid võimet liigutada vedelikku kiiresti ja seda ka suurtes kogustes imada ning kinni hoida. Üks konkreetne kangas, eelketrusmaterjaliga keskosas, omas ka voodikaitsele vajalikku imavusvõimet ja ilmutas potentsiaali, et on leitud lahendus probleemile, kus vedelik liigub kaitstes ka patsiendi ülakehani ning põhjustab neile sellega ebamugavust. Antud materjal on üks potentsiaalsetest alternatiividest hetkel turul olevatele kaitsetele. [21]

7. LÕHNA KONTROLLIMINE

Lõhna on võimalik määratleda kui „aine omadust, mis on tajutav lõhnameele abil”. Inimkeha lõhnaallikateks on higinäärmete eritised, uriin, roe, väljahingatud õhk, sülg, rindade, naha ja suguorganite eritised. Ka terved inimesed võivad eritada tugevaid lõhnu, sõltuvalt erinevatest teguritest, nagu nende individuaalne füsioloogia, dieet, tegevuste valik ja hügieeniharjumused. Haiged inimesed võivad aga kannatada suurema ja tugevama ebameeldiva lõhna käes, kuna nende keha mikrofloora või ainevahetus võivad olla teistsugused, neil võib esineda uriini- ja roojapidamatus või nad võivad tarvitada lõhnaeritust mõjutavaid ravimeid. Ebameeldivat lõhna võivad tekitada ka põletikulised, nekrootilise või kärbuva koega haavad. Põletikulistest või kärbuvatest kudetest erituva tugeva lõhna tõttu võivad patsiendid endasse tõmbuda ja lähedaste ning perekonnaga suhtlemisest hoiduma hakata. [5]

Kuigi halbade lõhnade eritumise kontrolli alla saamiseks tuleks esmalt keskenduda probleemi allika kõrvaldamisele (suukaudselt manustatava või lokaalse ravimi kasutamine bakteriaalse põletiku ravimiseks, isiklike hügieeniharjumuste muutmine), on lõhna intensiivsuse vähendamiseks võimalik kasutada ka kangaid, mis seoksid lenduvaid lõhnaosakesi, sisaldaksid antibakteriaalseid aineid või lõhnaaineid ebameeldiva lõhna intensiivsuse vähendamiseks. Lõhna kontrollivate toodete tõhusust on võimalik mõõta haistmistestide (kasutatakse inimese nina) või tehnilise analüüsi (kasutatakse instrumente lõhnaaine kontsentratsiooni ja/või struktuuri tuvastamiseks) abil. [5]

7.1. Inimese nahalt erituvad lõhnad

Inimeste kehalõhnad erinevad intensiivsusest, kuna mõnede inimeste kehalõhn on juba oma loomult tugevam või neid eritub rohkem ning seda võib veelgi süvendada kehv tervis ja/või halb hügieen. Kuigi on olemas kehalõhnu, mida on võimalik seostada erinevate haiguste ja sündroomidega tulenevad peamised kehalõhnad ekriinsetest ja apokriinsetest higinäärmetest, mis asuvad kaenlaalustes, rinnapiirkonnas, suguelundite ümbruses, silmalaugudel, peanahal, kõrvakanalis, jalgadel ja kätel. Kehalõhna muudavad intensiivsemaks ka samades kohtades

paiknevate rasunäärmete eritised. Lisaks võib kehalõhnu tugevdada teatud toiduainete, nagu küüslauk, sibul, alkohol, ja mõnede ravimite kasutamine. Kuigi kogu nahapind eritab mingil määral lõhna on tugeva lõhna allikateks esmajärjekorras siiski aksillaarpiirkond (kaenlaalused), jalad ja suguelundite piirkond. [5]

Kaenlaalune piirkond toodab tavalisest suuremas koguses lõhnu, kuna apokriinsete higinäärmete kontsentratsioon seal on kõrgem ja antud piirkonnas leidub ka rohkem baktereid. Kaenlaaluste ekriinsed higinäärmed loovad niiske keskkonna bakterite vohamiseks, kuigi see ei tähenda ilmtingimata kõrget lõhnaeritust antud piirkonnast. Apokriinsete higinäärmete ja rasunäärmete valgurikkad eritised sisaldavad kolesterooli, steroide ja pikaahelalisi rasvhappeid, millede biolagunemine ongi kaenlaaluse ebameeldiva lõhna põhjustajaks. Kaenlaaluses piirkonnas lõhna põhjustavate ainete nimekiri on pikk ning on üldiselt jaotatav kolme gruppi: 16-adrosteen steroidid; lühikeste ja keskmiste ahelatega rasvhapped ning lenduvad väävliühendid (*volatile sulfur compounds*, VSC) ehk sulfanüülalkanoolid, mis vastutavad kaenlaaluse piirkonna lõhna väävlise alatooniga eest. [5]

Valdav osa nahast, haavadest ja kehaeritistest erituvatest ebameeldivatest lõhnadest on valkude, lipiidide ja/või süsivesinike mikroobse lagunemise tulemuseks. Enamik baktereid armastab niisket keskkonda, mistõttu kaenlaalust piirkonda, jalgu ja kubeme piirkonda nähakse võrreldes teiste kehapiirkondadega bakterirohkematena. Nahast või haavadest erituva ebameeldiva lõhna tekkeks on enamasti vaja kõrget bakterite kontsentratsiooni. Kaks korünebakteri haru, mis olid suutelised tekitama kaenlaaluse lõhna, ei omandanud lõhnaomadusi enne kui asustustihedus jõudis vahemikku $10^5/\text{cm}^2$ ja $10^6/\text{cm}^2$. Valdavalt vastutavad nahast lähtuvate ebameeldivate lõhnade tekke eest aeroobsed bakterid. Kaenlaaluse mikroflooras domineerivad stafülokokkide (*Staphylococcus*) või korünebakterite (*Corynebacterium*) liigid, esindatud on ka propioonbakterite (*Propionibacterium*) ja mikrokokkide (*Micrococcus*) liigid. Sellegipoolest seostatakse kaenlaaluse ebameeldiva lõhna tekkega just korünebaktereid. [5]

7.2. Lõhna kontrollimine tekstiilidega

Haiglates kasutatavaid tekstiile või kiumaterjale liigitatakse korduvkasutatavateks ja ühekordseteks. Korduvkasutatavaid kangaid peab vastavalt puhastama ja sõltuvalt kasutuse otstarbest põhjalikult steriliseerima (kirurgilised lapid). Tavaliselt on korduvkasutatavad

kangad kootud või kangastelgedel lõimitud ning võivad mõningatel juhtudel olla ka komposiitmaterjalid, mis on kile või muu vetthülgava materjaliga kaetud. Ühekordsed tooted on enamasti valmistatud mittekootud kiulistest materjalidest ja/või kiledest. Ühekordsed lõhna säilitavad tooted võib pärast kasutamist minema visata, korduvkasutatavate materjalide puhul tuleb lõhnadest vastavate pesumeetodite abil vabaneda. [5]

Tekstiilid võivad halba lõhna ka tugevdada, niisked kangad on mikroorganismide kasvule soodsaks pinnaseks. Meditsiinilisest ja tervise seisukohast on kehalõhnade ja kangaste suhet võimalik liigitada kahte kategooriasse. Esimeseks on lõhna kogunemise vältimine kangastes; teiseks lõhnade kontrollimine kangaste kasutamisega (nt sidemete, kaitsete, mähkmete abil). [5]

Paljud imavad kangad koosnevad olemuselt hüdrofiilsetest kiududest nagu regeneeritud tselluloos või puuvill. Imavate hügieenitoodete loomiseks võib kasutada ka superimavaid geele. Samas suudavad niiskust imavad kangad siduda ka lõhnaosakesi. Lipiidide imamine hüdrofoobse polüestri või polüpropüleeniga kiudpinda on mõnede bakteritüüpide jaoks suurepäraseks kasvuvõimaluseks. [5]

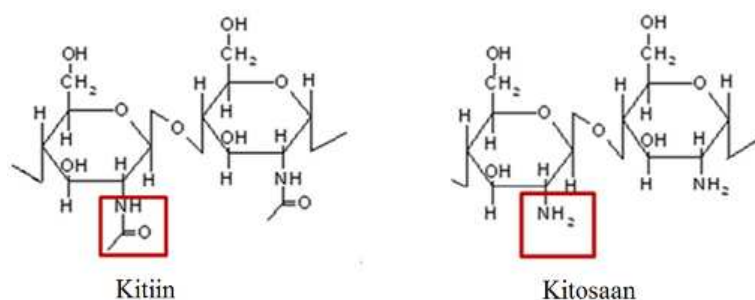
Lõhnade kontrollimine taaskasutatavates kangastes ja ühekordsetes mittekootud toodetes jaguneb üldiselt kolme rühma: halba lõhna tekitavate bakterite ja seente ohjeldamine; lenduvate lõhnaosakeste kinnipüüdmine/sidumine; ebameeldivat lõhna maskeerivate aroomide eritamine. Taaskasutatavate kangaste puhul võib ebameeldivat lõhna ja selle eelduseks olevaid plekke kõrvaldada õigete pesumeetoditega. [5]

7.2.1. Antimikroobsed tekstiilid

Kangastes olevad antimikroobsed agendid vastutavad kas mikroorganismide hävitamise või nende kasvu takistamise eest. Valdav osa kangastes kasutatavatest antimikroobsetest agentidest on biotsiidsed (hävitavad mikroobe) ja nad kas kahjustavad rakuseina, mõjutavad selle läbilaskvust, denatureerivad valke või pärsivad või mõjutavad mikroorganismide ainevahetuslikke protsesse. Tavalisemad antimikroobsed agendid, mida kasutatakse on hõbe, triklosaan, polüheksametüleenbiguaaniid (PHMB) ja kvaternaarsed ammooniumühendid. Antimikroobsete kangaste peamiseks eesmärgiks on pärssida mikroorganismide kasvu kangas või neid hävitada, mitte mõjutada kangast kasutava isiku naha mikrofloorat. Seetõttu, välja arvatud juhul kui antimikroobne agent pääseb kangalt nahale, pole kehalõhnade täielik kontrollimine enamasti võimalik, kuna ainet sisaldav kangas suudab kontrollida ainult sellesse

imendunud eritiste lõhna, mitte aga kehalt endalt erituvaid lõhnu. Siiski võib lõhnade kogunemise takistamine kangastes olla vajalik, kuna kehalt ja sellega kokkupuutuvatelt kangastelt erituvad lõhnad võivad erineda nii kvaliteedilt kui intensiivsusest. Need erisused võivad olla tingitud erinevast niiskustasemest, temperatuurist, õhuvoost, toiteainetest ja antimikroobsete agentide olemasolust nahal ja kangal. [5]

Kitosaani näol on tegu loodusliku antimikroobse agendiga, mis on saadud kitiinist (vt joonis 25) – koorikloomade kestade peamisest koostisosast. Lisaks omab unikaalset antibakteriaalset ja bakteriostaatilist bioagenti nimega „bamboo kun” regeneereeritud tselluloosist bambusekiud. Seda ainet kombineeritakse tootmisprotsessi käigus tselluloosiga ja liidetakse bambusekiuga. Bambusekiul on erilised ja looduslikud antibakteriaalsed, bakteriostaatilised ja lõhnaeritust takistavad funktsioonid. Bambusekiu loomulik antibakteriaalne funktsioon erineb silmatorkavalt keemiliste antimikroobsete ainete omast. Viimased põhjustavad tihti kangastele lisatuna ka nahaallergiaid. [2]



Joonis 25. Kitiini ja kitosaani keemiline struktuur [25]

Taimedest saadud antimikroobsete ainete peamiseks klassideks on fenoolid, tärpentinid, eeterlikud õlid, alkaloidid, lektiinid, polüpepiidid ja polüatsetüleenid. Lisaks kitosaanile võivad antimikroobsete agentidena kangastes toimida ka seritsiin (siidiusside proteiin), india neemipuu ekstrakt, aloe vera, teepuuõli, adzuki-uba, õlglill, tulsi lehed, nelgiõli, sibulakoorte ja sibula ekstraktid ning mõningad teised taimsed ekstraktid. Tulsi ekstraktiga töödeldud puuvillast kangas on korruga antibakteriaalne ja -fungaalne. [19]

7.2.2. Lõhna imavad tekstiilid

Aktiivsüsi

Antimikroobsete ainete kasutamise otstarve meditsiinilistes kangastes, nagu haavasidemed, on mõeldud eelkõige kas põletiku vältimiseks või nakatunud haavade paranemise soodusta-

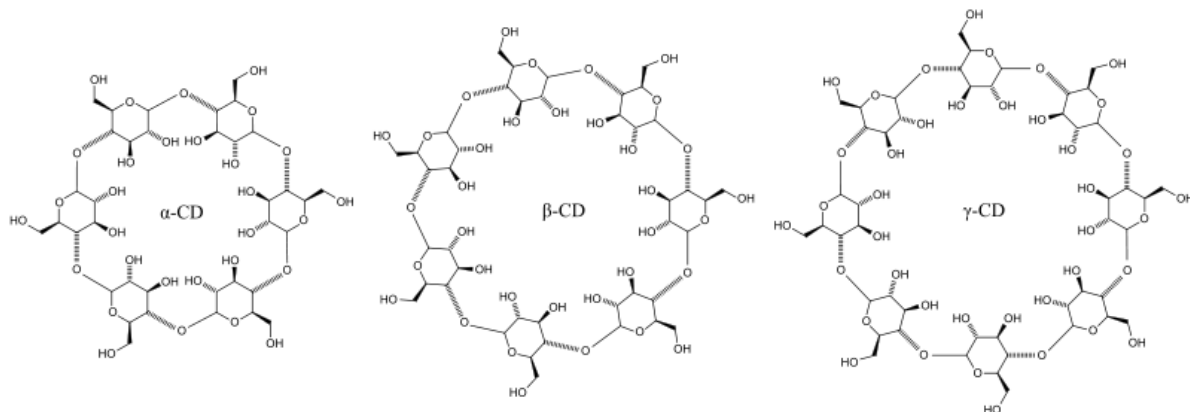
miseks ning lõhnade kontrollimine on pigem positiivseks kõrvalmõjaks; aktiivsüsi lisamine haavasidemetele täidab aga just viimast eesmärki. Aktiivsöega töödeldud kangas on väga poorne ja tänu selle suurele pindalale ning keemilisele struktuurile (valdavalt süsinik, kuid lisaks ka hapnik, vesinik ja vahepeal isegi lämmastik) suudab see imada paljusid gaase ja vedelikke. Aktiivsöevõrgust kangaid või graanuleid kasutatakse ebameeldivate lõhnade imamiseks haavasidemetes, mähkmetes ja muudes hügieenitoodetes. [5]

Aktiivsütt sisaldavad kangad on osutunud ebameeldivate lõhnade kontrollimisel tõhusamaks kui töötlemata kangad. Kuna seotakse ainult lõhna ei pruugi kangas selle põhjustajale (bakteritele) mõju avaldada. Samas seovad Actisorb Silver sidemed katsetuste põhjal ka baktereid ja nende spoore – aktiivsüsi lukustab bakterid antibakteriaalsete hõbedaosakeste vahele, mis omakorda põhjustavad bakterite rakukestades muutusi neid sedasi hävitades. [5]

Kui aktiivsöest materjale kombineerida imava komponendiga sidemete imavuse ja vedeliku kontrollimise võime parandamiseks, väheneb sellega ka tekkiva lõhna kogus. Niiskustimava ja aktiivsöega töödeldud kihtide kasutamine sidemetes vähendab märgatavalt lenduvate lõhnaosakeste vabanemist. [5]

Teised imavad materjalid ja polümeerid

Tsüklodekstriinid on tsüklilised oligosahhariidid, mis koosnevad kuuest kuni kaheksast glükopüranosiidi ühikust (vt joonis 26), mis on seotud C1 ja C4 juures glükosiidsidemetega. Tsüklodekstriinid suudavad tänu toroidaalsele, suuresti hüdrofoobsele kujule luua teiste molekulidega sulgsidemeid. Tsüklodekstriin on võimalik kasutada ebameeldivate lõhnade kontrollimiseks lisades sulgmolekulidena lõhnaosakesi (ebameeldiva lõhna maskeerimiseks) või kasutades neid ebameeldivate lõhnaosakeste sidumiseks. [5]



Joonis 26. Kolm enamtuntud tsüklodekstriini: α-, β- ja γ-tsüklodekstriin [34]

Lisaks tsüklodekstriinidele on naistele mõeldud hügieenitoodetes, ühekordsetes mähkmetes ja uriinipidamatuse toodetes lõhnu siduvate ainetena kasutatud ka tseoliite, silikaate, imavaid geelmaterjale, tärgliseühendeid,ioonivahetusvaidke. Lisaks on leitud, et alfa-sepioliit, looduslik savimineraal, võib osutada samuti kasulikuks ebameeldivate lõhnade vähendamisel ja haavade ravimisel. [5]

Uriini- ja roojapidamatuse puhul kasutamiseks mõeldud ühekordsed sidemed on tavaliselt lõhnade sidumisel tõhusamad kui kunstiidist või polüestrist valmistatud pestavad tooted. Ühekordsed sidemed sisaldavad enamasti kas kohevaid tsellulooskiude või pulbrilisi superimavaid polümeere; viimased suudavad siduda tunduvalt enam vedelikku kui tsellulooskiud. [5]

Looduslikud kiud

Looduslikest kiududest, nagu vill ja puuvill, valmistatud kangad eritavad uuringute põhjal pärast kaenla all kandmist vähem lõhnu, kui sünteetilised kangad, nagu polüester. Eriti madalat lõhnaintensiivsust ilmutas just vill. Kuna bakterikultuurid säilisid 100% villast valmistatud kangastes kaugem kui 100% polüesterkangastes siis järeldati, et väikest lõhnaeritust villase kanga puhul põhjustas suure tõenäosusega pigem selle võime siduda suurel hulgal lenduvaid lõhnaosakesi kui antimikroobne omadus. Hilisemas uuringus uuriti eelnevalt kantud villasest, puuvillasest ja polüestrist kangastest erituvate vabade lõhnaosakeste hulka. Eritunud lühiahelalistest rasvhapetest lõhnaosakeste, higinäärmete bakteriaalse lagunemise saaduse, protsent oli kõrgeim polüestri puhul. Lühiahelaliste rasvhapete protsent kasvas polüestri puhul seitsme päeva järel veelgi, samas kui villast ja puuvillast kangaste puhul seda ei täheldatud. Villast valmistatud kangaste kasutusvõimalused meditsiinis on aga suhteliselt piiratud, kuna need ei talu pidevat puhastamist ja steriliseerimist, erinevalt polüestrist ja puuvillast. Dermatiidi sümptomite vähendamiseks võib aga kasutada naha vastas kantavaid proteiinkiududest, näiteks siidist, valmistatud kangaid, mida on töödeldud antimikroobse ainega AEGIS AEM 5772/5 (alkoksüsilaan-kvaternaarne ammoonium). Kuigi neid esemeid ei kasutata spetsiifiliselt lõhnaerituse vähendamiseks võivad siidkangad toimida sarnaselt villasele ja tingida kandmisel väga madala lõhnaerituse. [5]

7.2.3. Lõhnastatud tekstiilid

Aroomainete kasutamine ebameeldivate lõhnade varjamiseks on tavaline näiteks lõhnade kontrollimiseks kodudes (õhuvärskendajad). Isiklikud hügieenitooted ja kosmeetilised esemed on tihtilugu lõhnastatud, et varjata keha loomulikke lõhnu. Kõige levinum on lõhnastatud ainete pihustamine või hõõrumine otse nahale, aerosooli, vedeliku või tahke aine vormis. Väljakutseks lõhnaainete sidumisel kangastega on nende kestvuse tagamine. Parfüümained on kergelt lenduvad ja seetõttu hajub lõhn tavaliselt kiiresti. Vedela või gaasilise lõhnaosakese sulgemine väikesesse kapslisse lõhna järk-järgulise eritumise tagamiseks on hetkel levinumaid viise lõhnade sidumiseks kangastega, kuna see võimaldab lõhna eluea pikendamist. [5]

Eeterlikke õlisid on võimalik kasutada meditsiinilisel otstarbel, näiteks võiks kasutada lavendlit lõõgastumiseks ja lisaks ka ebameeldiva lõhna varjamiseks. Jasmiini- ja lavendliõlisid on kasutatud ebameeldivate lõhnade varjamiseks hooldekodudes. Lavendli, rosmariini, jasmiini, sidruni ja sandlipuuõli sidumine täispuuvillast kangaga β (beeta)-tsüklo-dekstriinides leiduva sulgmolekuli abil andis tulemuseks lõhna eritumise kuni 30 järjestikuse päeva vältel. Küll aga ei hinnatud lõhna säilivust kanga pesemisel. Lõhnastatud suletud molekulide asemel on võimalik kasutada ka polüpropüleenhelbeid, millele lisatakse enne ketrust lõhnamolekule. [5]

8. HIGILAPID

8.1. Higieritus

Soojusbilanss saavutatakse soojuse tekkimisele organismis (soojustoodang) ja tema ärajuhtimisele (soojusväljastus) suunatud protsesside koordineerimisega. Inimene annab soojust ära ümbritsevasse keskkonda mitut teed pidi: radiatsiooni (kiirguse), konvektsiooni, konduktsiooni (juhtivuse), aurumise, hingamise teel. Aurumise soojusväljastus eriti kõrge temperatuuri juures võib toimuda difusiooniiskuse ja higi aurumise teel. Higieritus kujutab endast üht termoregulatsiooni tähtsamait mehhanismi, mis mängib põhirolli organismi ülekuumenemisel ja füüsilise töö tegemisel. Higierituse suuruse määravad inimese füüsilise aktiivsuse tase, meteoroloogilised tingimused ja rõivaste ekspluatatsiooni tingimustele vastavuse aste. Eristuva higi kogus võib ulatuda 1,7 liitrini tunnis. Kui välistingimused ei takista eralduva higi aurumist, siis võib soojusbilanss säilida. Piiratud higi aurumise võimaluste juures (näiteks veeauru kõrge partsiaalrõhk õhus, auru mitteläbilaskvate rõivaste kandmine) progresseerub soojuse akumulatsioon organismis. [24]

Higistamine on organismi loomulik reaktsioon intensiivsele soojusele, füüsilisele koormusele või emotsionaalsele stressile. Nii reguleerib keha oma temperatuuri. Lisaks väljub higiga kehast osa jääkaineid ja sooli. Higi moodustub miljonites higinäärmetes, mida leidub peaaegu kõikjal keha pealispinnal. Higistamise ajal higi eritub higinäärmete kaudu nahale ja juhib ära liigse soojuse, jahutades nõnda organismi. [16] Ka jahedates tingimustes eritub higi, normaalse temperatuuri juures eritub umbes 0,5 liitrit higi ööpäevas. Temperatuuridel 35-40 °C eritub umbes 3 kuni 5 liitrit higi ööpäevas ja suure füüsilise koormuse korral kuni 12 liitrit higi ööpäevas. [24]

Nagu eelnevas peatükis selgus on inimese nahas kahte tüüpi higinäärmeid: ekriinsed ja apokriinsed. Ekriinsed näärmed (2-5 miljonit) katavad enamuse kehast ja avanevad vahetult naha pinnale. Need higinäärmed osalevad soojusregulatsioonis, eritades higi. Apokriinsed näärmed paiknevad kaenla all, pea ja kubeme piirkonnas. Nende toodetud higi on viskoossem ning koostoimes naha pinna bakteritega vastutav ebameeldiva lõhna eest. Higi ise on lõhnatu.

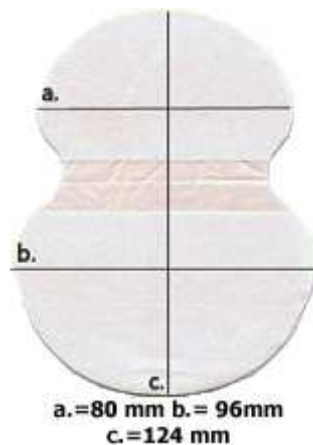
[10] Higi koosneb enamuses veest, peale selle sisaldab higi soola (NaCl) ja muid aineid, nagu kaaliumi, kaltsiumi, piim- ja rasvhappeid.

Higistamist mõjutavad pärilikkus, inimese elutsüklid (menopaus), ravimid, mõningad toiduained (alkohol, vürtsikas toit) ja haigused. Erinevad haigused võivad põhjustada liig- higistamist ehk hüperhidroosi või higistuse puudumist ehk anhidroosi. [16]

Liighigistamine (hüperhidroos) on higistamine tugevamal määral, kui vajalik keha normaalseks soojaregulatsiooniks. Arvatakse, et kuni 3% rahvastikust kannatab tõsise liighigistamise ehk hüperhidroosi all. Sagedamini esineb peopesadel, taldadel või kaenlaaluste piirkonnas. Hüperhidroos võib tekkida nii väliste kui sisemiste tegurite mõjul. Liigse higistamise põhjused on näiteks: kasvajalised haigused (verevähk, lümfivähk), ainevahetushäired (kilpnäärme üliaktiivsus, suhkruhaigus, hüpoglükeemia, menopaus, podagra jt), neuroloogilised haigused, mõnede ravimite manustamine, teatud toidud ja joogid. Väliste tegurite hulka võib pidada harjumust kanda sünteetilisest materjalist riideid ja jalanõusid ning hügieenireeglite eiramist. Sageli on higistamine seotud ka emotsionaalsete faktoritega. Hüperhidroosi põdeva inimese jaoks on mureks ebamugavustunne, terav lõhn ja rikutud riided. See häire põhjustab probleeme ka ümbritsevate inimestega suhtlemisel. [10]

8.2. Olemasolevad higilapid

Higistamisvastased padjakesed imavad higi ja ei lase higilõhnal tekkida. Higilapid mitte ainult ei kaitse kaenlaaluseid niiskumise ja higilõhna eest, vaid kaitsevad ka riideid higi ja antiperspirantide (deodorantide) plekkide eest. Olemasolevaid higilappe on erinevaid, kuid üldiselt on nad õhukesed, mugavad kanda, kergesti riiete külge kleepuvad, lõhnatud või lõhnaga, erineva kuju ja värvusega (peamiselt valge, beež või must) ning mõeldud nii naistele kui ka meestele kasutamiseks. Näiteks Perspi-Shiel Ultra higistamisvastased padjakesed (vt joonis 27) kaitsevad higistamise eest kauem kui 8 tundi. Need on õhukesed, mugava vormiga, ei tekita kahinat kandmisel ja ei kahjusta isegi siidist riideid. Perspi-Shiel Ultra higilapi suurem padjake kinnitatakse kaenlaaluse õmbluse kohale ja väiksem padjake varrukale.



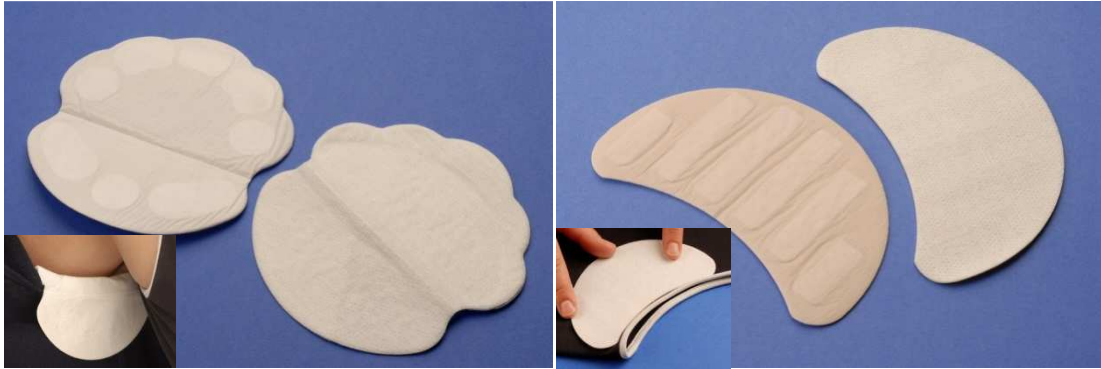
Joonis 27. Perspi-Shiel Ultra higistamisvastane padjake [23]

Higilappide seas eristatakse väikese ja suure higistamise korral kasutatavaid kaenlaaluseid sidemeid. Näiteks kaenlaaluste higilappide tootja Advadri[®] on jaotanud oma tooted kolme tasandisse ja vastavalt sellele on kujundatud higilapid. Vähesel higistamisel kasutatakse kolme kihist: kaks esimest kihti on valmistatud puuvillast, mis imavad higi ja vähendavad ebameeldivat lõhna ning välimiseks kihiks on õhku läbilaskev higibarjäär, et higi ei pääseks sidemest läbi ja ei määraks riideid. Rohkel higistamisel kasutatakse nelja kihti, lisaks eelnimetatud kihtidele on lisatud higilapi keskele imav kiht, mis suudab imada ja kinni hoida rohkemat higikogust. Need kihid on näidatud joonisel 28.



Joonis 28. Advadri[®] higikaitse sidemete komponendid [1]

Esteem higikaitseid (vt joonis 29) on samuti kolmekihilised, kus pealiskihiks on imav puuvillane materjal, et ei tekiks naha ärritusi. Teiseks kihiks on vedelikku imav kiht ja tagumiseks kihiks on higikindel tõke, et kaitsta riideid higi eest. Esteem pakub erineva kujuga higilappe: merekarbi kujuga side on mõeldud varrukatega rõivastele ja kuukujuline higikaitse varrukatateta rõivastele.



Joonis 29. Esteem erineva kujuga higikaitsed [13]

8.3. Pakutavad lahendused

8.3.3. Pealmine kiht

Higilapi pealmine kiht puutub vahetult kokku nahaga, seetõttu peab see olema pehme, allergeenivaba ja imama kiiresti kaenlaaluses piirkonnas tekkivat higi imavasse kihti, jättes nii naha kuivaks ja hoides ära bakteritega kokkupuutel tekkivat lõhna. Lõhnade teket saab ühekordselt kasutatavates higilappides kontrollida nii materjali antimikroobse viimistlusega kui ka higi imavate materjalide kasutamisega.

Pealiskihiks sobivad hästi lausmaterjalid, mis on valmistatud looduslikest imavatest kiududest (nt puuvillast, bambuskiududest) või tehistsellulooskiududest (nt Crabyon[®], Tencel[®]Biosoft) või nimetatud kiudude segust. Kõik nimetatud kiud on ka biolagunevad. Pealiskiht tuleb viimistleda antimikroobseks, et hävitada higilõhna tekitavaid baktereid. Kuigi tavaliselt kasutatakse antimikroobsete agentidena näiteks hõbedat, triklosaani ja kvaternaarseid ammoniumühendeid, võivad nad siiski osutada inimesele ohtlikuks ja põhjustada nahaärritusi ja allergiaid. Seetõttu tuleb eelistada looduslike antimikroobseid agente, nagu kitosaani, tulsi, aloe vera, teepuuõli jne ekstrakte. Näiteks Crabyon[®] imavad kiud on toodetud tselluloosist ja kitosaanist, tänu millele on Crabyon[®] antimikroobsete omadustega ja sobib hästi kasutamiseks ka väga tundliku naha korral.

Higilõhna saab kontrollida ka lenduvate lõhnaosakeste sidumisel. Ebameeldivate lõhnade imamiseks sobivad hästi aktiivsöevõrgust kangad või graanulid. Lisaks seovad ebameeldivaid lõhnaosakesi biolagunevad tsüklodekstriinid. Tsüklodekstriine on võimalik kasutada ka higilõhna maskeerimiseks, lisades sulgmolekulidena erinevaid lõhnaosakesi. Selliselt on

võimalik saada lõhnastatud higilappe. Lõhnade kontrollimist higilapiides käsitleb näiteks patent US6203810 (B1) [3].

8.3.2. Imav kiht

Liighigistamise korral peab higikaitsete pakkuma suuremat kaitset. Selleks peab sideme keskel (pealiskihi ja tagumise kihi vahel) asuma imav kiht, mis suudab imada ja kinni hoida suuremas koguses higi. Imava kihina võib kasutada tselluloosikiudude või puuvilla kiudude massi. Kasutada võib samasuguseid biolagunevaid ja higi imavaid kiude, millest on valmistatud pealiskiht.

Imavas kihis võib kasutada superimavaid polümeere, mis tagavad ka õhema sideme. Kuna higilapp peab eelistatult olema biolagunev ja inimesele ohutu, siis tuleb sünteetiliste superabsorbentide asemel kasutada keskkonnasõbralikumaid, nagu polüsahhariidipõhiseid superimavaid polümeere. Akrüülhappel põhinevad superimavad polümeerid on küll suutelised imama ja säilitama suurtes kogustes vedelikke, kuid samas nad pole täielikult biolagunevad ja sünteetiliste polümeeride tootmisel võib keskkonda sattuda toksilisi aineid. Patendi US2013158134 (A1) kohaselt pakub õlialvei seemnete kasutamine hügieenitoodete, nagu naiste hügieenitarvete, imikute mähkmete ja täiskasvanute uriinipidamatuse toodete, imavas kihis efektiivset looduslikku alternatiivi sünteetilistele superabsorbentidele.

Õlialvei (*Salvia hispanica*) on huulõieliste sugukonda salvei perekonda kuuluv taimeliik. Salvei seemnetena võib kasutada ka teistelt salvei liikidelt pärinevaid küpseid seemneid. Seeme sisemus on väga hüdrofiilne ja välispind on kaetud hulgaliste mikrokiududega. Õlialvei iga seemne mikrokiud on võimeline niiskusega kokkupuutes kinni hoidma 10 kuni 15 korda nii palju vett, kui ta ise kaalub, moodustades stabiilse geeli (vt joonis 30). Õlialvei seemned on biolagunevad, lõhnatud, mitteallergeensed, ohutud ehk nad ei ole toksilised. Seega on õlialvei seemned ideaalsed looduslikud imavad materjalid, mis sobivad kasutamiseks ka higilappides higi imava kihina. [18]



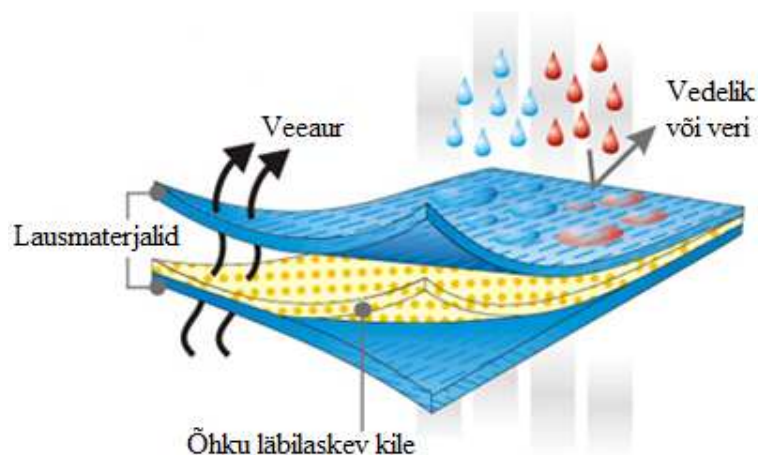
Joonis 30. Veega kokkupuutel moodustub salvei seemnete ümber geel [27]

8.3.3. Tagumine kiht

Higilapi tagumine kiht peab eelkõige olema heade barjääriomadustega, et vältida higi lekkimist ja kaitsta nii riideid higiplekkide eest, mis võivad pesus olla raskesti eemaldatavad. Samas on oluline, et hüdrofoobne kiht laseb õhku ja veeauru läbi, et vähendada higilapis niiskust, temperatuuri ja mikroorganismide tekkimist, mis on vastutavad ebameeldiva lõhna eest. Selleks, et kogu toode oleks biolagunev, peab ka tagumine kiht seda olema. Sobivad biolagunevad polümeerid kilede valmistamiseks on näiteks PVOH (polüvinüülalkohol), tärklis, PLA (polülaktiid), PHB (polühüdrosübutüraat), polükaprolaktoon. Selliste kilede näideteks on Ecoflex (alifaatne-aromaatne kopolüester, mis põhinevad 1,4-butaandiooli, adipiinhappe ja tereftaalhappe monomeeridel), Eastar (Ecoflex-iga sarnane polümeer), Mater-bi (Ecoflex-i ja tärklise segu) ja PVOH. Kuna biolagunevatest polümeeridest saadud kiled on suhteliselt jäigad ja pragunevad kiiresti, siis tuleks kasutada ka pehmendit, näiteks glütserooli, mis on 100% biolagunev.

Patent US2009191780 (A1) kirjeldab biolagunevate veeauru läbilaskvate kilede saamist, mis sobivad kasutamiseks hügieenitoodetes. Täiteaine osakesed segatakse biolaguneva polümeeri maatriksisse, mõnikord lisatakse ka pehmendit ning saadud segust moodustatakse kile. Seejärel kilet venitatakse ühes või kahes suunas, et tekitada täiteaine osakeste ümber väikeseid tühimikke ehk mikropoore. Venitamine peab toimuna polümeermaatriksi sulamispunktist madalamal temperatuuril. Tühimikke seovad õhukesed polümeeri membraanid, mis võivad olla pidevad või katkenud külgnevate tühimike vahel. Tühimike ja õhukeste polümeeri membraanide võrgustik loob käänulise tee läbi kile, võimaldades veeauru läbi, aga takistades vedeliku, nagu higi läbipääsu. Kilel võib olla üks või mitu kihti ja seda võib katta kas ühelt

või mõlemalt poolelt biolaguneva lausmaterjaliga riidesarnase välimuse ja mugavuse andmiseks (vt joonis 31). Kiuline lausmaterjal peab samuti olema biolagunevast materjalist.



Joonis 31. Õhku ja veeauru läbilaskev vedelikukindel kile/lausmaterjal komposiit [14]

Eelnimetatud patent pakub biolagunevate maatrikspolümeeridena välja polülaktiidi, butaandiooli polüestri, adipiinhape, merevaik- ja/või tereftaalhappe, polükaprolaktooni või nende polümeeride kombinatsioonid. Kasutatavaid täiteaineid on mitmeid (sealhulgas orgaanilisi kui ka anorgaanilisi), kuid sooviavalt peaks see olema samuti biolagunev. Selleks sobivad tsüklodekstriiniühendid ja nende derivaadid. Tsüklodekstriinid on rühm tsükliilisi oligosahhariide (süsivesikuid), mis saadakse tähtselt ensümaatilisel hüdrolyüüsil. Tsüklodekstriinid võivad sisaldada suletud ringis 6 kuni 12 suhkru ühikut. Sobivad tsüklodekstriinid peavad esinema tahkel kujul ja nende sulamispunkt peab olema kõrgem kui kile venitamisel kasutatav temperatuur, ning samas madalam kui kile ekstrudeerimise temperatuur. [31]

Enamik hügieenitoodete tagumised kiled on valmistatud perforatsiooniga materjalidest, tavaliselt polüetüleenist. Mikropoorid lasevad küll veeauru läbi, aga samas võivad sealt läbi minna ka viirused ja bakterid. Tähtselt põhinevad kiled nagu Mater-bi[®] (Novamont Spa) on rohkem veeauru läbilaskvad kui polüolefiinist kiled ja seda mitte kile struktuuris olevate mikroavade tõttu, vaid tänu tähtselt, mis on kõrge veeauru läbilaskevõimega. Mater-bi NFO1U valmistatud kiled on standardi ASTM F 1671-97b kohaselt testitud ja osutunud efektiivseteks bioloogilisteks barjäärideks viiruste ja bakterite vastu. Selliseid tähtselt põhinevaid kilesid sobib kasutada higilappides, kui soovitakse lisaks higile ka bakterite barjääri.

Tagumise kihi välisküljel asuvad adhesiivi ribad, millega toode on kergesti riiete külge kinnitav ja eemaldatav. Adhesiivi ribad on kaetud paberiga, mis on enne kasutamist lihtsalt eemaldatav.

KOKKUVÕTE

Töö eesmärgiks oli leida sobivad materjalid higilappide valmistamiseks, mis kaitseksid rõivaid määrdumise eest ja hoiaksid ära higilõhna tekkimise kaenlaaluses piirkonnas. Selle täitmiseks uuriti erinevaid imavaid hügieenitarbeid ja nende valmistamiseks vajaminevaid materjale. Kõige sagedamini kasutatavate imavate hügieenitoodete hulka kuuluvad imikute mähkmed, naiste hügieenitarbed ja täiskasvanute uriinipidamatuse tooted. Leiti, et kõik nimetatud hügieenitooted koosnevad mitmest erinevast komponendist, millest igaühel on täita oma kindel funktsioon. Kihtidena asuvate materjalide peamisteks funktsioonideks on vedelikku kiiresti imada, seda transportida, hoida vedelikku toote sees kinni ja tõrjuda vedelikku. Olenevalt kasutamise otstarbest võivad mõned koostisosad varieeruda, kuid paljud elemendid on kõikidel hügieenitoodetel siiski ühised. Selgus, et kõik nad sisaldavad vähemalt kolme kihti: kahte väliskihti, millede vahele jääb imav sisemine kiht. Pealiskihina kasutatakse tihti hüdrofoobset lausmaterjali, millele on antud märgumisomadused. See tagab vedeliku kiire läbipääsu tootesse, samal ajal piirates vedeliku tagasivoolu, jättes nii naha kuivaks. Lisaks avastati, et liigniiskuse teket aitab ära hoida ka mikropoorsete kiledede kasutamine tagumise kihina. Sellised kiled tagavad küll veeauru läbilaskvuse, kuid samal ajal kaitsevad riideid määrdumise eest, olles vedelikele läbimatud. Kattes kilet lausmaterjalidega, saab parandada tagumise kihi esteetilist välimust ja pehmust.

Töös leiti, et suur vedeliku imamis- ja kinnihoidmisvõime saavutatakse superimavate polümeeride, nagu ristseotud naatriumpolüakrülaatide, kasutamisega imavas kihis, mis kokkupuutel vedelikuga paisuvad ja moodustavad geeli. Selliste polümeeride kasutamisega saab ka vähendada imavas kihis olevat kohevat tselluloosimassi, võimaldades saada õhemaid ja väiksemaid tooteid ning pakkudes sellega suuremat mugavust ja diskreetsust. Superimavad polümeerid ja teised vedelikku imavad materjalid suudavad siduda ka lenduvaid lõhnaosakesi, kuid kasutatakse ka lõhna imavaid materjale, nagu aktiivsütt, tsüklodekstriini, tseoliite. Lisaks on võimalik lõhna kontrollida keemiliste või looduslike antimikroobsete agentidega, mis hävitavad lõhna tekitavaid baktereid. Ebameeldiva lõhna varjamiseks lisatakse aga erinevaid lõhnaosakesi, mis võimaldab saada lõhnastatud tooteid.

Järeldati, et biolagunevate ja looduslike materjalide kasutamine hügieenitoodetes aitab lahendada keskkonnaga seotud probleeme. Taimse päritoluga looduslikud materjalid, nagu tsellulooskiud, puuvill, bambuskiud ning biopolümeerid, nagu polülaktiid, polüvinüülalkohol, polühüdrosübutüraat, polükaprolaktoon, kaitsevad erinevalt sünteetilisest materjalidest nii keskkonda kui ka inimest. Keskkonnasõbralikuks alternatiiviks ühekordsetele hügieenitoodetele on kootud ruumilised kangad, mida on võimalik korduvkasutada. Ruumilised kangad on eriti sobivad uriinipidamatuses ja voodihaigetele patsientidele, kuna kolmemõõtmeline struktuur tagab soojuse ja niiskuse ringluse ning kanga kokkusurumist takistavad omadused, mis vähendavad keha poolt avaldatavat survet, vältides nii lamatiste teket.

Uuringu tulemusena leiti, et higilappide valmistamiseks sobivad mitmekihilised struktuurid, et tagada nii higi imamine, kinnihoidmine kui ka lekkekindlus. Ühekordselt kasutatavate higikaitseksidemete valmistamiseks sobivad hästi lausmaterjalid. Parimaks lahenduseks on biolagunev higilapp, mistõttu järeldati, et iga toote kiht tuleb valmistada biolagunevast materjalist. Samuti leiti, et higilõhna tekke takistamiseks sobib kasutada lõhna imavaid materjale või antimikroobset viimistlust, kasutades looduslikke antimikroobseid agente, näiteks kitosaani ja erinevaid ekstrakte.

RESUME

Millions of people all over the world are using absorbent hygiene products every day. The main purpose of hygiene products is to absorb and retain bodily fluids, keeping the skin dry. Moist skin is more prone to skin abrasions and can cause skin irritations. A humid environment is also beneficial for the development and spreading of microorganisms, which cause an unpleasant odour as they come into contact with fluids. For this reason, the topsheet is normally an absorbent nonwoven fabric that quickly pass liquid through to the interior of the product, leaving the skin dry.

Good absorption and retaining of fluids is guaranteed by using superabsorbent polymers, such as cross-linked sodium polyacrylates, in the absorbent core; when these come into contact with a fluid, they expand and turn into a gel. These polymers make it possible to produce hygiene products that are thinner and invisible under clothes, but at the same time able to retain large amounts of fluid. Odour control in hygiene products is achieved using odour-absorbent materials, such as activated charcoal, cyclodextrins; or killing bacteria with anti-microbial agents, such as chitosan; or masking odours using scent-encapsulated compounds.

In addition to absorption and odour control, protecting clothes from bodily fluid stains is another important purpose of hygiene products. Using impermeable film as the backsheet resolves this problem. Microporous films also avoid excessive moisture since they are water vapour permeable. The fact that, many usual hygiene products contain synthetic and plastic materials that are not biodegradable and irritate the skin, is also cause of concern. Natural materials of vegetable origin, such as cellulose fibres or cotton, and biopolymers, such as polylactic acid, protect both the environment and human health.

The aim of this work was to find suitable materials for sweat pads. Sweat pads contain similar components as other hygiene products and must comply with the requirements set out for hygiene materials. Multi-layered structures should be used in sweat pads to ensure sweat absorption and retainment as well as avoid leakage. These layers should preferably be made of biodegradable materials. Biodegradable odour-absorbing materials or natural antimicrobial agents can also be used in the product to control malodours.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Advadri kodulehekülg. [WWW] <http://www.advantagewear.com/> (10.05.2014)
2. Alagirusamy, R., Das, A. Technical Textile Yarns: Industrial and Medical Applications. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2010. 634 lk.
3. Alemany, M., Keirat, C. Breathable perspiration pads having odor control: US 6203810 B1, 2001. [Online] Google Patents (17.02.2014)
4. Alibaba internetipood. [WWW] http://www.alibaba.com/product-detail/3D-spacer-fabric-mattress-washable-mattress_624670303.html (13.05.2014)
5. Bartels, V. T. Handbook of Medical Textiles. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2011. 608 lk.
6. Breathable 3D Mesh Fabric for Mattress Topper. [WWW] http://csfq3dfabric.en.ec21.com/Breathable_3D_Mesh_Fabric_for--6990676_7357230.html (13.04.2014)
7. Chapman, R. A. Applications of Nonwovens in Technical Textiles. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2010. 224 lk.
8. Chemistry of Super Absorbent Fibres. [WWW] http://www.m2polymer.com/html/chemistry_of_superabsorbent_fibres.html (13.05.2014)
9. Chua, J. M. Jani: A Biodegradable Sanitary Napkin Made From Invasive Water Hyacinth, 2011. [WWW] <http://www.ecouterre.com/jani-a-biodegradable-sanitary-napkin-made-from-water-hyacinth/> (13.05.2013)
10. Derma kodulehekülg. [WWW] <http://www.derma.ee/articles.php?id=106> (08.05.2014)
11. Edana kodulehekülg. [WWW] <http://www.edana.org/> (13.05.2014)
12. Elliott, M. Superabsorbent Polymers. [WWW] http://chimianet.zefat.ac.il/download/Super-absorbant_polymers.pdf (13.05.2014)
13. Esteem Clothing kodulehekülg. [WWW] <http://www.esteemclothingprotectors.co.uk/> (10.05.2014)
14. Fabric Introduction: SFS. [WWW] <http://jianyichina.en.made-in-china.com/custom-detail/EnxEJEmDQQbEEEnxEJEmDQQbE/SFS.html> (10.05.2014)
15. Gentle Day kodulehekülg. [WWW] <http://www.gentleday.com/et/> (13.05.2014)
16. Higistamine kodulehekülg. [WWW] <http://www.higistamine.ee/> (08.05.2014)

17. Invaru kodulehekülj. [WWW] <http://www.invaru.ee/tooted/inkotooted-ja-nahahooldusvahendid> (13.05.2014)
18. Kofele, M. S. Use of a safe, green and biodegradable absorptive material in the construction of diapers, feminine hygiene and adult incontinence products and devices: US2013158134 (A1), 2013. [Online] esp@cenet (17.02.2014)
19. Kozlowski, R. M. Handbook of Natural Fibres: Processing and Applications. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2012. 544 lk.
20. Looduspere kodulehekülj. [WWW] <http://looduspere.ee/kasulik%20teada/hygieenitooted> (07.02. 2014)
21. McCarthy, B. J. Textiles for Hygiene and Infection Control. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2011. 240 lk.
22. McCormack, A. L. Breathable, cloth-like film/nonwoven composite: US5855999 A, 1999. [Online] Google Patents (13.05.2014)
23. Medikos kodulehekülj. [WWW] <http://www.medikos.ee/tooted/perspi-guard-higistamisvastane/perspi-shield-ultra.html> (10.05.2014)
24. Metoodiline juhend laboritöödeks õppeaines „Rõivaste hügieen”: Inimese soojusvahetus. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool, 1989.
25. Microbiological Chitosan: Potential Application as Anticariogenic Agent. [WWW] <http://www.intechopen.com/books/practical-applications-in-biomedical-engineering/microbiological-chitosan-potential-application-as-anticariogenic-agent> (13.05.2014)
26. Mähkmed ja aluslinad. [WWW] <http://www.kuivaks.ee/inkotuba/abivahendid/mahkmed-ja-aluslinad/> (13.05.2014)
27. MySeeds: Chia Seed Photo Gallery. [WWW] <http://www.mychiaseeds.com/ChiaSeedGallery.html> (13.05.2014)
28. Nagaswara, R. Overview of disposable diaper parts and their purpose. [WWW] <http://www.fibre2fashion.com/industry-article/pdffiles/12/1124.pdf> (13.05.2014)
29. Rathinamoorthy, R. Super absorbent polymers: Highlights on PAC & PAM. – *The Indian Textile Journal*, 2009. [WWW] <http://www.indiantextilejournal.com/articles/fadetails.asp?id=1932> (13.05.2014)
30. Rupp, J. Flushability: Tomorrow's Trend For Disposables. – *Textile World*, 2014. [WWW] http://www.textileworld.com/Issues/2014/January_February/Nonwovens-Technical_Textiles/Flushability_Tomorrows_Trend_For_Disposables (13.05.2014)
31. Schiffer D. K., Stopper S. R. Biodegradable breathable film and laminate: US2009191780 (A1), 2009. [Online] esp@cenet (17.02.2014)

32. Self-sealing cracks with superabsorbent polymer. [WWW] <http://www3.imperial.ac.uk/concretedurability/researchprojects/selfsealingconcrete>
(10.05.2014)
33. Superabsorbent polymer. [WWW] http://en.wikipedia.org/wiki/Superabsorbent_polymer
(13.05.2013)
34. Tsüklodekstriinid. [WWW] <http://et.wikipedia.org/wiki/Ts%C3%BCklodekstriinid>
(13.05.2014)
35. Uriinipidamatus on nii naiste kui meeste probleem. [WWW] <http://www.perekool.ee/artiklid/uriinipidamatus-on-nii-naiste-kui-meeste-probleem/>
(13.05.2014)