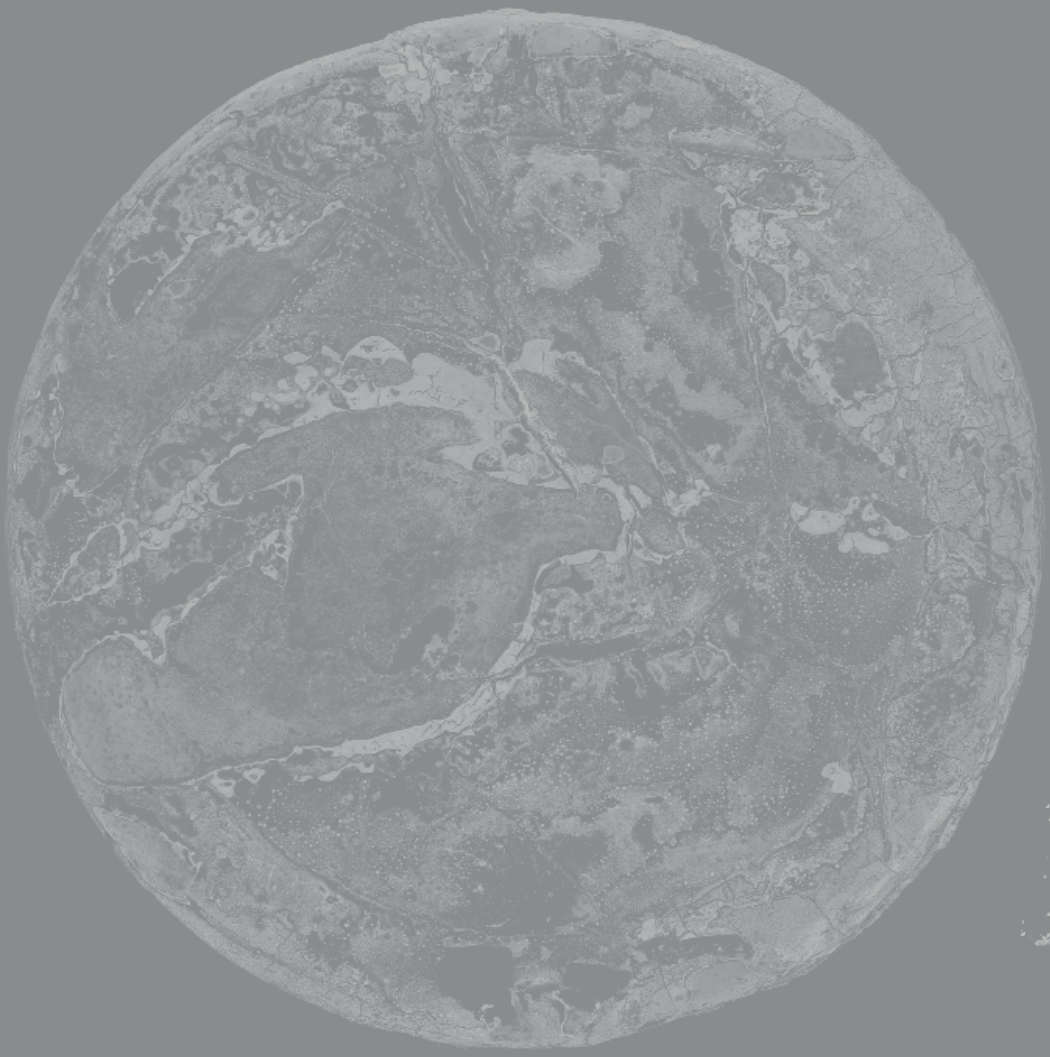
MATERJAL I
/ MATERIAL I



MATERJAL I
/ MATERIAL I

STUUDIO AINE
2020

Raamat kaasneb näitusega “Materjal I”, mis toimus Noblessneri Valukojas Disainiöö 2019 raames (16.09–22.09.2019)

/ The book accompanies the exhibition “Materjal I” at Noblessneri Valukoda during Disainiöö 2019 (16.09–22.09.2019)

(Näituse kuraator ja raamatu koostaja / Exhibition curator and editor of the book)
Stuudio Aine (Annika Kaldoja, Kärt Ojavee, Marie Vinter)
(Näituse kujundus / Exhibition design) Andrea Tamm
(Tekstide autorid / Texts by) Eik Hermann, Markus Vihma, Martin Järvekülg, Stuudio Aine
(Graafiline disain ja pilditöötlus / Graphic design and image editing)
Mirjam Reili, Moonika Maidre
(Tõlkijad / Translators) Egle Lillemäe, Multilingua Tõlkebüroo
(Keeletoimetaja / Language editor) Marika Makarova
(Fotograaf / Photographer) Mari Volens
(Trükikoda / Printed by)

(Toetajad / With the support of) Eesti Kultuurkapital / Cultural Endowment of Estonia, Eesti Disainerite Liit / Estonian Association of Designers, AS Floorin, Forbo Flooring Systems, SHISHI AS, Silikaat AS, Baltic Bolt OÜ, Strikken OÜ

(Täname / We thank) Eik Hermann, Brigita Reinert, Rinald Kodasmaa, Disainiöö, Mariann Nõlvak, Ave Matsin, Mari Tõrv, Ester Oras, Johanna Jõekalda, Kadri Saluri, Martin Järvekülg, Arvi Mägin, Illimar Vihmar, Mart Haber, Martin Siplane, Ilona Gurjanova, Tallinna Tehnikaülikool / TalTech, Eesti Kunstiakadeemia / Estonian Academy of Arts

(© Väljaandja / Published by)
Stuudio Aine 2020

MATERJAL I / MATERIAL I

STUUDIO AINE
2020

SAATEKS lk 9
/ FOREWORD p. 9

FOTOD lk 11
/ PHOTOS p. 11

ESSEED lk 47
/ ESSEED p. 47

(Stuudio Aine)
SISSEJUHATUS lk 49
/ INTRODUCTION p. 63

(Eik Hermann)
AMMU UNUSTATUD VANA lk 53
/ LONG FORGOTTEN OLD p. 67

(Martin Järvekülg)
MINEVIKU, OLEVIKU JA TULEVIKU (BIO)MATERJALID lk 57
/ (BIO)MATERIALS OF THE PAST, PRESENT AND FUTURE p. 71

(Markus Vihma)
MATERJALID RING-MAJANDUSES lk 60
/ MATERIALS IN CIRCULAR ECONOMY p. 74

PROJEKTID lk 77
/ PROJECTS p. 77

PEHMEROBOOTIKA lk 79
/ SOFT ROBOTS p. 79

LÄÄNEMERI lk 81
/ BALTIC SEA p. 81

UTIIL lk 88
/ WASTE p. 88

PÄRANDTEHNOLOOGIAD lk 96
/ NATIVE CRAFTS p. 96

ÜMBERKEHASTUMISED lk 105
/ TRANSFORMATIONS p. 105

NANOMATERJALID lk 112
/ NANOMATERIALS p. 112

Foto: Martin Siplane

SAATEKS

Näitus “Materjal I” (16.09.–22.09.2019) tõi kokku teadlaste, ettevõtete ja disainerite poolt arendatud või arendamisel olevad materjalid. Näituse eemärgiks oli avada, kuidas on keskkonnakriisis muutumas ressursi ja materjaliloome tähendus. Väljapanekusse valitud materjalide autorid uurivad distsipliinide üleselt, kuidas võiks tulevikus kasutada utiil materjale, mida saame õppida pärandtehnoloogiatest ja looduses leiduvast, kuidas rakendada biotehnoloogia võimalusi ning milliseid kõrgtehnoloogilisi materjale valmistatakse nano skaalal.

Täname kõiki näitusel osalejaid:
Katrin Kabun; Geidi Hein; Merlin Meremaa; Katarina Kruus, Ann Müürsepp, Ketlin Kuusing, Jose Aldemar Muñoz Ñustes, Tom Werpin, Louis Buchet; Helen Grass, Gita Siimpoeg; Kairi Getman; Märten Peterson(EKA); Andres Krumme, Elvira Tarasova, Viktoria Vassiljeva, Illia Krasnou, Siret Malmberg, Mihkel Viirsalu, Tiia Plamus; Tiina Lelumees, Marit Soomets (Tallinna Tehnikaülikool); Ragnar Saage ja Karmo Kiilmann; Indrek Must ja Kaija Põhako-Esko; Karin Kogerma ja Tanel Tenson; Martin Järvekülg (Tartu Ülikool); Helena Manner (University of the Arts London); Sirje Sasi; Airi Gailit; Berit Joosep (Furcella OÜ); Märt-Erik Martens (Gelatex Technologies OÜ); Riina Õun; Click & Grow ja Tartu Ülikool; Erki Nagla ja Siim Karro; Reet Aus; Triin Loosaar; Laura Põld; Santer Õun; Jegor Mljavov, Daniil Raljov, Maria Jefimova, Kirill Gorškov (Precious Plastic Estonia); Valmar Kasuk, Tanel Ilmjärv (Vetik OÜ); Skeleton Technologies.

Stuudio Aine*

*Stuudio Aine moodustavad Annika Kaldoja, Kärt Ojavee ja Marie Vinter, kelle ühine uurimuslik loometöö keskendub keskkonnatundlikele materjalidele, materjalialasele teavitustööle ja valdkondade ülese võrgustiku loomisele. Stuudio on edasiarendus Eesti Kunstiakadeemias ühiselt välja töötatud bio-põhistele materjalidele keskendunud õppeainest ja uurimissuunast. (www.studioaine.ee)

/ FOREWORD

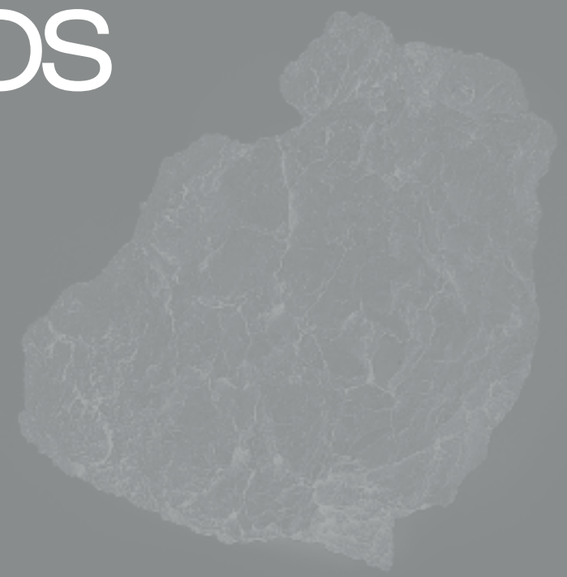
Exhibition “Material I” (16.09.-22.09.2019) brought together new materials developed by scientists, enterprises, designers and architects. The exhibition showed how the notion of resources and material development are going through changes due to environmental crisis. The authors explore across disciplines how in the future waste materials could be used, drawing knowledge from heritage technologies and nature, how to make use of biotechnology and what kind of high-tech materials are made by using nanoscale.

We would like to thank all participants of the exhibition:
Katrin Kabun; Geidi Hein; Merlin Meremaa; Katarina Kruus, Ann Müürsepp, Kerlin Kruusing, Jose Aldemar Muñoz Ñustes, Tom Werpin, Louis Buchet; Helen Grass, Gita Siimpoeg; Kairi Getman; Märten Peterson (Estonian Academy of Arts); Andres Krumme, Elvira Tarasova, Viktoria Vassiljeva, Illia Krasnou, Siret Malmberg, Mihkel Viirsalu, Tiia Plamus; Tiina Lelumees, Marit Soomets (TalTech); Ragnar Saage and Karmo Kiilmann; Indrek Must and Kaija Põhako-Esko; Karin Kogerma and Tanel Tenson; Martin Järvekülg (University of Tartu); Helena Manner (University of the Arts London); Sirje Sasi; Airi Gailit; Berit Joosep (Furcella OÜ); Märt-Erik Martens (Gelatex Technologies OÜ); Riina Õun; Click & Grow and Tartu Ülikool; Erki Nagla and Siim Karro; Reet Aus; Triin Loosaar; Laura Põld; Santer Õun; Jegor Mljavov, Daniil Raljov, Maria Jefimova, Kirill Gorškov (Precious Plastic Estonia); Valmar Kasuk, Tanel Ilmjärv (Vetik OÜ); Skeleton Technologies.

Stuudio Aine*

*Stuudio Aine (Annika Kaldoja, Kärt Ojavee and Marie Vinter) is a materials design and development studio whose research and creative work focuses on environmentally sensitive materials, materials awareness and cross-domain networking. (www.studioaine.ee)

FOTOD / PHOTOS



TUULEKAER, PEHMEROBOT, IOONSED VEDELIKUD lk 80 / WILD OAT, SOFT ROBOTS, IONIC LIQUIDS p. 80

KUNDA SAVI lk 82 / KUNDA CLAY p. 82

LÄÄNEMERI / BALTIC SEA

UITMATEERIA lk 83 / STRAY MATTER p. 83

LÄÄNEMERI / BALTIC SEA

PILLIROOLEHT lk 84 / REED SHEET p. 84

LÄÄNEMERI / BALTIC SEA

PUNAVETIKAST ERALDATUD PIGMENT lk 85 / PIGMENT EXTRACTED FROM RED ALGAE p. 85

LÄÄNEMERI / BALTIC SEA

BERRICHI LOODUSKOMEETIKA lk 86 / BERRICHI SKIN CARE lk 86

LÄÄNEMERI / BALTIC SEA

BIOPLASTID VETIKATEST lk 87 / BIOPLASTICS FROM ALGAE p. 87

LÄÄNEMERI / BALTIC SEA

RAUD SOORAUAST lk 89 / IRON FROM BOG IRON p. 89

KOHVI MORFOOSID lk 90 / COFFEE MORPHOSES p. 90

LOOMAAEDADES ELAVATE VÄÄRISVILLALOOMADE VILL lk 91 / WOOL FROM FINE WOOL ANIMALS LIVING IN ZOOS p. 91

PRECIOUS PLASTIC lk 92 / PRECIOUS PLASTIC p. 92

ÜMBERTÖÖDELDUD TEKSA lk 93 / RECYCLED DENIM p. 93

ÜMBERTÖÖDELDUD TEKSTIILMATERJALID EESTI KAITSEVÄE RÕIVASTEST lk 94 / RECYCLED TEXTILE MATERIALS FROM THE CLOTHING OF THE ESTONIAN DEFENSE FORCES p. 94

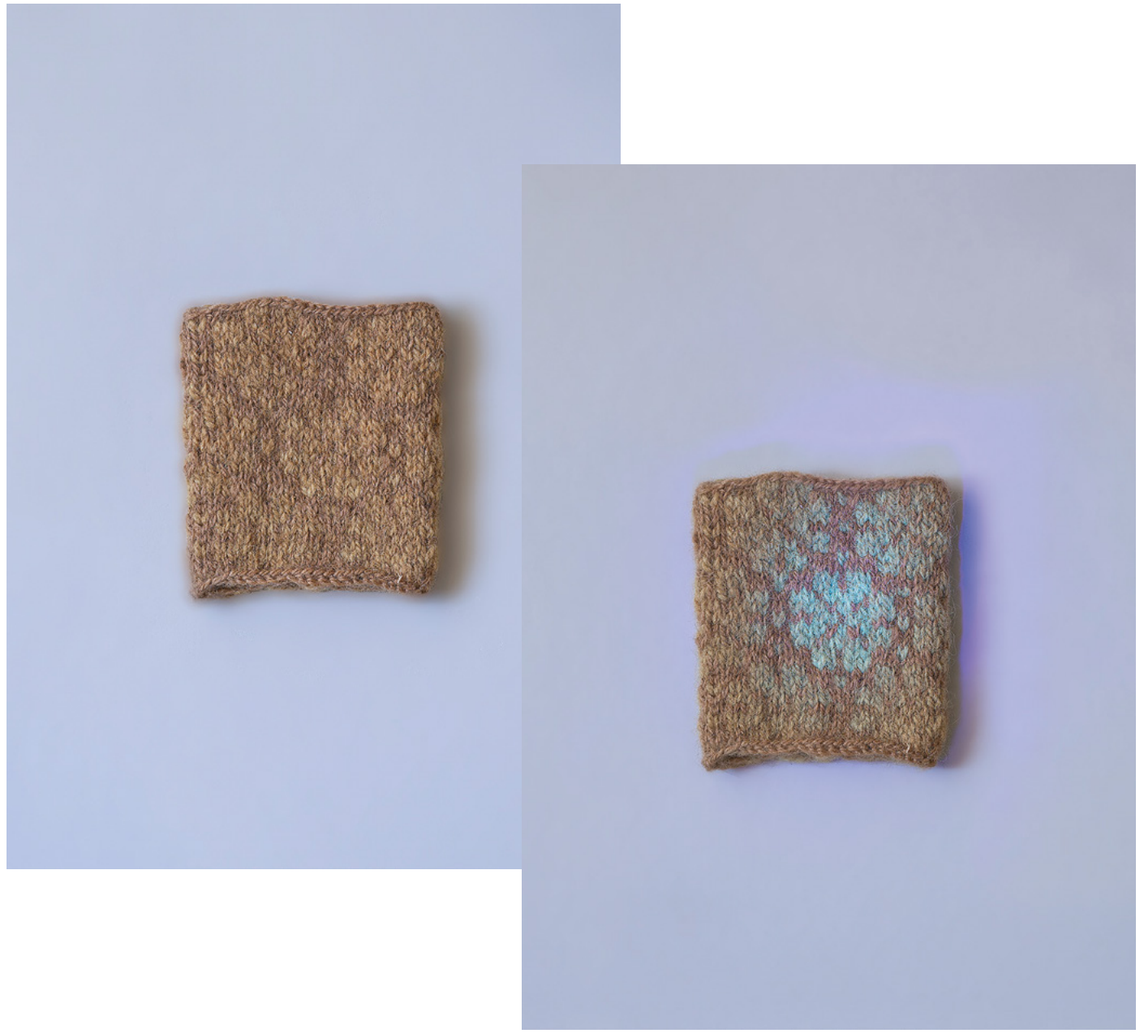
VILLAKOMPOSIIT lk 95
/ WOOL COMPOSITE p. 95

HAPRUSE PIIR lk 97
/ BOUNDARY OF FRAGILITY p. 97

RAUAST PUTKKIRVES lk 98 / SOCKETED AX OF IRON p. 98

LINAKIUDUDEST PEENRAKATTE MATERJAL lk 100 / AGROTEXTILE OF FLAX FIBER p. 100

SEENTEGA VÄRVITUD UV-VALGUSTUSEL HELENDAV LÕNG lk 101 / YARN, DYED WITH MUSHROOMS, FLUORESCENT UNDER UV LIGHT p. 101



TOIDUAINETE SÄILITUSNÕU lk 102 / FOOD STORAGE CONTAINER p. 102

TULETAEL (AMADOU) lk 103 / HOOF FUNGUS (AMADOU) p. 103

TURBA-PÕLEVKIVITUHA KOMPOSIIT lk 104 / PEAT-OIL SHALE ASH COMPOSITE p. 104

BEEG lk 106 / p. 106

CLICK & GROW TAIMEKASVU SUBSTRAAT SMART SOIL lk 107 / CLICK & GROW PLANT GROWTH SUBSTRATE SMART SOIL p. 107

SIIDIHÄKK lk 108 / HACKING SILK p. 108

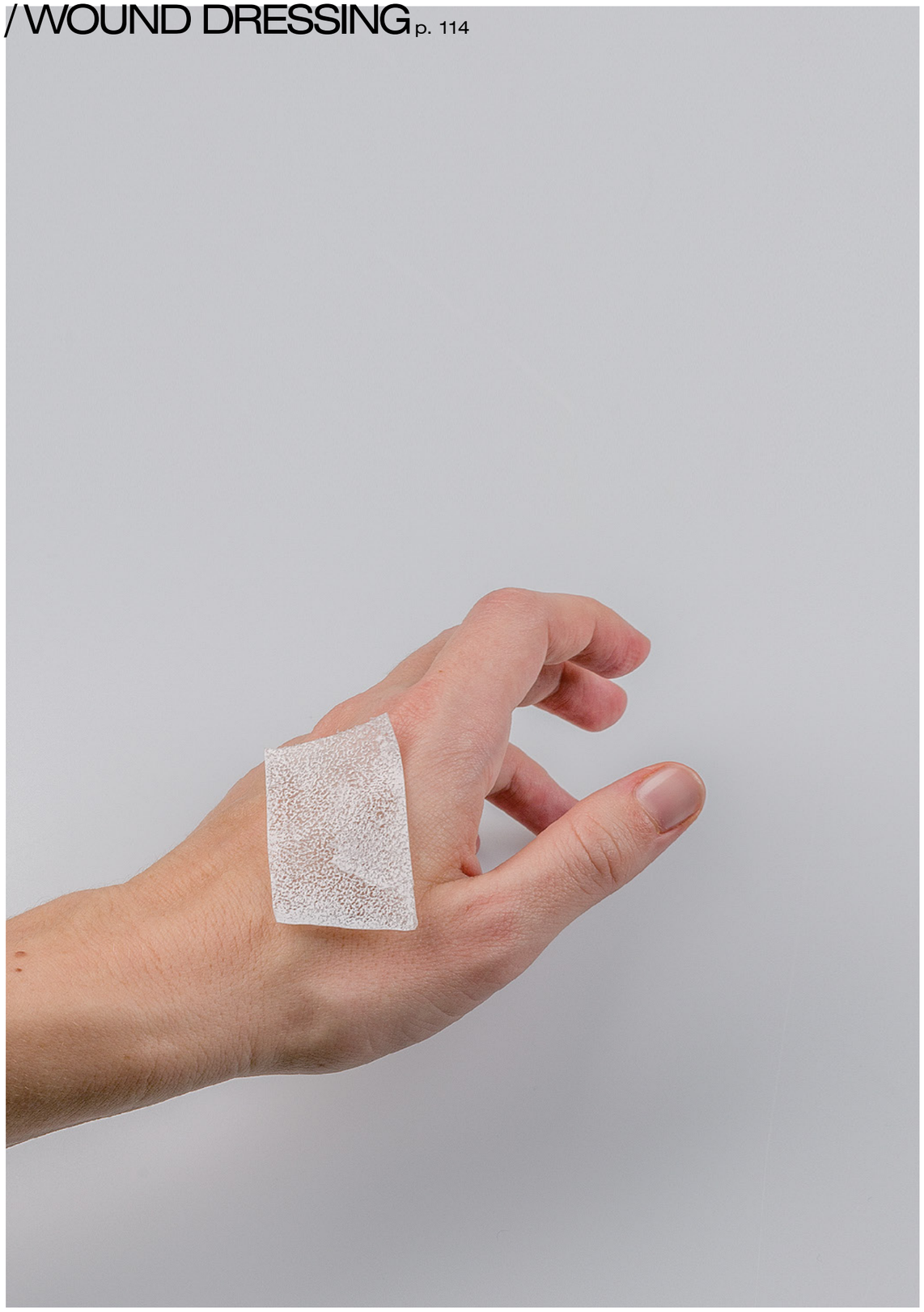
MIKROFIBRILLEERITUD NANO-TSELLULOOSIST (MFC) KÕRRED lk 109 / MICROFIBRILLATED NANOCELLULOSE (MFC) STRAWS p. 109

MÜKOPLAST lk 110 / MYCOPLAST p. 110

SCOBY KOMPOSIITMATERJAL lk 111 / SCOBY COMPOSITE MATERIAL p. 111

GELATEX lk 113 / p. 113

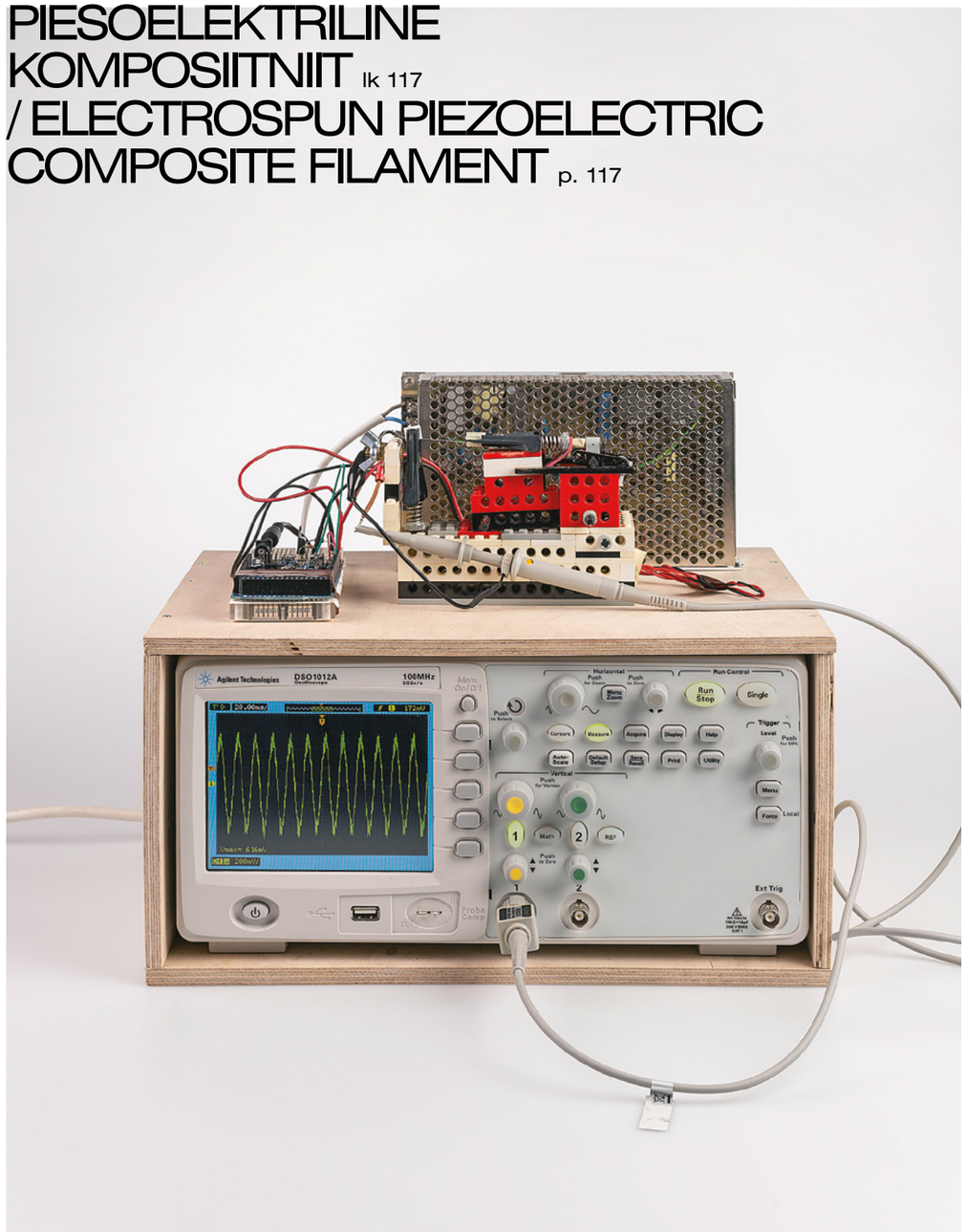
HAAVAKATTED lk 114 / WOUND DRESSING p. 114



KARBIIDNE SÜSINIK lk 115 / CURVED GRAPHENE p. 115

ELEKTROKETRUSE ABIL TOODETUD SÜSINIK-NANOMATERJAL lk 116 / CARBON NANOMATERIAL PRODUCED BY ELECTROSPINNING p. 116

ELEKTROKEDRATUD PIESOELEKTRILINE KOMPOSIITNIIT lk 117 / ELECTROSPUN PIEZOELECTRIC COMPOSITE FILAMENT p. 117



ELEKTROKETRUS lk 118 / ELECTROSPINNING p. 118

NÄITUS / EXHIBITION

Foto: Martin Siplane

ESSEED / ESSAYS

SISSEJUHATUS

STUUDIO AINE

STUUDIO AINE MOODUSTAVAD
ANNIKA KALDOJA, KÄRT OJAVEE JA MARIE VINTER

“Materjal I” on Stuudio Aine* koostatud materjalidele keskenduvast näituste ja aktsioonide sarjast esimene, avades, kuidas Eesti ülikoolides, ettevõtetes ja loomepraktikates materjalide arendamise ja loomisega tänapäeval tegeletakse.

Külluslikus ainelises maailmas muutub materjalide ja esemete päritolu mõistmine üha keerulisemaks. Kui varasemad põlvkonnad teadsid, kuidas vajalikest koostisosadest materjale luua, siis nüüd on materjal pigem anonüümne ning selle saamislugu muutunud kasutaja jaoks aina kaugemaks. Ometi on materjalide tootmises oluline roll meil kõigil—rakendajatel, loojatel, aga peamiselt kasutajatel. Olemasolevate materjalide valik on kirev, me puutume igapäevaselt kokku tuhandete erinevate ainetega. “Materjal I” üheks eesmärgiks on lisaks materjalide esitlemisele näituse formaadis tutvustada ka nende päritolu, koostisosi ja valmistamise tehnoloogiaid.

Väljapaneku koostamisel olid näitusele valitud materjalid erinevates arengujärkudes—oli näiteid päris esimestest katsetustest materjali loomisel, eelmiste põlvkondade teadmistel põhinevaid lahendusi, arheoloogilisi leide, patendi taotlemisel olevaid või selle juba saanud materjale. Protsessi käigus tuli ilmekalt esile, et tööstuskeskse materjalikäsitluse kõrvale on tulnud teine, disainerile omasem tööviis. Materjalid on demokratiseerumas ja laborikeskkonnast välja liikumas. Disainerite, ettevõtjate ja teadlaste kõrvuti olevad tööd esmapilgul ei eristunud, mis on näituseteema seisukohast oluline, sest tulevikus töötavad teadlane ja disainer ühes laboris ja ühes ettevõttes nii materjali kui ka selle rakenduste arendamisel.

Materjalidega töötamine ja materjali disainimine on võimalus olla lähedalt seotud sellega, millest maailm on tehtud. Materjali saab kirjeldada lähtudes selle koostisest ning keemilisest ja füüsikalisest ülesehitusest, ent kõige vahetumalt on ümbritsevat võimalik kogeda erinevate meeleelundite kaudu. Materjalide kogemist saadab omakorda personaalne mäluleksikon. Seda võib nimetada kognitiivseks andmebaasiks, mis on seotud kultuurilise tausta ja isikliku meelelise mäluga. Mitmed näitusel eksponeeritud materjalid on valminud empiirilisel meetodil, mis on kogemuslik ning omane rohkem disaineri või käsitöölise lähenemisele. Lisaks tunnetuslikule läheneb disainer materjali loomisele ka probleemikeskselt. Analüüsitakse tervikut ressursist materjalini,

sellest omakorda tooteni ja selle elutsükli lõppfaasi ehk utiliseerimise või uuesti ringlusesse saatmiseni.

Olles vahendaja materjali ja tarbija vahel, on disainer kursis nii materjalide arenduses toimuvaga kui ka lõpptarbija vajadustega. Koos tehnoloogiaarendajatega osaleb disainer ka tulevikku suunatud kontseptsioonide väljatöötamisel, mis on lahutamatu osa jätkusuutlikust tootmissüsteemist ja majandusmudelist.

Ühiskonna üleminek jätkusuutlikumale disainile on juba toimumas. Selles üleilmses muutuses on oluline tunda kohalikku konteksti. Just materjaliloomes on kohalike ressursside ja ökosüsteemi mõistmine ning optimaalsete tootmisviiside kaasamine üks tuleviku võtmelahendusi. Disainiteadlane Ezio Manzini, kelle tähelepanu keskmes on jätkusuutlikkusele ja sotsiaalsele innovatsioonile suunatud disain, kasutab niisuguse lähenemise kohta terminit kosmopoliitne lokaalsus.

Kohalikke looduskooslusi ja süsteeme tundma õppides oskaksime paremini kasutada loodusressursse ökosüsteemi rikkumata. Teatud skaalas on looduse osana võimalik käsitleda ka inimese tekitatud prügi, mis kohati, näiteks plastiglomeraatidena, moodustab orgaanilise ainesega juba homogeenseid kooslusi. Kohalikke jääkmaterjale kaardistades on võimalik neid kasutada alternatiivse ressursina ja uuesti ringlusesse suunata. Selles osas on palju õppida ajaloolistest näidetest, mida võib nimetada ka arheoloogiliseks innovatsiooniks. Meie esivanemad tundsid kohalikke materjale hästi ning oskasid asjatundlikult kasutada elusa ja elutu mateeria omadusi. Oleme taasavastamas pärandtehnoloogilisi tarkusi ja loodusega koos loomise põhimõtteid. Selliste biopõhiste meetodite kasutamine erinevates (loome)valdkondades on viimastel aastatel jõudsalt populaarsust kogumas — ikka selleks, et leida olemasolevatele tootmis- ja tarbimissüsteemidele jätkusuutlikke alternatiive. Seda soodustab ka nano- ja biotehnoloogiliste võimaluste arenemine ja kättesaadavamaks muutumine. Nanotehnoloogia avab enneolematuid võimalusi disainida ja rakendada väga täpseid ja tehnoloogiliselt võimekaid nanomaterjale seal, kus see varem võimalik ei olnud.

Ülalkirjeldatud suundumustest lähtudes on näitusel eksponeeritud 35 materjali jaotatud teemarühmadeks, mis põimivad kokku hetkel ja tulevikus olulised arengusuunad.

Näituse juhatab sisse pehmerobootika. See erinevaid valdkondi ühendav uus teadusharu toob kokku multidistsiplinaarsed uurimisrühmad, kuhu kuuluvad teadlased, disainerid ja insenerid. Biorobootika lähtub biomimikri printsiipidest, mille puhul otsitakse tehnoloogiliste uuenduste saavutamiseks vastuseid looduse mudelitest. Loodus on täiuslik insener, disainides ökosüsteemi toimimise tarvis lahendusi loendamatutele probleemidele.

Kohalikke ressursse hinnates moodustavad eraldi materjaliderühma Läänemere ökosüsteem ja selle võimalused. Piirnedes geograafiliselt 50% ulatuses merega, omab see Eesti ainelise ja kultuurilise keskkonna tekkimisele ja arengule väga suurt mõju. Meretaimestik on ressurss, mille kasutamisvõimalusi uurivad maailmas nii teadlased kui disainerid. Vesiviljelust peetakse tulevikus üheks oluliseks toitainete kasvatamise meetodiks, lisaks uuritakse võimalusi kasvatada vetikaid biopõhiste materjalide valmistamiseks. Seejuures ei saa mööda vaadata kliimamuutuste mõjust suhteliselt suletud Läänemerele. Ükskõik missuguse loodusesse sekkumise puhul tuleb veenduda selle sobivuses konkreetsesse ökosüsteemi.

Väärtusliku kohaliku ressursina võib käsitleda ka jäätmeid, mille tekkimine on tugevalt seotud inimasustuse muutumisega linnade konglomeraadiks. Vaatamata prügi tekkimise pikale ajaloole ei ole tänaseni suudetud kehtestada toimivat jäätmete sorteerimise, käitlemise ja uuesti kasutusse rakendamise süsteemi. Tarbimisharjumuste muutmine lineaarsest suletuks eeldab nii tarbijate harjumuste muutumist kui ka poliitilisi otsuseid, mis võimaldaksid riigisiseste ja -üleste süsteemide väljaarendamist. Tänapäeval on aktuaalsemad materjalide kasutamise stsenaariumid sellised, kus materjali kõik olelusstaadiumid on seotud ühte suletud ringi. Optimaalseima ja kõige jätkusuutlikuma lahendusena pakutakse välja põimsüsteemi, kus tootmine ja tarbimine on eraldatuse asemel liidetud üheks produktiivselt terviklikuks metabolismiks ning kus utiil muutub väärtuslikuks varaks.

Pärandtehnoloogia näidete varal teame, et ajalooliselt on materjalid olnud alati tihedalt seotud käsitööga. Meie esivanemad, elades loodusega ühes rütmis, on olnud nutikad, kombineerides oskuslikult materjale ja tehnikaid. Silmale nähtamatuid keemilis-füüsikalisi protsesse tundmata loodi ja avastati uusi ühendeid, materjale ja esemeid. Tehes seda kõike looduse vaatlusele, pärimusele ning sensoorsetele ja empaatilistele teadmistele tuginedes. Asju väärtustati ja taaskasutati meisterlikult.

Pärandteadmisi kaasaegse tehnoloogiaga kombineerides on arenenud uued biopõhised tootmisvõimalused. Looduslikke protsesse kontrollides ja suunates saab matkida loodusele omaseid tootmissüsteeme. Seente, vetikate, pärmi ja bakterite abil on näiteks võimalik kasvatada uusi keskkonnasäästlikke komposiitmaterjale. Elavate organismide abil kasvatatavatest materjalidest võib mõelda kui 21. sajandi mikrotehastest, ümberkehastumistest, mis kohalikku ressurssi kasutades võimaldaksid biotoota materjale vastavalt vajadusele ja eesmärgile.

Kõige väiksem mõõtkava materjali disainimisel on nanoskaala. Ka keerukamad looduslikud protsessid baseeruvad nanoskaalal toimuvatel protsessidel ja nähtustel. Mitut teadusvaldkonda ühendav nanotehnoloogia võimaldab luua väga spetsiifilisi funktsionaalseid ja aktiivselt reageerivaid (elus) materjale. Üks võimalus toota nanokiulisi materjale on kasutada elektroketrust, mida on rakendatud ka näitusel eksponeeritud nanomaterjalide loomisel. Nanokiududest on võimalik valmistada rätseplahendusena loodud lausmaterjale, mis sobivad näiteks peenosakeste filtreerimiseks või rakkude kasvatamiseks.

Näitusele valitud projektide ja uurimustööde peamiseks ühisosaks on keskkonda arvestav mõtteviis ja kosmopoliitne lokaalsus. Materjalide puhul ei ole mõistlik rääkida headest ja halbadest materjalidest, vaid sobilikust või mittesobilikust kasutamisest. Et kasutusvaldkondade mitmekesisus suureneb ja muutub rakenduses üha personaalsemaks, arendatakse ka uusi materjale edasi jätkuvalt kiires tempos. Ükski näituse materjalidest ei lahenda küll keskkonnakriisi, ent pakub võimalusi inimtegevuse keskkonnajälje vähendamiseks. Murrangu kliimamuutuste peatamisel saavad ellu kutsuda eelkõige tarbija, selge poliitiline kurss ja keskkonda arvestavad majandusmudelid.

Komplekssemate probleemide ja uute väljakutsete lahendamisele aitaks kaasa veelgi tihedam koostöö erinevate valdkondade vahel. Oskus töötada koos teiste erialade esindajatega võiks välja kujuneda juba õpingute käigus, et algatada dialoog ja koostöö teadlase, disaineri, inseneri, kasutaja ja ettevõtja vahel. Selliste eeltingimuste loomine eeldab vastastikust usaldust ja huvi. Tulemuseks võiks olla kõigile osapooltele kasulik ja üheselt mõistetav platvorm, mis disainerite ja teadlaste tugevusi välja tuues toetaks uute materjalide, toodete ja süsteemide väljaarendamist.

*Stuudio Aine moodustavad Annika Kaldoja, Kärt Ojavee ja Marie Vinter, kelle ühine uurimuslik loometöö keskendub keskkonnatundlikele materjalidele, materjalialasele teavitustööle ja valdkondadeülese võrgustiku loomisele. Stuudio on edasiarendus Eesti Kunstiakadeemias ühiselt välja töötatud biopõhistele materjalidele keskendunud õppeainest ja uurimissuunast. (www.studioaine.ee)

AMMU UNUSTATUD VANA

EIK HERMANN FILOSOOF JA EESTI KUNSTIAKADEEMIA LEKTOR

Materjalide loomisel näib olevat tekkinud uus potentsiaal vanale tööviisile, mille paljud vahepeal lõplikult maha kandsid. Selleks on *käsitöölisele* omane tööviis.

Tööstuslik tootmine viis 20. sajandil nn arenenud ühiskondades selleni, et materjaliloome tõmbus varjule kallite aparaatidega varustatud laboratooriumidesse, kuhu inimene tänavalt ligi ei pääsenud ega tahtnudki. See oli ajajärk, mil materjalidega tegelemine ja nendele mõtlemine usaldati ekspertidele, kes neid kas välja töötasid või siis (mass)toodetesse valisid.

Niisuguste arengute taustal hakkas oma aja äraelanuna tunduma ka käsitöölisele omane tööviis, millest sünnib materjalide vahetu käsitsemise käigus unikaalne, konkreetset olukorda või inimest silmas pidav teos või toode. Sepp teeb seda metalliga, puusepp puiduga, kangur kudumiga jne. Seejuures kasutatakse enamasti küll tööriistade abi, kuid erinevalt keerulisematest masinatest ei eralda tööriistad tegijat materjalist, vaid toimivad pigem käsitöölise käepikendustena. Isegi kui sellist tööviisi täiendavad teoreetilised teadmised, ei ole see tingimata vajalik, sest meisterlikkuse võib saavutada ka katse-eksituse meetodil, saades vahetut tagasisidet materjalilt endalt. Kusjuures siin avaldab puhtaks teooriaks settimisele miski ka vastupanu, sest teosed sünnivad olude, ainete ja kaalutluste vahelises nüansitundlikus mängus, mida on õpiku asemel oluliselt lihtsam omandada meistreid jälgides ja järele ahvides.

Mida keerukamaks muutus tootmine, seda ebakohasemaks muutis see käsitöölisliku lähenemise. Kallid masinad nõudsid spetsialiseerumist, nii et iga töötaja sai tegelda vaid kitsa töölõiguga. Mida enam eemaldus töötaja töö lõpptulemusest, seda vähem sai ta vahetut tagasisidet materjalilt endalt. Ning tootmistegevuse sisuline keerukus hakkas nõudma, et töötajatel oleks minimaalnegi ettevalmistus n-ö teoorias.

Nii tuli seni domineerinud tööviisi kõrvale ja asemele uus, mis eeldas eristust teooria ja praktika, plaanimise ja elluviimise vahel. See tõi omakorda kaasa uue ettekujutuse tootmisprotsessist ja erinevate vaheisikute rollist selles. Baasteadlane otsib ja formuleerib igavesi loodusseadusi. Rakendusteadlane otsib viise, kuidas loodusseadustest lähtuvalt loodust paremini valitseda või siis luua uut loodust (näiteks uusi materjale). Insener kasutab rakenduslikke teadmisi, et arvutada konkreetse olukorra jaoks välja pragmaatiliselt parim lahendus. Disainer viib selle lahenduse kooskõlla inimloomade vajaduste ja unistustega ning loob lõpliku kavandi, mille põhjal tooteid tööstuslikult toota. Ettevõtja korraldab tootmisprotsessi rahastamise, läbiviimise ja kaupade turustamise. Töötaja kas jälgib ja korraldab tööprotsessi või siis viib selle masinate abil ellu.

Koos uue ettekujutuse võidukäiguga sattus käsitöölislik lähenemine ka imidži tasandil põlu alla. Sellele aitas kaasa üleüldine progressiusk, mis lubas kõike vana käsitleda oma aja äraelanuna ja muutis minevikuga lõpparve tegemise lausa religioosseks imperatiiviks. Käsitöö oli selle ettekujutuse kohaselt igandlik nähtus, milles teaduslike teadmiste puudumise tõttu vanu vigu põikpäiselt korrati ja selle kaudu progressi võidukäigule kaikaid kodarasse loobiti. Selle õiget kohta nähti muuseumides või ajaloolise meelelahutusena, et meelde tuletada, kui kaugele (ja kui ruttu) me oleme arenenud.

Kõik see tõi muu hulgas kaasa ka inimeste kaugenemise materjalidest—materjaliharimatuse. Nii nagu talude asendumine kolhoosidega Nõukogude Liidus ja turgude asendumine supermarketitega taasiseseisvumisjärgses Eestis tõid kaasa selle, et märgatavalt vähenes toiduharitus—oskus teha vahet kurgil ja kurgil, veiselihal ja veiselihal—, nii kadus ajapikku ka oskus eristada materjale, hinnata nende kvaliteeti ning mõista nende halbu ja häid mõjusid. Materjalidest sai n-ö usuasi—tegeliku oskuse ja mõistmise puudumisel tuli valikuid teha usalduse või lausa pimeda usu põhjal ekspertidesse. Kuni ühel hetkel hakkas usku vähemaks jääma.

Põhjusi, miks materjale taaskord tähele panema hakati, on mitmeid. Näiteks on märgatavalt kasvanud laste arv, keda kimbutavad allergiad ja muud terviseprobleemid, mille üheks põhjuseks on kokkupuude toksiliste ühenditega riietes, mööblis, eluruumis. Samuti on hakatud mõistma materjalide rolli üleilmsetes loodusprobleemides, alates reostusest kuni kliima soojenemiseni, ja ka globaalse ebavõrdsuse kasvus. Olgugi, et materjalide hingeelu mõistavad sisuliselt ja põhjalikult vaid vähesed, on siiski hakatud huvi tundma toidu, riiete, mööbli ja muude toodete ainelise koostise vastu.

Ühtlasti on hakanud tuhast tõusma ka käsitöölislik lähenemine materjalidele. Esiteks on osa seadmetest, mille abil materjale toota, muutunud piisavalt odavaks, nii et neid suudavad soetada ka eraisikud või väiksemad kollektiivid. Teiseks on aru saadud, et materjalidega tegelemine ei nõuagi tingimata aastatepikkust õppimist (ehkki vahel ikka nõuab ka). Teadmiste kättesaadavus õpikutest ja internetist on tekitanud teema vastu huvi ja ärgitanud asju edasi uurima. Kaks eelmainitud põhjust on tuult tiibadesse andnud kõikvõimalikele isetegijate töökodadele. Põhjuseid nende levimiseks ei saa otsida siiski ainuüksi ligipääsu paranemises. Paljude huviliste motivatsioon on ideoloogiline—võimust on võtnud tunne, et suurfirmad ei suuda või ei tahagi lahendada planeeti tabanud probleeme. Seda võimendab omakorda kahtlus, et klassikaline teadus on liiga ettevaatlik ja aeglaselt arenev ning inimkonna ees seisvad probleemid liiga pakilised, et kannatlikult püsida tegutsemisskeemis, mis ootab esmalt kinnitatud ja formaliseeritud läbimurdeid täppisteadusest, edasiarendusi rakendusteadusest, pikka tootearendusperioodi ja positiivseid tasuvusarvutusi ettevõtete tasandil. Nii ei jää muud üle kui—mitmetest garaažis sündinud projektidest innustatuna—ise initsiatiiv haarata.

Siiski, kui käsitöölislik lähenemine nüüd naasmas on, siis mitte päris endisel kujul. Ehkki säilinud on vahetu lähenemine materjalidele ja joondumine selle järgi, mis materjalidega katsetamise käigus juhtub, on senist käsitööd iseloomustanud kliendikeskse ja pragmaatilise meelestuse kõrvale tulnud avatum ja otsingulisem hoiak. Selle asemel, et püsida traditsioonide ja klientide soovide poolt püstitatud kitsas sihistikus, on hakatud julgemalt ja avaramalt võimalusi läbi kammima, lastes katsetuste käigus tekkivatel materjalieelikutel kanda end erinevatesse suundadesse, küsimata esialgu, kas ja kuidas nendes ilmnevaid omadusi ära saaks tootestada. Meeles hoitakse küll keskkonnahoiu ja tervislikkuse väärtusi, kuid oluliseks peetakse ka protsessi ennast ja nii hoitakse kannatlikult avatuna võimalus, et eesmärgini jõutakse pika ringiga. See on lähenemine, mis viib hea õnne korral kohtadesse, millest esialgu ei osatud unistadagi.

Mis on nende uute omaduste taga, mis iseloomustavad uut käsitöölislikkust? Ehk võib selles näha just teaduse rikastavat mõju. Sedasorti meelestuses, mis kasulikkuse küsimuse ajutiselt “unustab” ja vabamalt (ometi rangelt) uut otsib, võib ju nähagi baasteaduste edu alust.

Teaduslikkus ja käsitöölislikkus on teineteisele lähenemas muulgi moel. Nüüd põhinevad käsitöölise katsed enamasti teaduse põhitõdede tundmisel, ja rakendusteadus saaks käsitöölisliku “hulkumise” käigus avastatut omakorda edasi uurides ja arendades märkimisväärsemaid ja potentsiaalikamaid leide. Nii pole

vastandamine teaduse ja käsitöö vahel enam õigustatud, sest need ei välista enam teineteist.

Veel üks oluline viis, kuidas teadus käsitöölislikust lähenemisest võita võiks, tuleb sellest, et traditsiooniliselt on teadusliku lähenemise ja rahvakultuuri vahel valitsenud raskesti ületatav lõhe. Käsitöölislik lähenemine on aga rahvakultuurile piisavalt sarnane, et viimasesse kätketud teadmised, oskused ja tehnoloogiad lahti sulatada ja uuel kujul oma katsetuste aluseks võtta. Kuna vanad tehnoloogiad põhinesid paratamatult toormaterjalidel, mida lähedalt võtta oli, ja laiemalt nn kohalikel oludel, siis on nad äärmiselt kontekstitundlikud ja enamasti ka keskkonnasõbralikud. Nendesse on kätketud mitmeid ideid, mida uutes oludes ja uute väljakutsetega silmitsi olles oma otsingutesse kaasata.

Teaduslikkust ja käsitöölislikkust ei tuleks niisiis vastandada, vaid leida viise, kuidas need teineteisele vastastikku kasulikud saaksid olla. Paraku on Eestis senimaani peetud tõsiseltvõetavaks uurimistööks üksnes seda osa võimalikust partnerlusest, millega tegelevad teadlased. Käsitöölislikud uurijad jäävad harilike akadeemiliste nõuetega silmitsi olles nõutuks või jõuetuks, sest viimased ei arvesta nende lähenemise eripäradega. Ometi võib just selles peituda puuduv lüli, et aidata kohalik materjaliloome uuele tasemele. Ehk on just siin meie väikese Eesti jaoks järjekordne võimalus sügavapõhjaliseks ja kaugeleulatuvaks innovatiivsuseks, mida suuremad riigid endale naljalt lubada ei saa — arendada välja rahastusskeem ja akadeemiline raamistik, mis toob kokku kõik materjaliotsingute ja -arendusega tegelevad osapooled nii, et keegi neist end alaväärse vaeslapsena tundma ei peaks —, ning toetada nende igakülgset arengut ja vastastikust suhtlust. Investeering oleks võimaliku (mitte ainult majandusliku) tuluga võrreldes tühine ja lapselapsed meile tänulikud.

MINEVIKU, OLEVIKU JA TULEVIKU (BIO) MATERJALID

MARTIN JÄRVEKÜLG TÜ FÜÜSIKA INSTITUUDI
MATERJALITEADUSE TEADUR, CLICK & GROW TEADUS- JA ARENDUSJUHT

Rahvusvaheline Puhta ja Rakenduskeemia Liit on biomaterjali defineerinud kui materjali, mida kasutatakse kokkupuutes elavate kudede, organismide või mikroorganismidega. Merriam-Webster *online*-sõnastik ütleb, et biomaterjal on looduslik või sünteetiline materjal (nt metall või polümeer), mis sobib sisestamiseks eluskoesse, eelkõige meditsiinilise seadme (näiteks tehisliku liigese) osana.

Üldiselt on läbi ajaloo biomaterjalidena* mõistlikke lahendusi kasutatud. Inimelu ja -keha on aegade algusest olnud liialt väärtuslik. Valikud on kaalutletud ning biomaterjali kasutuselevõtt tegelikkuses enamasti vajalik. Samas on kaasaegsed biomaterjalid hinna poolest tihti kallid, mistõttu parimat võimalikku lahendust iga kord ei kasutata. Vanematele inimestele siiratakse kuuldavasti selliseid implantaate, mis kestavad nende eluea lõpuni, ent mitte igavesti. Ehk võiks teisedki rakendusvaldkonnad või tulevikumaterjalid üldisemalt liikuda suurema mõistlikkuse poole? Ega inimkonnal muid variante vast olegi?

Esimesed biomaterjalid tulid loodusest. Maiad tegid näiteks pärlmutrist hambaimplantaate. Huvitaval kombel saavutasid need 20. sajandi implantaadilahendustega võrreldes luuga sarnase ühilduvuse. Praegusaja inimesele, kes otsib looduslähedasemaid lahendusi, ei pruugi mõte teokarbist tehtud hammastest enam nii võõras olla, eriti kui see toimib sama hästi, kui tehnoloogia viimase sõna järgi tehtu. Me jõuame justkui ringiga tagasi, ehkki vahepealse ajaga on tehislike lahenduste arendamises jõutud üsna kaugele.

Isegi metall pole oma olemuselt kõige naturaalsem materjal, puhtaid metalliühendeid leidub looduses monoliitsena väga vähe. Me tajume metalle nende füüsikalistest omadustest (tugevus jne) tulenevalt püsivana, kasutame neid enamasti pikaajalistes ja jätkusuutlikuna tunduvates rakendustes. Tehislike “kividega“ nagu betoon ja klaas on lugu enam-vähem sama. Plastid on

tehislikkuse poolest muidugi veel samm edasi, sest neid ei saada eraldamise ja taaskombineerimise teel, vaid molekulaarsel tasandil disainimise tulemusena. Ka niinimetatud biopõhiseid polümeere valmistatakse taastuvatest ressurssidest suures osas sarnaste meetoditega, saades ühendeid, mida looduses sellisel kujul üldiselt ei esine. Seetõttu pole ka üllatav, et loodusel ei pruugi plastide lagundamiseks või muul moel taas omaksvõtmiseks mehhanisme olla. Biomaterjalide kontekstis ei ole see tingimata halb. Vastavate meetodite arendamisel hakati organismi siirdama metallidel ja plastidel põhinevaid implantaate, mis oleksid oma olemuselt inertsed. See, et keha sees olev aine ei idane ega mädane, tundub meile ohutu ka intuitiivselt.

Biomaterjalidega tegeleva teadus- ja tehnoloogiavaldkonna alguseks peetakse 20. sajandi keskpaika. Sellest ajast alates on enamus aega tegeletud just materjalidega, mis interakteeruks ümbritsevaga võimalikult vähe. Inertsete biomaterjalidena on kasutatud metalle, tehislikke kive (keraamika, klaas) ning üha enam sünteetilisi polümeere. Kui inimese sees on väike tükk inertset plasti, siis on sellel kogu oma elutsükliks ka väga spetsiifiline ja vajalik funktsioon. Samu materjaliklasse on kasutusele võetud muidugi igal pool mujalgi, ent kui biomaterjalide puhul on lähtutud reaalsest vajadusest ja ohutusest, siis laiatarbematerjalide osas on arenguid dikteerinud suures osas soovid ja mugavus ning ressursside (s.t eelkõige nafta) sisuliselt piiramatu kättesaadavus. Selle tulemusena näeme, et inertne plast kuhjub pärast oma elutsükli kasuliku osa lõppemist tihtipeale juba ohtliku saastena. Me õpime jäätmeprobleemiga tegelema küll järjest paremini, ent see ei saa kompenseerida ressursside kasutamise madalat efektiivsust. Kui me vaid suudaksime kohelda Maad sama suure vastutustundega nagu oma keha ning rakendada biomaterjalide valdkonnale omast hoolikust ja põhjendatust universaalsemalt.

1990ndatel aastatel kerkis biomaterjalide valdkonnas esile biomimeetika, mis tähendas seda, et implantaatide puhul üritati võimalikult täpselt jäljendada loomuliku koe koostist, struktuuri ja kuju. Järjest paremate uute meetoditega oli bioloogilisi süsteeme võimalik eduka kopeerimise jaoks ka piisavalt hästi iseloomustada. Mõni aeg hiljem tõusis kuuma teemana üles bioaktiivsus, toimus teatav nihe selle suunas, et tehislikud süsteemid võiksid bioloogilisi süsteeme ka aktiivselt mõjutada. Näiteks on metallimplantaat võimalik katta nanokilega, mis kiirendab keha sees sobiva koostise ja struktuuriga mineraalse kihi sadenemist, millele rakud omakorda reageerivad taastumisprotsesside käivitamisega. Need on olnud põhimõtteliselt uusi lähenemisi võimaldavad arengud, mida võiks näiteks võrrelda pooljuhttehnoloogiate esiletõusuga, mis on andnud võimaluse info- ja kommunikatsioonitehnoloogiate kiireks

arenguks. Või võtame süsiniknanomaterjalide valdkonna, mis seostub otseselt energiamaterjalidega ning ilmselt mõnegi muu tulevikutehnoloogiaga. Selliste uute tehnoloogiate juures tehakse kalliste ainete väga väikeste kogustega ära suhteliselt palju. 21. sajandi inimese uued ja kasvavad soovid näivadki seostuvat seni eelkõige virtuaalsete ja uute tehnoloogiatega seotud võimalustega, mis omakorda vajavad tulevikus üha paremaid elektroonika- ja energiamaterjale, ehkki on oma olemuselt mittemateriaalsed. Uute tehnoloogiate puhul peaksime jäätmete ja taaskasutuse küsimustele pöörama tähelepanu aga juba disainiprotsessi juures. Tehnoloogiad, mis on loodud jätkusuutlikuna, jäävad meid toetama ka siis, kui meil tuleks kohanduda oluliselt suurema piiratusega ressursside kasutamisega.

Samas jäävad meile alles ka “vanad“ vajadused ja soovid, sest inimene pole ilmselt veel niipea valmis loobuma ühekordsetest pakenditest ja odavatest kangastest. Biomaterjalide valdkonnas liigutakse viimastel aastatel niisuguste tehnoloogiliste lahenduste suunas, kus võetakse loodust abistav roll. Me pole mitte kunagi võimelised valmistama loomuliku koega võrdväärseid tehislikke kudesid. Küll aga tunneme me loodust juba piisavalt hästi, et selliseid loomisprotsesse toetada. Seega—biomaterjalide valdkonnas alustati kunagi loodusest võetuga ning liiguti materjalitehnoloogiate arenemisel kunstlike, asendavate lahenduste poole. Viimastel kümnenditel liiguti juba looduslike protsesside dikteerimise ja kunstliku suunamise poole. Aegamööda jõutakse taas järjest lähemale looduse usaldamisele ning oma olemuselt loomulike lahenduste informeeritud kasutamisele. Sarnase tehnoloogilisuse tõusu ja arengu oleme läbi käinud ka kogu materjalide maailmas laiemalt. Ehk võiks ka teiste, tulevikumaterjalidega seotud väljakutsete puhul otsida lahendusi just loodusega koos töötades, mitte teda üksnes ära kasutades?

MATERJALID RING-MAJANDUSES

MARKUS VIHMA MTÜ EESTI DISAINIKESKUS (www.ringmajandus.ee)

Inimese kasutatavad materjalid on teinud läbi suure arengu looduses vabalt saadavatest ressurssidest tööstuslikult toodetud sünteetiliste ja kõrgtehnoloogiliste materjalideni. Loomanahkadest ja linasest kangast on inimkond liikunud erinevate plastideni, me kasutame nailonit, lükrat, viskoosi, kevlarit, *gore-tex*i jne. Materjalide arendamine on liikunud edasi kõrgtehnoloogilisse ja bioloogilisse tootmisse ning nende omavahelisse segusse. Nanotselluloosist kuulsime me suurtehase rajamisplaanide aegu, vähem teame aga mikroobidest, vetikatest ja seentest kasvatatud materjalidest, mille tarvis muudetakse tihtipeale organismi geneetilist koodi. Iga uue materjaliga avanevad kujuteldamatud võimalused, kuidas need meile kasu saavad tuua. Mõnikord võib mõnest aga ka probleem tekkida, nagu on läinud plastikuga, mis vales kohas loodust prügistab. Nanomaterjalid võivad olla ootamatult toksilised ning kasvatatud materjalid kujutada ohtu ökosüsteemidele ja geneetilisele mitmekesisusele. Disainerid ja ettevõtted tahavad õigustatult kasutada materjale, mis oleksid jätkusuutlikud.

DISAINIDES TOOTE TERVET ELUKAART EHK OLELUSRINGI, MITTE AINULT TOODET

Nii nagu iga läbimõeldud disaini puhul peab ka materjalide jätkusuutlikkuse juures arvestama ja disainima toote kogu elu-kaart ehk olelusringi. Selleks, et kasutada materjale, mis on keskkonnale ja inimestele paremad, on tarvis üsna põhjalikult aru saada majandusest ning toodet ümbritsevast kontekstist. Disainiotsused mõjutavad umbes 80% toote keskkonnajalajäljest, alates tooraine ammutamisest kuni tootmiseni, toote kasutamiseni ja äraviskamiseni. Nõnda vaadates on selge, et materjalide keskkonnajälg ja ringlus on sõltuvuses geograafilisest asukohast ning ümbritsevatest süsteemidest.

Plastikureostus on tõepoolest suur, isegi väga suur probleem, ent lahendus pole alati plastmassi keelustamine või täielik vältimine—see on mõeldamatu selle kasu juures, mida plast

meile toob, alates toidu riknemise vältimisest kuni steriilsete meditsiinitarvikuteni. Küll aga on Euroopa Liidul ning suurettevõtetel nagu Unilever, P&G ja teistel juba välja töötatud oma ranged plastipoliitikad ning sama ootab ees ka Eesti ettevõtteid—kas siis vabatahtlikult või läbi regulatsioonide. Olelusringi disainimisel tuleb mõelda, kus toodet toodetakse, kus seda kasutatakse ning kus, kuidas ja miks lõppeb tema kasutus?

SÜSTEEMI NÄIDE PLASTIKUGA

Plastiku puhul peab arvestama, et reostuse probleem tuleneb plastiku odavusest. Kui selle hind oleks metallidega sarnane, oleks kogu plastprügi juba ammu üles korjatud ja uuesti kasutusse võetud. Plast on odav ja selle tootmine suhteliselt väikese ökoloogilise jalajäljega, sest polümerisatsioon on küllalt lihtne suurtööstuslik protsess. Jäätmekäitluse tarvis jaotatakse plasti eri tüübid enamasti seitsmesse kategooriasse, millest kergesti ümbertöödeldavad on vaid mõned. Teoorias on nad seda muidugi pea kõik, ent arvestades eraldi kogumist, sorteerimist ja ümbertöötlemist, tehakse seda peamiselt PETE (koodiga 1) ja HDPE (koodiga 2) plastidega. Kokkukogumise efektiivsus on riigiti ja piirkonniti erinev ning numbrid muutuvad sõltuvalt kohalikest arengutest pidevalt. Kui näiteks enamlevinud plastikust 25% kogutakse kokku ümbertöötlemiseks, siis kaua aega tähendas see plastipakkide saatmist Hiinasse. Sellele tegi Hiina eelmisel aastal lõpu. See tähendab, et nüüd saadetakse plastjäätmed veel vaesematesse riikidesse, kus enamasti puudub ümbertöötlemisvõimekus. See puudub tihti ka rikastes lääneriikides, sest pole tulus. Niisiis ei pruugi too 25% tähendada suurt midagi. Eestiski põletatakse suur hulk prügi, mis on okei, sest sellest toodetud elekter asendab suurema ökoloogilise jalajäljega põlevkivielektrit. Lätis oleks prügipõletus aga halvem, sest seal kasutatakse peamiselt hüdroenergiat. Niisiis—kõige ümbertöödeldavama plastiku kasutamine ei pruugi tähendada, et seda ka tehakse.

ALTERNATIIV-MATERJALID

Bioplast kõlab hästi, kuid tihti toodetakse needsamad polümeerid kas suhkrutest või muust taimsest lähteainest, mille tulemuseks on plast, mis sarnaneb tavalise naftapõhise plastiga. Erinevat tüüpi biolagunevad plastid on alles katsetamisjärgus ning need lagunevad väga kitsastes tööstuslikes tingimustes, kuhu see plast edaspidi enamasti ei satu. Näiteks on vajalik +25˚C

poolniiske aeroobne keskkond. Juba ümbertöödeldud plast on hea, ent praeguseid plaste saab ümber töödelda vaid piiratud arv kordi, enne kui polümeerid katkevad (3–10 korda) ja vaja on uut toorainet. Paberi kasutamine plastiku asemel võib tähendada transportimiseks palju raskemat toodet, samuti metsamajanduse temaatikaga seonduvaid küsimusi. Alumiinium vajab tootmiseks küll suuremat energiat, ent seda saab igavesti ümber töödelda ning kõrgema hinna tõttu on seda ka kergem sorteerida. Plastiktoode, mida siinmail ilusti ümber töödeldakse, võib eksportturul, kuhu toodet viiakse, olla ümbertöödeldamatu. Niisiis—iga uue valiku ja otsusega kaasneb terve rida uusi küsimusi, mis tuleb põhjalikult läbi kaaluda, kui tahta teha "head". Muidu võib toote ökoloogiline jalajälg kogemata veelgi suureneda.

RINGDISAINI PRINTSIIBID, MILLEST LÄHTUDA RINGMAJANDUSES

Kuna iga materjaliga kaasneb rida keskkondlikke ja majanduslikke eripärasid, on iga toote disaini ja materjalikaalutluse juures kasulik mõelda toote olelusringile ning küsida:

- Kuidas on võimalik vähendada materjalikasutust?
- Millised on paremad alternatiivmaterjalid, nii sisendjalajälje kui ka ümbertöötlemise mõttes?
- Kuidas kasutada väiksemat hulka materjale, et neid oleks hõlpsam ümber töödelda?
- Kuidas disainida toodet nii, et erinevaid materjale oleks ümbertöötlemiseks hõlbus üksteisest eraldada?
- Kuidas tõsta toote kasutusiga?
- Kuidas hõlbustada toote hooldust ja parandust?
- Kuidas teha toode uuendatavaks?
- Kas on võimalik pakkuda toodet teenusena ja hoolitseda tootjana toote hea käekäigu eest?

Suurim lootus on, et probleemsete materjalide hinnad tõusevad kas kunstlikult või loomulikult nii kõrgele, et nende kasutamine või äraviskamine on ebapraktiline. See tähendab, et materjalidele leitakse kas hea kasutus või suudetakse kogu negatiivne keskkonnamõju kirjutada toote hinna sisse. Euroopa Liit on selgelt teel, et neid suundi toetada ning näis, kuidas lähitulevikus kõik välja hakkab nägema. Pealegi võivad uued ja paremad materjalid alles tulemas olla.

/ INTRODUCTION

STUDIO AINE

STUUDIO AINE IS MADE UP OF ANNIKA KALDOJA, KÄRT OJAVEE AND MARIE VINTER

"Materjal I" is the first of a series of exhibitions and acts focusing on materials produced by Stuudio Aine*, shedding light on how materials are developed and created in Estonian universities, enterprises and creative practices today.

In a world of abundant substance, understanding the origin of materials and objects becomes increasingly difficult. Where previous generations knew how to create materials from the necessary ingredients, material now is more anonymous and the story of its origin has become more distant for the user. Yet all of us have an important role to play in the production of materials—as implementers, creators, and mainly users. The choice of existing materials is very vivid; we are exposed to thousands of different substances on a daily basis. One of the objectives of "Material I" is not only to present materials in exhibition format but also to present their origin, ingredients and manufacturing technologies.

When drawing up the exhibition, the materials selected were in different stages of development—examples of the very first tests of creating new material, solutions based on the knowledge of previous generations, archaeological findings, materials with pending and already granted patents. During the process, it was clearly evident that a second, more designer-specific approach had come to the side of industry-focused material handling. The materials are democratising and moving out of the lab environment. At first sight, there was no distinction between the work of designers, entrepreneurs and researchers, which is relevant to the exhibition subject, because in the future, scientists and designers will work in one laboratory and in one company to develop both the material and its applications.

Working with and designing materials is an opportunity to be in touch with what the world is made of. Any material can be described according to its composition and chemical and physical structure, but the most immediate way to experience the surrounding is through our different sensory organs. The experience of materials is accompanied by a personal memory collection—kind of cognitive database related to cultural background and personal sensory memory. Several of the materials exhibited have been produced by an empirical

method—based on first-hand experience and more characteristic to the approach of the designer or craftsman.

In addition to the cognitive side of the material creation process, the designer also tackles the problem that needs solving. The whole process is analysed from the resource to the material, from material to the product and to the final phase of its life cycle, i.e. disposal or re-circulation.

As an intermediary between the material and the consumer, the designer is familiar with both the latest developments of materials and the current needs of the end-user. Along with technology developers, the designer will also participate in developing forward-looking concepts that are an integral part of a sustainable production system and economic model.

Our society is already in the transition towards a more sustainable design. In this global change, it is important to know the local context, because understanding local resources and ecosystems and the inclusion of optimum production methods is one of the key solutions for the future in material development. Design scientist Ezio Manzini, whose focus is on the design for sustainability and social innovation, uses the term cosmopolitan localism for such an approach.

By getting to know local natural communities and systems, we would be able to better use natural resources without disrupting the ecosystem. In a way, man-made waste can also be seen as part of nature, which in some places for example as plastiglomerates, already forms homogeneous communities with organic matter. By mapping local residual materials, they can be used as an alternative resource and re-circulated. In this regard, there is much to learn from historical examples—we can also call it archaeological innovation of sorts. Our ancestors were well acquainted with local materials and were highly skilled in making use of the living and lifeless matter alike. We are again starting to rediscover the wisdoms of our technological heritage and the principles of creation in accordance with nature. The use of such bio-based methods in different (creative) areas has been gaining popularity in recent years—again for reasons none other than to find sustainable alternatives to existing production and consumption systems. It is also facilitated by the development and accessibility of nano- and biotechnology. Nanotechnology opens up unprecedented opportunities to design and implement highly accurate and techno-logically capable nanomaterials where it was previously not possible.

Based on the trends described above, the 35 materials presented in the exhibition have been divided into thematic groups that intertwine important developments in the present and the future.

The exhibition begins with soft robotics. This new research branch, which combines different fields, brings together multi-disciplinary research groups, which include scientists, designers and engineers. Bio-robotics is based on biomimicry principles, which seek answers from models existing in nature in order to achieve technological innovation. Nature is a perfect engineer, designing solutions to countless problems to keep the ecosystem functioning.

When assessing local resources, the ecosystem of the Baltic Sea and its possibilities form a separate group of materials. As half of Estonia's border runs on the seaside, it has a very significant impact on the emergence and development of the country's physical and cultural environment. Marine vegetation is a resource whose application opportunities are explored by both scientists and designers. Aquaculture is considered to be one of the most important nutrient-growing methods in the future, and opportunities to grow algae for the production of bio-based materials is widely explored. However, the impact of climate change on the relatively closed Baltic Sea should not be overlooked. Any intervention in nature must be carried out in such a way as to ensure its suitability for a particular ecosystem.

Waste can also be considered as a valuable local resource, the emergence of which is strongly linked to the human settlement becoming a conglomerate of cities. Despite the long history of waste generation, no effective system for sorting, handling and re-application of waste has been established to date. Changing consumption patterns from linear to closed requires both a change in consumer habits and also policy decisions that would allow the development of national and cross-border systems. Today, the most relevant scenarios for the use of materials are those where all the life stages of the material are linked to a single closed circle. As the most optimal and most sustainable solution, an intertwined system is proposed where production and consumption are not segregated but rather combined into one productively complete metabolism and where waste matter becomes a valuable asset.

By examples of traditional technology, we know that, historically, materials have always been closely linked to manual work. Our ancestors, living in the rhythm of nature, were highly resourceful, expertly combining materials and techniques. Without knowing the chemical-physical processes invisible to the eye, new compounds, materials and objects were created and discovered. All they had to rely on was nature's observation, wisdoms from previous generations and sensory and empathic knowledge. Things they created were valued and masterfully reused.

Combining traditional and modern technology has led to new bio-based production possibilities. By controlling and directing natural processes, it is possible to mimic nature-specific production systems. With fungi, algae, yeast and bacteria, for example, new environmentally friendly composite materials can be grown. Materials grown by living organisms can be thought of as 21st century micro-factories, metamorphosed organisms that, using local resources, enable producing materials as need and purpose be.

The smallest scale in the design of materials is the nanoscale. More complex natural processes are also based on nanoscale processes and phenomena. Nanotechnology combined with several fields of science enables the creation of highly specific functional and actively reactive (live) materials. One way to produce nanofiber materials is to use electrospinning, which has also been applied in the creation of exhibited nanomaterials. Nanoparticles can be used for making custom non-woven materials suitable for filtering fine particles or growing cells, for example.

Environmental thinking and cosmopolitan localism are the main common components of the projects and research projects selected for the exhibition. It is not reasonable to talk about good and bad materials, but about appropriate or inappropriate use. As the diversity of uses increases and becomes more personal in the application, new materials will continue to be developed at a rapid pace. None of the exhibition's materials will solve the environmental crisis, but they offer opportunities to reduce the environmental footprint of human activities. True results in stopping the climate change can only be achieved by consumers, clear political course and environmentally conscious economic models.

Closer cooperation between different areas would contribute to solving more complex problems and new challenges. The ability to work with other professionals should already be developed in the course of studies in order to initiate dialogue and cooperation between researchers, designers, engineers, users and entrepreneurs. The creation of such preconditions requires mutual trust and interest. One of the outcomes could be a practical and straight-forward platform for all parties, bringing together the strengths of both designers and researchers to support the development of new materials, products and systems.

*Stuudio Aine is made up of Annika Kaldoja, Kärt Ojavee and Marie Vinter, whose joint exploratory creative work focuses on environmentally sensitive materials, educating about materials and creating an inter-disciplinary network. The studio grew out of a jointly developed bio-based materials lecture course and research field in the Estonian Academy of Art. (www.studioaine.ee)

/ LONG FORGOTTEN OLD

EIK HERMANN PHILOSOPHER AND LECTURER
AT THE ESTONIAN ACADEMY OF ARTS

The creation of materials seems to have created a new potential for the old way of working, which many have been permanently casting aside. This is a work method that is specific to a handcrafter.

In the 20th century, industrial production in the so-called advanced societies led to the situation where the creation of materials moved to expensive apparatus equipped laboratories, that common people had no access to and actually did not seek it either. It was a time when dealing with materials and thinking about them was entrusted to the experts who either worked them out or chose them to be used in (mass)products.

Such developments started to push aside the crafter's specific approach whereby a product or rather a creation comes from directly dealing with materials and specific situations and persons in mind. The blacksmith does this with metal, carpenter with wood, knitter with yarn, etc. Different tools are usually used, but unlike more sophisticated machines, the tools do not separate the maker from the material, but rather act as hand extensions for the crafter. Even if such a work method is backed by theoretical knowledge, it is not in the end essential, since mastery can also be achieved by means of a trial and error method, receiving direct feedback from the material itself. Also, here the pure theory sees some resistance, as the works are born in a nuanced game between circumstances, substances and considerations, which is much easier to acquire by observing and copying masters than merely following textbook theories and instructions.

The more complex the production became, the more inconvenient was the handcrafter's approach. Expensive machines required specialisation, so every employee could only deal with a small part of the process. The more the employee withdrew from the final result of his work, the less he received direct feedback from the material itself. And the complexity of the production process began to require employees to have at least minimal preparation in theory.

Thus, the previously dominating way of work was gradually

replaced by a new one, which brought a distinction between theory and practice, planning and execution. This, in turn, led to a new perspective of the production process and the different roles of people in the process. Basic scientist seeks and formulates eternal laws of nature. Applied scientist is looking for ways to better control nature based on natural laws, or to create new nature (for example, new materials). Engineer uses applied knowledge to pragmatically calculate the best solution for a particular situation. Designer brings this solution into line with the needs and dreams of a human being and creates a final design on which to produce the products industrially. Company organizes the financing, execution of the production process and the distribution of the products. And employee either monitors and organizes the work process or performs it by using machines.

Along with the new perception, also the image of the handcraft became less desirable. A general sense of progressivity contributed to this, which allowed the old to be regarded as backward, and made it almost a religious imperative to make ends with the past. Handcraft was, according to this idea, an ancient phenomenon in which, due to the lack of scientific knowledge, old mistakes were transcendently repeated and, as a result, the mighty wagon of progress was held back. Its proper place was seen to be in museums or as historical entertainment to remind us how far (and how quickly) we have evolved.

All of this led, among other things, to people's distance from materials—material ignorance. As the replacement of farms with collective farms in the Soviet Union and the replacement of markets with supermarkets in post-independence Estonia led to a significant decrease in food education—the ability to distinguish between cucumber and cucumber, beef and beef—so the ability to distinguish materials, assess their quality and understand their bad and good effects disappeared over time. The materials became a 'religious thing'—in the absence of real skill and understanding, choices had to be made on the basis of trust or even blind faith in experts. Until, at one point, faith started to fade.

There are a number of reasons why the materials were noticed again. For example, the number of children affected by allergies and other health problems, like exposure to toxic compounds in clothing, furniture, living space, has increased considerably. We have also started to understand the role of materials in global problems of nature, from pollution to climate warming, and also in the growth of global inequality. Although only a few people understand the substance and depth of the soul of the materials, there has been an interest in the substance composition of food, clothing, furniture and other products.

The handcraft approach to materials has also started to rise steadily from the ashes. Firstly, some of the equipment used to produce materials has become sufficiently cheap, so that they can also be acquired by private individuals or smaller collectives. Secondly, it is understood that dealing with materials does not necessarily require years of study (although sometimes it does). The availability of knowledge from textbooks and the Internet has generated interest in the subject and has encouraged further research. These two reasons have given the wind to the wings of all sorts of self-made workshops. However, reasons for their spread cannot be based solely on the improved access. The motivation of many interested people is ideological—the feeling that big companies are unable or unwilling to solve the problems that hit the planet, has taken hold. This, in turn, is amplified by the suspicion that classical science is too cautious and slowly evolving, and the challenges facing humanity are too urgent to be patient with a long scheme of action that needs confirmed and formalised breakthroughs in precision science, advances in applied science, a long period of product development and positive cost-benefit calculations at company level. Thus, there is nothing else left to do than—inspired by a number of garage-born projects—take the initiative oneself.

However, now that the handcraft approach is returning, it is not exactly the same as it was. Although there is still an immediate approach to materials and directing the course based on what happens during the testing of materials, the customer-centred and pragmatic approach has acquired a more open and inquisitive attitude. Instead of staying within the narrow confines of tradition and the wishes of customers, it has become more courageous and open to scouring the possibilities by allowing the material experiments carry the maker in different directions, without first asking whether and how the characteristics of these "pre-materials" could be used to make an actual product. While environmental and health values are kept in mind, the process itself is also considered to be important, and the makers patiently accept the longer and more winding road to the goal. This is an approach that, with good luck, leads to places that were initially undreamed of.

What is behind these new qualities that characterise the new handcraft? Perhaps it is the enriching effect of science. This attitude that temporarily "forgets" the question of usefulness, and more freely (yet strictly) seeks a new one, in fact reflects the success of the basic sciences.

Science and handcraft are approaching each other also in other ways. Nowadays handcraft experiments are mostly based

on basics of science, and by further exploring and developing these somewhat random discoveries the applied science could get even more significant and promising findings. In this way, the confrontation between science and crafts is no longer justified, since they no longer exclude each other.

Another important way for science to gain from the handcraft approach is that traditionally there has been a difficult gap between the scientific approach and traditional culture. The handcraft approach, however, is sufficiently similar to the traditional culture in order to unravel its knowledge, skills and technologies and to involve these in the basis of the new experiments. As the old technologies were inevitably based on locally available raw materials and also overall local conditions they are extremely context-sensitive and mostly environmentally friendly. They have a number of ideas to include in one's quests in the new circumstances and in the face of new challenges.

Science and handcraft should therefore not be contrasted, but we should find ways in which they can be mutually beneficial. Unfortunately, in Estonia only the part carried out by scientists is considered as serious research in the possible partnership between the two. Crafters will remain somewhat baffled or powerless when faced with common academic requirements, as the latter do not take into account the specifics of their approach. However, it may be the missing link to help the local material creation to a new level. Perhaps this is just another opportunity for our little Estonia for deep and far-reaching innovation, which larger countries cannot easily afford—to develop a financing scheme and an academic framework that brings together all parties involved in material search and development in such a way that none of them should feel inferior—and to support their overall development and interaction. The investment would be just a fraction of the possible (not just economic) gain, and grandchildren would be grateful to us.

/ (BIO)MATERIALS OF THE PAST, PRESENT AND FUTURE

MARTIN JÄRVEKÜLG RESEARCH FELLOW
IN MATERIAL SCIENCE AT UNIVERSITY OF TARTU INSTITUTE OF PHYSICS;
CLICK & GROW, DIRECTOR OF RESEARCH AND DEVELOPMENT

International Union of Pure and Applied Chemistry has defined biomaterials as material used in contact with living tissues, organisms or microorganisms. The Merriam-Webster online dictionary says biomaterial is a natural or synthetic material (such as a metal or polymer) that is suitable for introduction into living tissue especially as part of a medical device (such as an artificial joint).

In general biomaterials* have been used as sensible solutions throughout history. Human life and body have been precious enough since the beginning of time. The options are carefully deliberated and the use of biomaterials is usually necessary in practice. At the same time, modern biomaterials are often expensive in terms of price, so the best possible solution is not always used. Older people supposedly get implants that last for the rest of their lives, but not forever. Perhaps we should be more sensible also about other areas of application or future materials in general? Does humanity even have any other choice?

The first biomaterials came from nature. The Mayans, for example, made tooth implants out of mother-of-pearl. Interestingly, they achieved similar compatibility with bone compared to 20th century implant solutions. People who are looking for more natural solutions today, does not probably frown upon teeth made out of seashells, especially considering the fact that it might work just as well as the one created by the last word in technology. It is as if we are circling back to the starting point, although the development of artificial solutions has made quite a leap in the meantime.

Even metal is not by its nature the most natural material; monolithic pure metal compounds are rarely found in nature. We perceive metals as persistent due to their physical characteristics (strength, etc.), and we mostly use them in long-term and sustainable

applications. With artificial "stones" like concrete and glass, the story is more or less the same. Plastics are, of course, a further step forward in terms of artificial production, since they are not produced by separation and recombination, but by design at a molecular level. Also, so-called bio-based polymers are made from renewable resources mostly by similar methods, resulting in compounds that do not generally occur in nature in this form. It is not surprising, therefore, that nature may not have mechanisms to decompose or otherwise absorb plastics. In the context of biomaterials, this is not necessarily bad. In developing these methods, metal and plastic implants were introduced into the body, which would be inert in nature. The fact that the substance inside the body does not germinate or rot seems harmless to us also on an intuitive level.

The beginning of the scientific and technological field of biomaterials is considered to be the mid-20th century. Since then, most of the focus has been on materials that interact with the surrounding environment as little as possible. Metals, artificial stones (ceramics, glass) and increasingly synthetic polymers have been used as inert biomaterials. If there is a small piece of inert plastic inside a person, it also has a very specific and necessary function for its entire life cycle. The same types of materials have, of course, been introduced everywhere else, but if the biomaterials are based on real needs and safety, then developments in terms of bulk materials have been largely dictated by desires and convenience and the virtually unlimited availability of resources (i.e., in particular, oil). As a result, we see that inert plastic often accumulates as dangerous pollution after the useful part of its life cycle ends. We are getting better and better at dealing with the waste problem, but this cannot compensate for the low efficiency of using resources. If only we could treat Earth with the same level of responsibility as our own body, and more universally implement the care and rationale that we offer to the field of biomaterials.

In the 1990s, biomimetic emerged in the field of biomaterials, which meant that implants attempted to simulate as closely as possible the composition, structure and shape of natural tissue. With increasingly improved new methods, biological systems could also be described well enough for successful copying. Some time later, bioactivity rose as a hot topic, there was a certain shift in the direction that artificial systems could also have an active impact on biological systems. For example, a metallic implant can be covered by a nanofilm, which accelerates the precipitation of a mineral layer with a suitable composition and structure inside the body, to which cells in turn react by starting recovery processes. These have been, in principle, developments allowing for new approaches,

which could, for example, be compared to the emergence of semiconductor technologies, which have provided an opportunity for rapid development of information and communication technologies. Same goes for the carbon nanomaterials field, which is directly related to energy materials and probably to some other technology of the future. With these new technologies, a lot can be achieved with very small quantities of expensive substances. The new and growing desires of a 21st century human seem to mostly relate to the possibilities of virtual and new technologies, which in turn will need better and better electronics and energy materials in the future, although they are in essence intangible. In the case of new technologies, however, we should pay attention to waste and recycling issues already in the design process. Technologies that are designed to be sustainable will continue to support us even if we have to adapt to the use of resources that are significantly more limited.

At the same time, we still have our old needs and wishes, because human kind is probably not ready to give up single-use packaging and cheap fabrics any time soon. In the field of biomaterials, technological solutions are developed towards having a role in helping nature. We will never be able to produce artificial tissues equivalent to natural tissue. However, we already know nature well enough to support such creative processes. Thus, in the field of biomaterials, one has started with what was once taken from nature and moved towards artificial, replacing solutions in the development of materials technologies. In recent decades, it was moving towards the dictation and artificial direction of natural processes. Slowly, it is getting back to trusting nature and applying natural solutions in a knowledgeable manner. We have also gone through similar technological advances and developments in the wider world of materials. Perhaps with other challenges related to future materials, we could look for solutions that entail working with nature rather than just taking advantage of it?

/ MATERIALS IN CIRCULAR ECONOMY

MARKUS VIHMA ESTONIAN DESIGN CENTRE (www.ringmajandus.ee)

The materials people use have come a long way from freely available natural resources to industrially produced synthetic and high-technology materials. From animal skins and linen fabric mankind has moved to different plastics, we use nylon, lycra, viscose, kevlar, gore-tex, to name the few. The development of materials has found its way to high-tech and biological production and their intermix. We all heard about nano-cellulose due to debates around a new factory*, but we know less about materials grown from microbes, algae and fungi for which the genetic code of an organism is often changed. With every new material, there are unimaginable ways in which they can benefit us. Sometimes, however, a problem can arise from some of these developments, as has happened for example with plastics, that is largely littering our nature. Nanomaterials can be unexpectedly toxic, and man-grown materials can pose a threat to ecosystems and genetic diversity. Designers and businesses rightly want to use materials that are sustainable.

DESIGNING THE ENTIRE PRODUCT LIFECYCLE, NOT JUST THE PRODUCT

As with any good design, when we talk about the sustainability of materials we must think through and design the whole lifespan of the product. In order to use materials that are better for the environment and for people, it is necessary to have a rather thorough understanding of the economy and the context surrounding the product. Design decisions affect about 80% of the product's environmental footprint, from raw material extraction to production, product use and disposal. Looking from this angle, it is clear that the environmental footprint and circulation of materials are dependent on geographical location and surrounding systems. Plastic pollution is indeed a major problem, even a very large

* https://news.err.ee/635268/opponents-seeking-to-stall-pulp-mill-project-file-appeal-of-court-ruling

one, but the solution is not always to ban or completely avoid plastics—it is unthinkable in terms of the benefits that plastic brings us, from avoiding food deterioration to sterile medical supplies. Already, the European Union and large companies such as Unilever, P & G and others have developed their own strict plastics policies, and the same is expected of Estonian companies—either voluntarily or through regulation. When designing a lifecycle, you have to consider where the product is produced, where it is used and where, how and why its usage ends?

EXAMPLE OF THE SYSTEM BASED ON PLASTIC

In the case of plastics, it should be taken into account that the problem of pollution is due to the cheapness of it. If its price was similar to metals, all the plastic waste would have been picked up long ago and re-used. Plastic is cheap and its production has a relatively small ecological footprint because polymerisation is a rather simple large-scale industrial process. For waste management, the different types of plastic are usually divided into seven categories, of which only a few are easily recyclable. In theory, they are almost all, of course, but given the separate collecting, sorting and reprocessing, this is mainly done with PETE (code 1) and HDPE (code 2) plastics. The efficiency of the collection varies by country and by region, and the numbers change constantly depending on local developments. But in the situation where let's say 25% of the most common plastics is collected for reprocessing, for quite some time loads of plastics were sent to China. China put an end to this last year. This in turn means that plastic waste is now being sent to poorer countries, where there is mostly no reprocessing capacity. It is also often lacking in rich Western countries because it is not profitable. Thus, the 25% might not mean too much.

ALTERNATIVE MATERIALS

Bioplastics sounds good, but often these polymers are produced from either sugars or other vegetable based raw materials, resulting in plastic that is similar to conventional oil-based one. The different types of bio-degradable plastics are still in the test phase and can be degraded in very specific industrial conditions where it will most probably not end up in the future. For example, a semi-moist aerobic environment of +25˚C is required. Recycled plastic

is good, but currently it can only be recycled a limited number of times before the polymers break down (3-10 times) and new raw materials are needed. Using paper instead of plastics can mean a much heavier product for transport, as well as issues regarding forest management. Aluminium needs more energy to produce, but it can be reprocessed forever, and it can be more easily sorted because of the higher price. A plastic product that has excellent recycling possibilities here may not have options for recycling in the country where it is exported to. So, with each new choice and decision, there will be a whole series of new issues that need to be thoroughly considered if you want to “do good”. Otherwise, the ecological footprint of the product may accidentally actually increase.

CIRCULAR DESIGN PRINCIPLES TO FOLLOW IN THE CIRCULAR ECONOMY

As each material is accompanied by a series of environmental and economic specificities, it is useful to think about the life cycle of the design and material use of each product and to ask:

- How is it possible to reduce the use of materials?
- What are the better alternative materials, both in terms of input footprint and recycling?
- How do I use a smaller amount of materials to make them easier to recycle?
- How do I design a product so that different materials can be easily separated for recycling?
- How do I increase the life cycle of my product?
- How to facilitate product maintenance and repair?
- How do I make a product innovative?
- Is it possible to provide the product as a service and as a manufacturer guide the product’s life cycle in the best possible way?

The biggest hope is that the prices of problematic materials will rise either artificially or naturally so high that their use or disposal is impractical. This means that materials are either found to have good use or that all negative environmental effects can be incorporated into the price of the product. The European Union is clearly on the path to support this course and we are yet to see how everything will look in the near future. Besides, new and better materials may still be coming.

PROJEKTID / PROJECTS

PEHME-ROBOOTIKA / SOFT ROBOTS

Loodus pakub ammendamatult inspiratsiooni nii materjalide kui ka valmis robotite näol. Pehmerobootika lähtub biomimikri printsiipidest, mille puhul otsitakse tehnoloogiliste uuenduste saavutamiseks vastuseid looduse mudelitest. Loodus on täiuslik insener, disainides lahendusi loendamatutele probleemidele.

/ Nature offers inexhaustible inspiration in the form of both materials and ready-made robots. Soft robotics is based on biomimicry principles, seeking answers for technological innovation from existing models in nature. Because nature is the true engineer, constantly designing solutions to countless problems of the vast ecosystem.

TUULEKAER, PEHME-ROBOT, IOONSED VEDELIKUD lk 13 / WILD OAT, SOFT ROBOTS, IONIC LIQUIDS p. 13

Pehmerobootikalahendused ühendavad looduslähedased materjalid, materjaliteadusalase oskusteabe ja mikroelektroonikalahendused. Tuulekaeraseemne ohted on käsitletavad taime enda valmistatud täiemahuliste robotitena. Looduslikud organismid liiguvad keerukatel maastikel ning muganduvad kokkupuutes muu elusloodusega—seda on robotite puhul keeruline järgi teha. Eksponeeritav pehmerobot jäljendab oma liikumises roomavat liblikaröövikut.

Looduslikke liikumisvõtteid imiteerivad robotid vajavad uudseid materjale, näiteks ioonseid vedelikke ehk toatemperatuuril vedelal kujul olevaid soolasid. Voolavus ja elektrijuhtivus annavad võimaluse antud soolasid elektrivälja abil ümber paigutada, saavutades nii pehmeroboti liikumise.

(Võimalikud rakendused) nii tuulekaer-roboti kui vaksava pehmeroboti kontekstis võib tuua välja kolm tähtsamat rakendust:

◊ liikumine keerulisel loodusmaastikul või rusudega katastroofipiirkonnas;
◊ õrnade objektide käsitsemine, näiteks pehmete viljade korje;
◊ ühildumine inimesega tervise- ja meditsiinirakenduste näol.

(Koostis) ioonsed vedelikud, biopolümeer, süsinikupulber, süsinikkangas, siid, kullaleht, elektroonikaplaat.

(Meetod) pehmeroboti tehislihas on valmistatud Tartu Ülikooli tehnoloogiainstituudis siidile pihustatud süsinikupulbrist (alternatiivina kasutatakse ka süsinikkangast), ioonsest vedelikust, ja biopolümeerist), spreikatmise abil. Elektrijuhtivuse parandamiseks on see kaetud õhukese kullalehega. Pehmeroboti moodustavadki tehaslihasele kinnituv elektroonikaplaat, millele lisanduvad kinnitusdetailid, jalad ning miniatuurne aku.
Ioonsed vedelikud on sünteesitud Tartu Ülikooli tehnoloogiainstituudis.

(Autorid) Indrek Must, Kaija Põhako-Esko

(Asutus) Tartu Ülikooli tehnoloogiainstituut

/ Soft robotic solutions combine natural materials, materials science know-how, and microelectronic solutions. The awns of the presented wild oat seed can be considered to be full-scale robots made by a plant. Natural organisms move in complex landscapes and adapt in contact with other wildlife. The exposed soft robot mimics a creeping butterfly caterpillar in its movement. Robots that mimic natural movements also need novel materials, for instance, ionic liquids or salts in liquid form at room temperature. Flowability and electrical conductivity make it possible to reposition these salts by means of an electric field.

(Possible applications) Three main applications can be pointed out for both, wild oat and the looping soft robot:

◊ locomotion on difficult natural terrains or disaster areas with debris;
◊ handling delicate objects, such as picking soft fruits;
◊ wearable robotics for health and care

(Ingredients) biopolymer, carbon fabric or carbon powder, ionic liquid, silk, gold sheet, circuit board

(Method) the artificial muscle of the soft robot is made at the Institute of Technology of the University of Tartu by spraying a covering of carbon powder or carbon fabric, ionic liquid, and biopolymer on silk. To improve electrical conductivity, the artificial muscle is covered with a thin gold sheet. An electronic circuit board is attached to the artificial muscle in order to complete the soft robot. Fasteners, legs, and a miniature battery are added. Ionic fluids have been synthesized at the Institute of Technology of the University of Tartu.

(Authors) Indrek Must, Kaija Põhako-Esko

(Institution) Institute of Technology, University of Tartu

LÄÄNEMERI / THE BALTIC SEA

Meri on ökosüsteem, mille uurimine võimaliku tooraineallikana on kogu maailmas hüppeliselt kasvanud. Läänemeri on meid varustanud aegade algusest, samas oleme me sellest kaugenenud ega oska enam aimatagi, milline potentsiaal on merest pärit ainetel.

/ The sea is an ecosystem whose exploration as a potential source of raw materials has grown exponentially worldwide. The Baltic Sea has been providing for us since the beginning of time, yet we have distanced from it and no longer know the potential of substances from the sea.

KUNDA SAVI lk 14 / KUNDA CLAY p. 14

Eesti Põhjarannikul avanev Lontova kihistu savi on tekkinud 542–488 miljonit aastat tagasi kambriumi ajastul. Miljoneid aastaid settinud sinisavi on Eesti vanim maavara. Sellest savist valmistatakse telliseid ja katusekive, Kundas lisatakse seda tsemendi lähtematerjalile.

Loodusteadlasi paneb imestama selle savi plastilisus—ligemale 500 miljoni aastase eksisteerimisaja jooksul on siinne savi säilitanud oma pehmuse ja vormitavuse. Mujal maailmas on samaealised savikivimid pöördumatult kõvastunud või isegi kildastunud. Taolise hea säilivuse põhjuseks on Eesti geograafiline paiknemine.

Laura Põld lõi savi kasutades 2018. aastal EV100 projekti “Kunstnikud kogudes” raames Kunda Tsemendimuuseumis alternatiivse teekonna, jutustades samaaegselt linna, kohalike loodusressursside ja tootmistööstuse ajalugu. Tööde loomisel inspireerisid kunstnikku Kunda vana tööstusmaastik, pudelahjude säilmed, AS-i Kunda Nordic Cement tänapäevase tehase tootmisprotsessid ja toormaterjali karjäärid.

(Koostis) Kunda sinisavi.
(Meetod) Elektripõletus, 1000°C.
(Autor) Laura Põld

/ The Lontova formation or Blue Clay, which opens on the north coast of Estonia, dates from 542 to 488 million years ago in the Cambrian era. Clay that has settled for millions of years is Estonia’s oldest mineral. This clay is used to make bricks and roof tiles, and in Kunda it is added to the source material of cement.

Scientists are amazed by the plasticity of this clay—during its nearly 500 million years of existence, this clay has retained its softness and formability. Elsewhere in the world, clay rocks of that age have irreversibly hardened or even turned into schist. The reason for such good preservation is the geographical location of Estonia.

In the framework of the Estonian Centenary Project EV100 “Artists in Collection” in 2018, Laura Põld created alternative journey using clay at Kunda Cement Museum, narrating the history of the city, local natural resources, and manufacturing industry simultaneously. In creating the works, the artist was inspired by Kunda’s old industrial landscape, the remains of bottle ovens, the modern production processes of AS Kunda Nordic Cement and the quarries of raw materials.

(Composition) Kunda blue clay
(Method) electric burn, 1000°C
(Autor) Laura Põld

UITMATEERIA lk 15 / STRAY MATTER p. 15

Esemed on kogutud Tallinna erinevatest randadest, Piritalt, Paljassaarelt, Kalarannast ja Stroomi rannast ning kannavad kombinatsiooni konkreetse ranna leidudest ja leidja isiklikust huvist leidmise hetkel. Kollektsiooni ühisnimetajaks on ‘uitamine’ ning objektid on autori seisukohast loo poeetilised jutustajad.

Rannad on külluslikud uitesemete leiukohad. Need esemed on aja, looduslike tegurite, nagu vesi, liiv ja tuul, ning inimtegevuse mõjude tõttu pidevas muutumises. Randades on uitesemed nende kõige autentsemal kujul—fragmendid millestki, mida enam pole; ajutised, kasutuks jäänud ning unustatud esemed; moondunud, ebatäiuslikud, lõpetamata ning avatud narratiiviga objektid; asjad, mille tähendus ja füüsiline vorm on ajas muutuv.

(Võimalikud rakendused) lugude jutustamine, (loomingulise) informatsiooni kogumine.
(Koostis) Eseme päritolu võib olla nii looduslik kui tehislik.
(Meetod) Esemed on moodustunud looduslike tegurite kui ka inimtegevuse tagajärjel.
(Autor) Triin Loosaar

/ The items have been collected from different beaches in Tallinn and carry a combination of the findings of a particular beach and the personal interest of the finder at the time of finding.

The objects are poetic narrators of the story from the author’s perspective - objects that are left behind when something is destroyed; broken or obsolete objects that have been abandoned because they were useless; something that is forgotten; fragments of an object; altered, distorted objects; objects expressing imperfection, temporality, incompleteness; unnecessary objects entailing the possibility of a narrative; objects whose meaning and physical form have changed and whose lives can be divided into periods.

(Possible applications) storytelling, collecting (creative) information
(Composition) various
(Method) mostly a combination of natural influences such as water, wind, sand, etc. and (incidental) human activity. The origin of the object can be either natural or artificial.
(Author) Triin Loosaar

PILLIROOLEHT lk 16 / RED SHEET p. 16

Pilliroog on kohalik taastuv ressurss, taim mida leidub Eestis 26 000 hektaril ranniku äärsetel aladel. “Pillirooleht” on valmistatud pilliroost joogikõrte tootmisjääkidest. Tootmisprotsessis säilib materjali ülesehitus, kus amorfsed biopolümeerid on armeeritud tselluloosikiududega. See tagab materjalile tugevuse ja võimaluse vormimiseks. Materjal ning kõik sellest valmistatud esemed on täielikult biolagunevad.

(Võimalikud rakendused) pilliroog on ümbertöödeldult kasutatav erinevate tarbeesemete tootmiseks. Materjalist saab valmistada näiteks toidutarvikuid. Samuti on see rakendatav dekoratiivpaneelide ja mööblidetailide tootmisel. Biolaguneva materjalina sobib see ka komposteeritavate kompostikastide tootmiseks, mille abil muuta biojäätmete kogumine linnamajapidamistes hõlpsamaks.
(Koostis) pilliroog, looduslikud lisandid.
(Meetod) materjali tootmise käigus pressitakse kokku joogikõrte valmistamisel saadud pilliroojäägid, kasutades peamiselt mehaanilisi, samuti keskkonnasõbralikke keemilisi meetodeid. Kaasnevate keskkonnamõjude vähendamiseks rakendatakse tootmises energiaefektiivseid protsesse ning vaid looduslikku päritolu lisandeid.
(Autor) Sander Õun
(Juhendaja) Martin Järvekülg
(Ettevõte) Pillirookõrs / Suckõrs

/ The reed is a local renewable resource, a plant that is found in Estonia on 26,000 hectares near the coast line. The reed sheet is made from the remnants of the production of reed drinking straws. During the manufacturing process, the structure of the material is retained, where the amorphous biopolymers are reinforced with cellulose fibers. This gives the material strength and the ability to be formed. The material and all articles made of it are completely biodegradable.

(Possible applications) when reprocessed, the reed can be used for the production of various kinds of consumables. For example, the material can be used to make tableware. The material is also applicable for the production of decorative panels and furniture parts. The biodegradable material is also suitable for the production of compostable compost bins to facilitate the collection of bio-waste in urban households.
(Composition) reed, natural additives
(Method) during the production of the material, the reed residues resulting from the production of drinking straws are compressed using mainly mechanical but also environmentally friendly chemical methods. Energy-efficient processes and only natural additives are used in production to reduce associated environmental impacts.
(Author) Sander Õun
(Supervisor) Martin Järvekülg
(Ettevõte) Pillirookõrs / Suckõrs

PUNAVETIKAST ERALDATUD PIGMENT lk 17 / PIGMENT EXTRACTED FROM RED ALGAE p. 17

Eestis Kassari lahes asub suurel hulgal punavetikat, millest on juba üle 50 aasta toodetud geelistuvat tardainet, mida kasutatakse näiteks marmelaadi tegemiseks. Teadlaste uuringute tulemused näitavad, et selle üheks väärtuslikumaks ühendiks on looduslik värvaine. Vetikas toodab pigmenti, et sügaval ja pimedas merevees (4–10 m sügavusel) omastada elutegevuseks vajalikku valgusenergiat. Punavetika punase pigmendi kasutusest on teada mõned üksikjuhud, kuid laialdaselt pole seda kosmeetikas ja toiduainetes kasutusele võetud. Kõrge pigmendisisaldusega vetikas moodustab Läänemere kõige suurema tööstuslikult kasutatava punavetika kogumi ja on seega oluliseks taastuvaks loodusvaraks nii Eestis kui ka Euroopas.

(Võimalikud rakendused) pigment on kasutatav toiduaine-, kosmeetika- ja tekstiilitööstuses. Kui laialdaselt kasutatav punane värvaine karmiin on eraldatud putukatest, siis vetikast saadav värvaine on taimne. Lisaks saab seda tänu molekulide tugevale fluorestseerumisele kasutada biokeemilistes uuringutes ja meditsiinidiagnostikas.
(Koostis) punane värvipigment.
(Meetod) vetikas purustatakse ühtlaseks massiks, seejärel eraldatakse toorainest komponendid vees leotamise teel. Soovitud värvipigment filtreeritakse järk-järgult ning eraldatakse kõikidest muudest vetikas leiduvatest ühenditest.
(Autorid) Valmar Kasuk, Tanel Ilmjärv
(Ettevõte) Vetik OÜ

/ Gulf of Kassari, Estonia contains a large amount of red algae which has been used for more than 50 years as a source to produce a gelling agent, for instance for making marmalade. Scientific research shows that one of its most valuable compounds is natural colorant. Algae produce pigment to absorb the light energy needed for vital activities in deep and dark seawater (4-10 m deep). Isolated cases of the use of red pigment of red algae are known, but it has not been widely adopted in the cosmetics and food sector. High-pigmented algae make up the largest industrially used red algae in the Baltic Sea and are therefore an important renewable resource for both Estonia and Europe.

(Possible applications) The pigment can be used in the food, cosmetic, and textile industries. While the widely used red dye carmine is obtained from insects, the colorant from algae is herbal. In addition, due to the strong fluorescence of the molecules of the substance, it can be used in biochemical research and medical diagnostics.
(Composition) red pigment
(Method) the algae is crushed, after which the components are extracted from the raw material by soaking in water.
The desired color pigment is gradually filtered and extracted from all other algae compounds.
(Authors) Valmar Kasuk, Tanel Ilmjärv
(Ettevõte) Vetik OÜ

BERRICHI LOODUSKOSMEETIKA lk 18 / BERRICHI SKIN CARE p. 18

LÄÄNEMERI / BALTIC SEA

Berrichi idee sai alguse selle looja Berit Joosepi enda vajadustest. Esimesed katsetused tegi ta koduköögis, võttes ainest taimeraviraamatutest ja vanaemade tarkustest. Lõplik, vetikat väärindav näohooldussari sündis koostöös Tallinna Ülikooli Loodus- ja terviseteaduste instituudi teadlaste Rando Tuvikese, Marju Robali ja Berrichi nahaspetsialistidega. Tootearendusele aitasid kaasa Tartu Biotehnoloogia Park, Ettevõtluse Arendamise SA ja Baltic Blue Bio Alliance.

Berrichi kreemid sisaldavad furtsellaraani. See on furtsellaaria-nimelisest vetikast saadud tugev antioksüdant, mis näokreemi komponendina ergutab rakkude ainevahetust, kaitseb nahka vabade radikaalide ja UV-kiirguse eest. Pärast kaheaastast katseperioodi on teaduslikult tõestatud, et furtsellaraan aeglustab naha vananemisprotsesse ja niisutab nahka sügavuti.

(Võimalikud rakendused) igapäevakosmeetika.
(Koostis) astaksantiin, furtsellaraan, orgaaniline avokaadoõli, aprikoosi tuuma õli, cacay õli, kukui pähkli õli, aloe vera, olivem1000, taimne niisutaja ja stabilisaator, olivem1000, glütseriin, vesi, Ecosafe säilitusaine
(Autor) Berit Joosep
(Ettevõte) Furcella OÜ

/ The idea for Berrichi came from the personal need of Berit Joosep, the inventor of the brand. She started to make face creams in her own kitchen, drawing knowledge from books on herbal medicine as well as grandmothers' wisdom. Berrichi algae containing skincare products were born in collaboration with researchers from the School of Natural Sciences and Health of Tallinn University Rando Tuvike and Marju Robal and Berrichi skin experts. Tartu Biotechnology Park, Enterprise Estonia and Baltic Blue Bio Alliance helped with product development.

Furcellaran is a powerful antioxidant obtained from furcellaria which as a skincare product component protects against free radicals and UV-radiation. Furcellaran softens the skin on cellular level and stimulates cell metabolism. After two years of profound work and tests while creating Berrichi, scientific proof shows that furcellaran slows down ageing of the skin and moisturizes it on a deep level.

(Potential fields of usage) everyday cosmetics.
(Ingredients) Astaxanthin, Furcellaran, Cacay oil, Kukui nut oil, Apricot kernel oil, Avocado oil, Jojoba, Aloe Vera juice, olivem1000, Glycerine, water, Ecosafe preservative
(Author) Berit Joosep
(Enterprise) Furcella OÜ

BIOPLASTID VETIKATEST lk 19 / BIOPLASTICS FROM ALGAE p. 19

LÄÄNEMERI / BALTIC SEA

Eesti Kunstiakadeemia üliõpilased on õppeprotsessi käigus eksperimenteerinud kohalike vetikatega neist uusi materjale luues. Valminud materjalide kaks peamist komponenti on punavetikas *Furcellaria lumbricalis* (milles leidub kallerduvat furtsellaraani, tselluloosi ja pigmenti) ning põisadru ehk *Fucus vesiculosus* (millest eraldaldatakse alginaati).

Läbi kogemusliku lähenemise uuriti ja katsetati, milliste omadustega biolagunevaid materjale vetikast luua saaks. Tulemuseks on erinevate omadustega materjalid, õrnast tekstiililaadsest lausmaterjalist kilede ja nahasarnaste struktuurideni. Väljapaneku keskmes on materjal kui protsess, mis on andnud võimaluse analüüsida ümbritsevat maailma.

(Võimalikud rakendused) vetikas on väärtuslik tooraine, mille kasutamine ning optimaalseim rakendamine nõuab põhjalikku analüüsi, hinnates ressursi kasvutingimusi, eripärasid ning loodava rakenduse tervet eluringi. Kasutusvaldkonnad on toidutööstusest luksuskaupade ja unikaalesemeteni.
(Koostis) furtsellaraan, alginaat jm polüsahhariidid, looduslikud lisaained.
(Meetod) töö jagunes etappideks, kus esmalt õpiti tundma toormaterjali, seejärel eraldati laboris vetikatest polüsahhariidid ning viimase etapina, kasutades minimaalseid vahendeid, kombineeriti neid teiste looduslikku päritolu ainetega. Materjali luues on lähtutud eelnevatest uurimustest ja praktilisest õppemeetodist.
(Autorid) Louis Buchet, Kaie Böning-Almutawa, Liisi Kippak, Katarina Kruus, Ketlin Kuusing, Jose Aldemar Muñoz Ñustes, Ann Müürsepp, Lisette Parika, Ellen Rannamets, Tom Werpin
(Juhendajad) Annika Kaldoja, Kärt Ojavee, Kadri Saluri (Tallinna Ülikool)
(Asutus) Eesti Kunstiakadeemia

/ During their learning process students of the Estonian Academy of Arts have experimented with local algae using it to create new materials. The permeable components of the completed materials are Furcellaria lumbricalis, red algae that has a high content of firm-gelling furcellaran, cellulose, and pigment, and Fucus vesiculosus, a bladderwrack and its alginate.

Through an experiential approach, students explored and tested the properties of biodegradable materials from algae as a raw material. The results are varied, from gentle textile-like nonwovens to film-like and leather-like results. At the heart of the exhibit is material as a process and an opportunity to analyze the world around us.

(Possible applications) algae is a valuable raw material, the use and optimal application of which requires a thorough analysis, assessing the conditions of growth of the resource, its characteristics and the entire life cycle of the application being created. Applications range from the food industry to luxury goods and unique items.
(Composition) furcellaran, alginate, and other polysaccharides, natural additives
(Method) the work was divided into phases where the raw material was first studied, then polysaccharides were extracted from the algae in the laboratory and, as the last step, minimal materials were combined with other substances of natural origin. The material was created based on previous research and a practical learning method.
(Authors) Louis Buchet, Kaie Böning-Almutawa, Liisi Kippak, Katarina Kruus, Ketlin Kuusing, Jose Aldemar Muñoz Ñustes, Ann Müürsepp, Lisette Parika, Ellen Rannamets, Tom Werpin
(Supervisors) Annika Kaldoja, Kärt Ojavee, Kadri Saluri (Tallinn University)
(Institution) Estonian Academy of Arts

UTIIL / WASTE

Disainerite jaoks on jäätmed juba mõnda aega olnud ressurss, millest valmistada uusi materjale. Üha enam räägitakse ka nn linnakaevandamisest ehk linnas tekkivate jäätmete hulgast kõrgema väärtusega ainete eraldamisest ja uuesti kasutuselevõtmisest. See nõuab samasugust nutikust nagu näitasid üles siinsed meistrid, kui nad väheväärtuslikust soorauamaagist esmalt raua kätte said ja seda importterasega kombineerides oskuslikult kirveid ja muid tööriistu valmistasid.

/ For designers, waste has for some time been a resource for making new materials. There is also increasing interest towards urban mining, the extraction and re-use of substances of higher value from urban waste. It requires the same cleverness as the local masters demonstrated when they first obtained iron from low-value iron ore and skillfully made axes and other tools by combining it with imported steel.

RAUD SOORAUAST lk 20 / IRON FROM BOG IRON p. 20

Ajalooliselt on Eesti aladel valmistatud rauda soomaagist, mida leiti soistelt aladelt. Raua tootmiseks kasutati otsetaandamist savist tehtud sulatusahjus. Selline tootmisviis oli Eestis kasutusel umbes 1–1400. aastal meie aja järgi. Tegemist on taandamisprotsessiga, mille käigus redutseeritakse maagist liigne hapnik ning järele jääb raud. 2018. aastal Rõuges rauasulatuse eksperimendiks kasutatud maak oli segu Rõuge kohalikust maagist ja Tallinna Teletorni lähedalt korjatud maagist. Kütuseks kasutati lehtpuusütt. Tulemuseks on ebaühtlase süsinikusisaldusega raud.

(Võimalikud rakendused) otsetaandamise teel sulatatud raud on tulenevalt šlakist ja pooridest dekoratiivse tekstuuriga. Samas on lisanditeta raud sobilik sepakeevituseks ning ühendades kvaliteetse terasega on sellest võimalik teha heade omadustega tööriistu, näiteks nuge.
(Koostis) raud ja šlakk (šlakk on metallisulatuse käigus ahju põhja kogunev jääkaine, mis lubab maagist taandatud rauaosakestel hapnikuvabas keskkonnas suureks tükiks liituda).
(Meetod) lõõtsaga õhutatav savist sulatusahi täideti puusöega ning seejärel hakati lisama vaheldumisi rauamaaki ja puusütt. Ahjust lasti viiel korral välja ka sulašlakki, et see ei ummistaks õhutusava. Pärast umbes 5-tunnist kuumutamist lõhuti ahjuuks maha ja võeti välja toorraud. Toorrauda sepistati alasikivil haamritega.
(Autor) Ragnar Saage, Andres Järvpõld
(Asutus) Tartu Ülikool

/ Iron was produced by direct reduction in a furnace made of clay. This type of production was used in Estonia from about 1 to 1400 AD. This is a reduction process whereby excess oxygen in the ore is reduced, and iron is left. The ore used in Rõuge for the iron smelting experiment in 2018 was a mixture of local Rõuge ore and ore collected near Tallinn TV Tower. The fuel used was hardwood charcoal. The result is iron with uneven carbon content.

(Possible applications) the iron smelted by direct reduction has a decorative texture due to slag and pores. At the same time, iron without additives is suitable for blacksmith welding, and when combined with high-quality steel, it can be used to make high-performance tools such as knives.
(Ingredients) iron and slag (slag is a residue that accumulates in the furnace during the smelting process, allowing iron particles reduced from the ore to become large pieces in an oxygen-free environment).
(Method) a bellows-ventilated clay smelting furnace was filled with charcoal, and then iron ore and charcoal were alternately added. Melt slag was also discharged five times from the furnace to prevent clogging of the vent. After heating for about 5 hours, the furnace door was broken down, and the crude iron was removed. The crude iron was forged with hammers on an anvil.
(Author) Ragnar Saage, Andres Järvpõld
(Institution) University of Tartu

KOHVI MORFOOSID lk 21 / COFFEE MORPHOSES p. 21

Toidujäätmetest 18–35% moodustab vältimatu jääde. Üldiselt on see hea ainelise ja kiulise koostisega materjal, mis tekib toidu või joogi valmistamise käigus ning sisaldab mittesöödavaks peetavaid osi. Üks selliseid jäätmeid on kohvipaks.

Koguseliselt tarvitatakse kohviube kogu maailmas kokku umbes 9 miljonit tonni aastas. Jahvatatud oast jääb joogi valmistamisel kohvijäätmena alles umbes 80%, mida enamasti käsitletakse kui prügi. Sidudes jääki looduslike sideainetega on tulemuseks erinevate omadustega ümbertöödeldavad komposiitmaterjalid. Koostisele lisaks muudab materjali omadusi kuivatusmeetodi valik ja materjali lõppviimistlus.

(Võimalikud rakendused) materjali omadused annavad võimaluse erinevateks tootearendusteks, näiteks akustiliste ja soojusisolatsiooni materjalidena ning väikeobjektidena.
(Koostis) 90% kohvipaks, 10% looduslik sideaine.
(Meetod) kohvijäätmed kogutakse Tallinna bensiinijaamadest ja kohvikutest. Kuivatatud jääde segatakse kokku sideainega, pressitakse vormi ning kuivatatatakse külmkuivatis. Materjali saab saagida ja freesida. Vajadusel viimistletakse vetthülgavaks.
(Autor) Annika Kaldoja

/ 18-35% of food waste is unavoidable waste. It arises from food preparation or consumption and is not edible under normal circumstances. One such waste is spent coffee grounds, that can be seen not as waste, but a potential material resource.

In one year, about 9 million tons of coffee is consumed in the world. About 80% of it is left behind as waste. Coffee waste is comprised primarily of cellulose and other organic compounds. Materials of various properties are created by means of different biopolymers used to bind the coffee grounds. Additionally properties are further defined by drying method and finishing.

(Possible applications) the specific features of the material allow its ample usage in product development, for instance, as acoustic and insulation material as well as smaller design objects.
(Composition) 90% coffee grounds, 10% natural binder.
(Method) coffee waste is collected from Tallinn gas stations and cafes. The dried waste is mixed with a binder, pressed into a mold and dried in a freeze dryer. The material can be sawn and milled. If necessary, waterproofing could be provided.
(Author) Annika Kaldoja

LOOMAAEDADES ELAVATE VÄÄRISVILLA-LOOMADE VILL lk 22 / WOOL FROM FINE WOOL ANIMALS LIVING IN ZOOS p. 22

Kevadeti vahetavad paljud loomaaia villaloomad karvkatet. Kuigi tegemist on väga väärtusliku materjaliga, ei leia suurem osa villast kasutust ning seda käsitletakse jäätmena. Probleem ei seisne mitte ainult hinnalise materjali äraviskamises, karvavahetusperioodil vajavad osad loomaliigid ka regulaarset pügamist.

Tallinna loomaaias elavad väärisvillaloomadest kaamelid, alpakad, muskusveised, angooraküülikud ja guanakod. Eksootilistest liikidest Amuuri tiiger, leopard ja jääkaru, kelle karva ja villa kasutamine on keelatud, sest loomad kuuluvad ohustatud liikide hulka.

Koguda ja kasutada on võimalik kaameli, alpaka, guanako, muskusveise, ameerika ja euroopa piisoni villa. Kaameli ja alpaka villa on lõngatootmiseks piisavalt. Teiste villade puhul saab kasutada viltimist, kuna materjalikogused on väikesed.

(Võimalikud rakendused) vildina või lõngana erinevate kudumite valmistamisel.
(Koostis) kaamelivill 100%, alpakavill 100%
(Meetod) loomaaias pügatakse, kammitakse või kogutakse loomadelt vill. Seejärel puhastatakse saadud materjal taimeprahist ning pestakse. Puhastatud vill kedratakse. Väiksemaid villakoguseid töödeldakse käsitsi. Kraasimine ja kammimine toimub käsikraasiga.
(Autor) Anzelika Mändmaa
(Juhendaja) Piret Puppart
(Asutus) Eesti Kunstiakadeemia

/ Although wool is a very valuable material, most of it is treated as a waste in the zoos. The problem is not just about throwing away valuable material; some species of animals also require regular shearing during the wool shedding period.

Camels, alpacas, muskoxen, angora rabbits and guanacos live in the zoo of Tallinn. Of the exotic species, the Amur tiger, leopard, and polar bear, the use of whose hair and wool is prohibited because the animals are endangered.

The wool of a camel, alpaca, guanaco, muskox, American and European bison can be collected and used. There is enough of camel and alpaca wool for yarn production. Other wools can be felted because of the small amount of material.

(Possible applications) felt or yarn for making different knitwear.
(Ingredients) camel wool 100%, alpaca wool 100%
(Method) wool was sheared, combed or collected from animals. The resulting material was then cleaned of plant debris and washed. The cleaned wool was spun. Smaller quantities of wool were processed manually. The carding and combing were done by hand.
(Author) Anzelika Mändmaa
(Supervisor) Piret Puppart
(Institution) Estonian Academy of Arts

PRECIOUS PLASTIC: THERMOPLASTICS lk 23 / p. 23

Precious Plastic on ülemaailmne kogukond, mis koosneb sadadest inimestest, kes töötavad plastireostusele lahenduse leidmise nimel. Teadmisi, tööriistu ja tehnikaid jagatakse veebis tasuta. Liikumise asutas 2013. aastal Dave Hakkens.

Paljud plast-esemed on disainitud vaid lühiajaliseks kasutamiseks ning muutuvad peale seda kiirelt jäätmeteks. Precious Plastic Estonia kogub algmaterjali kohalikelt ettevõtetelt ja partner-organisatsioonidelt, kes on huvitatud ringmajandusse panustamisest.

(Võimalikud rakendused) Unikaalsed mööbli, valgustuse ja interjööri lahendused. Ilmastikukindlad plaadid ja erinevad väiketooted.
(Koostis) plastmass - High-Density PolyEthylene (HDPE), Poly-Propylene (PP)
(Meetod) Materjali ettevalmistus algab plastiku sorteerimisest erinevatesse kategooriatesse lähtuvalt materjali tüübist. Peale seda materjal pestakse ning purustatakse, et kiirendada sulamisprotsessi ja vormimist. Tooteid saab luua kolme erineva masinaga: survevalu, ekstrusioon ja kuumpress.
(Autorid) Jegor Mljavov, Daniil Raljov, Maria Jefimova, Kirill Gorškov
(Juhendaja) Daniil Raljov
(Ettevõte) MTÜ Precious Plastic Estonia

/ Precious Plastic is a global community of hundreds of people working to find a solution to plastic pollution. Knowledge, tools and techniques are shared online for free. The movement was founded in 2013 by Dave Hakkens.

A lot of plastic Items are designed to be used once and are discarded in huge amounts every day. The plastic material used in Precious Plastic Estonia is locally sourced from partner organizations and local entrepreneurs that are willing to make changes towards zero-waste and circular economies.

(Possible applications) Uniquely designed furniture, lighting, interior designed items, outdoor tiles, accessories, sports equipment and other categories.
(Composition) Plastic - High-Density PolyEthylene (HDPE), Poly-Propylene (PP)
(Method) Material preparation starts with plastic items sorted into categories according to material type. After sorting, the plastic items need to be washed. The plastic is then shredded into small pellets to allow faster melting in the machines and also more customization in the product making process. The product creation is done with three machines: extrusion, injection and compression machines.
(Authors) Jegor Mljavov, Daniil Raljov, Maria Jefimova, Kirill Gorshkov
(Supervisor) Daniil Raljov
(Company) NGO Precious Plastic Estonia

ÜMBERTÖÖDELDUD TEKSA / RECYCLED DENIM lk 24 p. 24

Reet Aus on keskkonnaaktivist ja moedisainer, kellel on õnnestunud uudselt lahti mõtestada moetööstuse masstootmine, otsides võimalusi luua tooteid keskkonna arvelt kompromisse tegemata. Kaubamärgi Reet Aus tooted on valmistatud tööstusjääkidest. Selline lähenemine nõuab uute tehnoloogiate rakendamist ja suurt koostöövõrgustikku.

Koostöös Uuskasutuskeskuse ja ettevõttega Wolkat on välja töötatud toode, mille tegemisel on kasutatud mehaaniliselt ümbertöödeldud teksamateriali jääki (post consumer denim). Kasutatud teksad on purustatud kiuks, millest on valmistatud lõng. Mehaaniline ümbertöötlus võimaldab tuua looduslik kiud tagasi ringlusesse. Kuna tekstiiliprügile toimivaid lahendusi suurtootmises ei ole, on tegemist vajaliku materjaliloomega.

(Võimalikud rakendused) sisustus- ja moetooted.
(Koostis) 95% puuvill, 5% muud materjalid
(Autor) Reet Aus
(Ettevõte) Aus Design OÜ

Vaherida eemaldada

/ Reet Aus is an environmental activist and fashion designer who has successfully redefined the mass production of the fashion industry, looking for ways to create products without compromising on the environment. The products of the Reet Aus brand are made from industrial waste. Such an approach requires the application of new technologies and a large network of cooperation.

In collaboration with the Re-Use Center and the company Wolkat, a product has been developed that utilizes the reprocessed post-consumer denim. Post-consumer denim is crushed into fiber and the fiber has been turned into yarn. Mechanical reprocessing allows to bring the natural fibers back to recycling. Since there are no large-scale solutions for textile waste, this is necessary material re-creation.

(Possible applications) interior design and fashion products
(Composition) 95% cotton, 5% other materials.
(Author) Reet Aus
(Company) Aus Design OÜ

ÜMBERTÖÖDELDUD TEKSTIIL-MATERJALID EESTI KAITSEVÄE RÕIVASTEST lk 25 / RECYCLED TEXTILE MATERIALS FROM THE CLOTHING OF THE ESTONIAN DEFENSE FORCES p. 25

Maailmas tekib iga elaniku kohta keskmiselt 32kg tekstiilijäätmeid aastas. Tekstiilmaterjalide erinev koostis ja valmistamisel kasutatud tehnoloogia teeb sellise jäätmeliigi ringlusesse tagasisuunamise keeruliseks. Seetõttu enamik tekstiilijäätmetest kas põletatakse või ladestatakse prügilatesse. Eesti Kaitseväes muutub erinevatel andmetel aastas keskmiselt 30-50 tonni individuaalvarustust kasutuskõlbmatuks. Selle alla kuuluvad eraldusmärgid, vormiriietus, riidevarustus ja lahinguvarustus. Kogutud jäätmed põletatakse energia tootmiseks. Vaid hinnanguliselt 1%-le tekstiilijäätmetele leitakse rakendus organisatsiooni siseselt puhastuslappidena, õppeotstarbeliste mannekeenide täiteainena ja maskeerimisvõrkude valmistamisel. Eesti Kaitsevägi on võtnud eesmärgiks leida lahendusi materjalide taaskasutamiseks.

(Võimalikud rakendused) materjalid on valmistatud erinevaks otstarbeks, näiteks laustekstiilmaterjalid, ehitus- ja mööbliplaadid.
(Koostis) Eesti kaitseväelaste individuaalvarustuse purustatud tekstiilmass, PLA.
(Meetod) tekstiilikiud purustatakse ja kraasitakse koos polülaktiidkiududega (PLA). Sellega tagatakse lühikestele kiududele sidusus nii kraasimisel kui ka hiljem kuumpressiga lausmaterjaliks vormimisel. PLA on biolagunev sünteeskiud, mida saadakse taastuvatest ressurssidest. Taaskäitlemisel on oluline tagada uute loodavate materjalide ja toodete katkematu ringlus ka hilisemate ümbertöötlemiste faasides.
(Autor) Tiina Lelumees
(Juhendaja) Tiia Plamus
(Asutus) Tallinna Tehnikaülikool

/ On average, the world produces 32kg of textile waste per capita per year. The variable composition of the textile materials and the technology used in their manufacture make it difficult to direct this type of waste back into recycling. Therefore, most of the textile waste is either incinerated or dumped in landfills. According to various data, in the Estonian Defense Forces, the annual average of 30-50 tons of individual equipment becomes unusable. This includes badges, uniforms, clothing and battle equipment. The waste collected is incinerated to produce energy. Only for an estimated 1% of textile waste, application is found within the organization as cleaning cloths, filler for educational dummies and in the manufacture of masking nets. The Estonian Defense Forces are committed to finding solutions for the reuse of materials.

(Possible applications) materials are made for different applications, such as non-woven textiles, building, and furniture boards.
(Composition) crushed textile mass of individual equipment of the Estonian Defense Forces, PLA.
(Method) crushed textile fibers are carded with polylactide fibers (PLA) to ensure coherence between short crushed fibers, both during carding and subsequently on hot forming into nonwovens. PLA is chosen since it is a synthetic fiber obtained from renewable resources and is biodegradable. It is important to ensure the continuous circulation of new materials and products during the subsequent recycling phases.
(Author) Tiina Lelumees
(Supervisor) Tiia Plamus
(Institution) Tallinn University of Technology

VILLAKOMPOSIIT lk 26 / WOOL COMPOSITE p. 26

Vill on meie kultuuriruumis olnud hindamatu väärtusega unikaalsete omadustega biolagunev tekstiilmaterjal, mis vaatamata ajaloolisele väärtusele ei leia enam piisavalt väärikat rakendust. Teaduskirjanduses on villa hakatud nimetama küll looduslikult kõrgtehnoloogiliseks kiuks ja targaks kiuks, kuid tegelikkuses hävitatakse suurem osa lambavillatoodangust seda põletades või maha mattes. Ametlikult on lambavillast saanud 3. kategooria loomne jääde, lihatööstuse kõrvalprodukt.

Villal põhinev komposiitmaterjal interjööris kasutamiseks on keskkonnasäästlik lahendus, sest põhineb täielikult taastuvatel ressurssidel, olles lihtsalt taaskasutatav ja utiliseeritav. Samas aitab materjal parandada siseruumi õhukvaliteeti (vähendab müratase, reguleerib niiskuse tasakaalu, seob õhus lenduvaid mürgiseid osakesi jms) ning aitab seeläbi luua tervislikumat elu- ja töökeskkonda.

(Võimalikud rakendused) interjöörilahendused (kodud, avalikud ruumid, autotööstus jne).
(Koostis) lambavill, tärklisel põhinev sideaine.
(Meetod) kuna materjal põhineb lambavillal, siis kombineeritakse selle tootmiseks traditsioonilisi villatöötlemise võtteid kaas-aegse tehnoloogiaga.
(Autor) Katrin Kabun
(Juhendaja) Aare Aruniit, Kärt Ojavee
(Asutus) Eesti Kunstiakadeemia

/ Wool has been an invaluable biodegradable textile material with unique properties in our cultural space, which, despite its historical value, no longer finds a dignified application. In scientific literature, wool has come to be called naturally high-tech fiber and smart fiber, but in reality, most wool production is destroyed by burning or burying it. Officially, sheep wool has become Category 3 animal waste.

Wool-based composite material for interior use is an environmentally friendly solution because it is based entirely on renewable resources and is easily recyclable and disposable. At the same time, the material helps to improve indoor air quality (reduces noise levels, regulates humidity, traps airborne toxic particles, etc.) and thus contributes to a healthier living and work environment.

(Possible applications) interior solutions (homes, public spaces, the automotive industry, etc.).
(Ingredients) sheep wool, with a starch-based binder.
(Method) because the material is based on sheep wool, its manufacture combines traditional wool processing techniques with modern technology.
(Author) Katrin Kabun
(Supervisor) Aare Aruniit, Kärt Ojavee
(Institution) Estonian Academy of Arts

PÄRAND-TEHNOLOOGIA / NATIVE CRAFTS

Üle saja aasta on materjalide loomises valitsenud tööstuslik tootmine. Viimastel aastatel on uuesti hoogu kogumas aga käsitöölisele omane materjalidele lähenemine, mis on oluliselt katsetuslikum ja dialoogilisem. Sellise praktika puhul on taaskord võimalik õppida palju pärandtehnoloogiatest ja rahvakultuurist.

/ Industrial production has dominated the creation of materials for over a hundred years. In recent years, however, a more artisanal, experimental and interactive approach has been gaining momentum. This is why we might once again look back and learn a great deal from native crafts and folk culture.

HAPRUSE PIIR lk 27 / BOUNDARY OF FRAGILITY p. 27

Eksponeeritud anumate toormaterjalina on kasutatud teraskäsna. Kuumtöödeldud ja haamerdatud terasvõrk on vormitud kiht-kihi haaval täisterasest vormil. Sellisel viisil on terast käsitletud vähe. Enamasti töödeldakse raskepärast materjali seda sepistades. Käesolevates töödes on materjali piire aga avardatud teise äärmusesse. Muidu raske ja jõuline teras on selle argise objekti abil töödeldud tekstiililaadselt õhuliseks ja kergeks materjaliks.

(Võimalikud rakendused) tegemist on autoritöödega, mida ei tiražeerita ja mille kasutusvaldkonda ei ole plaanis laiendada.
(Koostis) teras
(Autor) Merlin Meremaa
(Juhendaja) Piret Hirv
(Asutus) Eesti Kunstiakadeemia

/ Steel sponge is used as raw material for the exposed vessels. The heat-treated and hammered steel mesh is molded layer by layer on a full steel mold. Steel has seldom been treated this way. Usually, heavy material is processed by forging. In this work, however, the boundaries of the material have been extended to another extreme. The otherwise heavy and powerful steel is, with the help of this everyday object, converted into a textile-like, airy and lightweight material.

(Possible applications) these are the author's works that are non-replicable and are not intended for widespread use.
(Composition) steel
(Author) Merlin Meremaa
(Supervisor) Piret Hirv
(Institution) Estonian Academy of Arts

RAUAST PUTKKIRVES lk 28 / SOCKETED AX OF IRON p. 28

2013. aastal avastati Kohtla-Vanakülast peitleid, kuhu 1. aastatuhande esimeses pooles ohverdati sadu esemeid, peamiselt kirveid, odaotsi ja sirpe. Antud kirvest uuriti metallograafiliselt Tartu Ülikooli arheoloogia laboris. Kirves saeti pikisuunas pooleks, lihviti, poleeriti ja söövitati happega. Kirve ristlõikes paljastus üllatavalt keeruline ülesehitus—selle sepistamiseks oli kasutatud nelja erinevat komponenti. Kirve teral võis eristada terasest kihti, mis oli karastatud ja noolutatud. Kirve põhiosa oli madala süsinikusisaldusega rauast ja selle puhul võis üle kogu kirve täheldada piklikke šlakipesi, mis pärinevad ilmselt algse rauakangi voltimisest selle puhastamisel. Putke sees oli rohkelt šlakki sisaldav toorraud ning tera sisse oli lisatud madala süsinikusisaldusega teras.

Kohtla putkkirve valmistanud sepp tundis hästi talle kättesaadavaid materjale, ka oli kirves oskuslikult sepistatud. Valmistamisel prooviti optimeerida materjalide töötlusastet—iga komponendi puhul oli materjali töödeldud nii vähe kui võimalik. Šlakirohke toorraua leidumine esemes viitab kirve valmistanud sepa osalemisele rauatöötlusahelas kas raua sulatajana või siis vähemalt toorraua rikastajana.

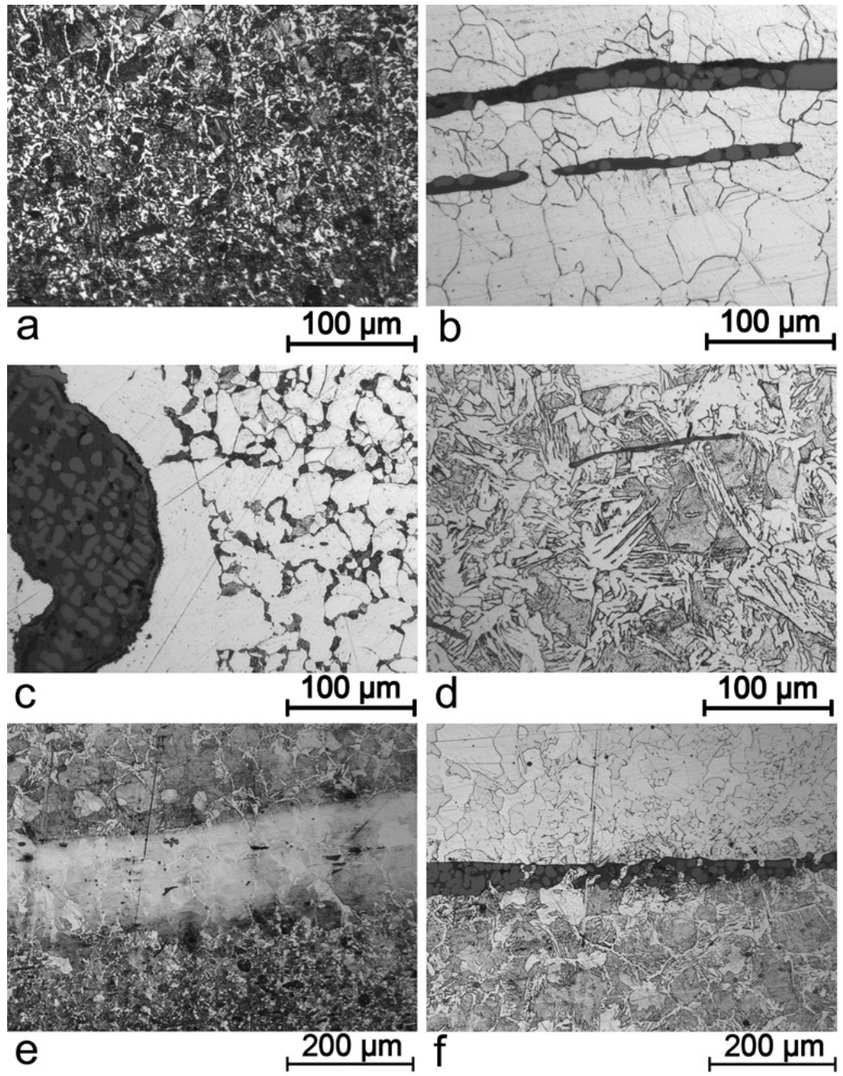
(Koostis) raud, teras, šlakk.
(Meetod) kirve valmistamise rekonstrueerimiseks tegi sepp Karmo Kiilmann ühe plastiliinist mudeli ning kaks rauast ja terasest koopiat. Kõigepealt löödi raudleht toruks ning teraossa sisestati lisamaterjali. Seejärel lisati putke sisse toorraud. Lõiketeraks keevitati sepakeevisega külge terasest riba, mis kõigepealt karastati ning seejärel noolutati, et see liiga kõva ei jääks.
(Autorid) Ragnar Saage ja Karmo Kiilmann
(Asutus) Tartu Ülikool

/ This is a cache found in Kohtla-Vanaküla in 2013, where hundreds of items were sacrificed in the first half of the first millennium, mainly axes, spearheads, and sickles. This ax was examined metallographically in the archeology laboratory of the University of Tartu. The ax was split in the longitudinal direction, ground, polished and etched with acid. The cross-section of the ax revealed a surprisingly complex structure - four different components were used to forge it. On the blade of the ax could be distinguished a layer of steel that was hardened and tempered. The main part of the ax was low-carbon iron, and oblong slag nests were evident throughout the ax, probably from the folding of the original iron rod during its cleaning. The socket contained crude iron, rich in slag, and low carbon steel was added to the blade.

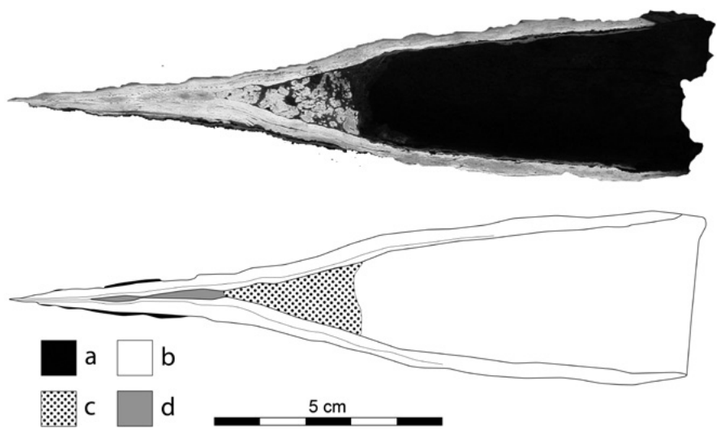
The blacksmith who made Kohtla's ax knew the materials available to him well, and the ax was skillfully forged. During the manufacturing process, an attempt was made to optimize the material treatment level—the material was processed as little as possible for each component. The presence of a slag-rich crude iron in the object refers to the involvement of the blacksmith's iron in the processing chain, either as an iron smelter or at least as a raw iron enricher.

(Ingredients) iron, steel, slag.
(Method) the blacksmith Karmo Kiilmann made a modeling clay model and two iron and steel copies to reconstruct the production of the ax. First, the iron sheet was punched into a tube, and additional material was inserted into the blade. The crude iron was then added to the socket. A steel blade which was first hardened and then tempered to prevent it from being too hard was welded on as the cutter blade.
(Authors) Ragnar Saage and Karmo Kiilmann
(Institution) University of Tartu

PÄRANDTEHNOLOOGIAD
/ NATIVE CRAFTS



Mikrostruktuurid kirve eri osadest:
a) terasest lõiketera;
b) rauast šlakipesadega põhiosa;
c) toorraud ja šlakk putkes;
d) tera südamikku lisatud madala süsinikusisaldusega teras;
e) kvaliteetne keevisjoon teraosas;
f) šlakirohke keevisjoon rauast põhiosa ja terasest serva



Kirve ristlõige ja selle erinevad komponendid:
a) kõrge süsinikusisaldusega teraosa;
b) kõrge šlakisisaldusega täide putke sees;
c) madala süsinikusisaldusega rauast tera südamiku ning putkeosa;
d) täide tera sees.

LINAKIUDUDEST PEENRAKATTE MATERJAL lk 29 / AGROTEXTILE OF FLAX FIBER p. 29

Põllumajanduses kasutatakse peenrakatetena peamiselt sünteetilisi materjale, mille lagunemisprotsess on väga aeglane. Lisaks sisaldavad need kahjulikke kemikaale, mis jõuavad materjalist pinnasesse ja taimedele. Antud materjal on valmistatud looduslikest ja biolagunevatest kiududest, mille lagunemine toimub kiiremini ning aitab parandada mulla struktuuri.

(Võimalikud rakendused) materjal on mõeldud põllumajanduses kasutamiseks, näiteks katteloori, peenravaiba, istutusmatina.
(Koostis) linakiud ja polülaktiidkiud (PLA).
(Meetod) materjal on valmistatud kraasimise ja kuumpressimise teel. Kraasimisega kiud eraldatakse ja orienteeritakse ning kuumpressimisel seonduvad kiud omavahel ühtlaseks materjaliks.
(Autor) Marit Soomets
(Juhendaja) Tiia Plamus
(Asutus) Tallinna Tehnikaülikool

/ In agriculture, mainly synthetic materials are used, which have a very slow degradation process. In addition, they contain harmful chemicals that reach from the material to the soil and plants. This material is made from natural and biodegradable fibers, which break down faster and help improve soil structure.

(Possible applications) the material is intended for use in agriculture, e.g., cover veil, agrotextile, planting mat.
(Composition) flax fiber and polylactide fiber (PLA).
(Method) the material is made by carding and hot pressing. The carding fibers are separated and oriented, and the fibers bonded together to form a uniform material during hot pressing.
(Author) Marit Soomets
(Supervisor) Tiia Plamus
(Institution) Tallinn University of Technology

SEENTEGA VÄRVITUD UV-VALGUSTUSEL HELENDAV LÕNG lk 30 / YARN, DYED WITH MUSHROOMS, FLUORESCENT UNDER UV LIGHT p. 30

Materjali saamisel on kasutatud pärand-tehnoloogilist oskust värvida villast lõnga looduslike värvainetega. Eesti metsades leidub palju seeneliike, millega saab lõngu värvida erinevates toonides. Lõnga värvaine on saadud kohalikke seeneliike kasutades, värvitud materjaliks on kodumaise villavabriku lambavillast kedratud ja korrutatud lõng. Tegu on kohaliku käsitöise tootega, mille saamismeetod on väikese ökoloogilise jalajäljega.

(Võimalikud rakendused) lõngana erinevate tekstiilesemete valmistamisel. eesti k kursiivis
(Koostis) vill, juurepruunik (Phaeolus schweinitzii), männi-põdramokk (Sarcodon squamosus), punasoomusvöödik (Cortinarius bolaris), pihkase liimik (Gomphidius glutinosus).
(Meetod) värvimisel kasutatakse kuumtöötlusmeetodit, mille puhul kuumutatakse looduslikku toorainet teatud aja jooksul vees, et värvaine eralduks. Seejärel lisatakse värvitav materjal ja kuumutatakse seda saadud lahuses kuni materjali värvumiseni. On olemas seeneliike, millega kiudusid värvides saab UV-valgustusel helenduvad lõngad. Antud tööproovide puhul on värvimisel kasutatud helenduvate lõngade saamiseks juurepruuniku ja punasoomusvöödiku kuivatatud viljakehi.
(Autor) Airi Gailit

/ The material is made using the traditional technology of dyeing wool yarn with natural dyes. There are many species of mushrooms in Estonian forests that can be used to dye yarns in countless shades. The yarn dyestuff is derived from local mushroom species, and the dyed material is spun and twisted sheep wool yarn from a domestic wool factory. It is a local handicraft product with a small ecological footprint.

(Possible applications) as yarn for making various textile items.
(Ingredients) wool, Phaeolus schweinitzii, Sarcodon squamosus, Cortinarius bolaris, Gomphidius glutinosus.
(Method) the dyeing process uses a heat treatment method in which the natural dye is heated in water for a period of time to separate the dye. The coloring material is then added and heated in the resulting solution until the material is dyed. There are mushroom species that can be used to dye fibers into yarns that are luminescent in UV light. For these work samples, dried fruiting bodies of Phaeolus schweinitzii and Cortinarius bolaris are used for dyeing to obtain luminescent yarns.
(Author) Airi Gailit

TOIDUAINETE SÄILITUSNÕU lk 31 / FOOD STORAGE CONTAINER p. 31

Materjal on välja arendatud toiduainete säilitusnõude valmistamiseks. Poorsel keraamikal on ainulaadne omadus “hingata”, mis aitab kaasa puu- ja köögiviljade paremale säilimisele ning toidukao vähendamisele kodumajapidamistes. Aurustusjahutuvaid säilitusnõusid on võimalik kasutada paikades, kus puuduvad elekter ja külmkapid.

Huvitav on siinkohal välja tuua, et Eesti alal on üks varasemaid toidu säilitusanuma leide pärit kammkeraamika kultuurist (umbes 4000 a. eKr).

Basaltkiulisandiga savist tehtud anumad juhivad vett paremini ning tõstavad seeläbi aurustusjahutuse efektiivsust. Basalt on vulkaaniline kivim, millest valmistatakse sulatamise teel basaltkiudu, mis juhib hästi vett, kuid ei hakka vee toimel lagunema. Kiud ei põle savist välja, kuid lisab materjalile poorsust, vähendab kaalu ning savi kahanemist. Basaltkiulisandiga pinnakate ennetab savist anumatel veeplekkide tekkimist.

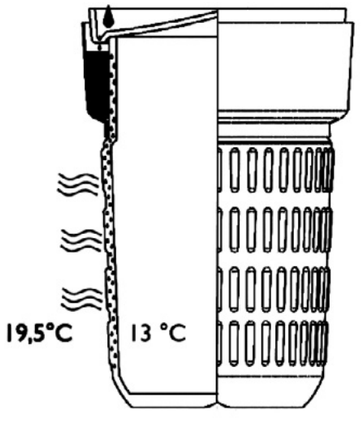
(Võimalikud rakendused) toiduainete säilitusnõud, passiivtehnoloogilised jahutusseadmed.
(Koostis) savi (madalkuumus), basaltkiud.
(Meetod) madalkuumussavi on rikastatud basaltkiuga, põletus toimub temperatuuril 1050°C. Õige temperatuuri leidmine on oluline, sest mida madalam kuumus, seda poorsem, kuid nõrgem ning mida kõrgem kuumus, seda tugevam, kuid vähem poorne materjal on.
(Autor) Geidi Hein
(Juhendaja) Heikki Zoova
(Asutus) Eesti Kunstiakadeemia

/ The material has been developed to make food storage containers. Porous pottery has a unique “breathing” effect that contributes to the better preservation of fruits and vegetables and to reducing food loss in households. Evaporative cooling storage containers can be used in places where there is no electricity and no refrigerators.

In fact, one of the first ceramic food storage containers found in this area belongs to the Comb Ceramic Culture (approximately 4000 BCE).

Vessels made of clay with basalt fiber add to the water’s conductivity and thus increase the efficiency of evaporative cooling. Basalt fibers do not burn out of clay but add porosity to the material, reduce weight and shrinkage of the clay. Coating with basalt fiber additive prevents water stains on clay vessels. Basalt is a volcanic rock that is melted to produce basalt fibers that conduct water well but do not decompose by water.

(Possible applications) food storage containers, passive technological refrigeration equipment.
(Ingredients) clay (low heat), basalt fiber.
(Method) low-heat clay is enriched with basalt fiber, burning at 1050°C. Finding the right temperature is important because the lower the heat, the more porous but weaker, and the higher the heat, the stronger but less porous the material is.
(Author) Geidi Hein
(Supervisor) Heikki Zoova
(Institution) Estonian Academy of Arts



TULETAEL (AMADOU) lk 32 / HOOF FUNGUS (AMADOU) p. 32

Tuletael on Eestis peamiselt kaskedel või leppadel kasvav pruuni seenelihaga ja kõva koorikuga kaetud seeneliik. See Eesti üks levinumaid puuseeni täidab olulist rolli nii metsa ökosüsteemis kui ka pärandkultuuris. Kuna seent on võimalik kasutada tule süütamiseks, oli see enne tikkude leiutamist hinnatud kaubaartikkel. Viljakeha keedeti leeliselises vedelikus, tambiti ja seejärel kuivatati. Tulemuseks oli vilditaoline kergesti süttiv materjal, mida kanti kaasas koos tulerauaga. Materjalist valmistati ka rõivaid ja seda kasutati rahvameditsiinis verejooksu peatamiseks. On teada, et seene viljakeha alt võib leida tuletaela eostest toituvaid ja nõrgalt luminestseeruvaid, Eestis haruldase seenesääse (Keroplatus tipuloides) vastseid.

kursiivis

(Võimalikud rakendused) unikaalesemed moetööstuses.
(Koostis) tuletael (Tinder polypore). kursiivis
(Meetod) viljakeha eemaldatakse seenelt võimalikult suure tükina. Mida suurem on algmaterjal, seda mahukam on ka sellest saadav materjal. Materjali leotatakse leeliselises vees ning tambitakse seejärel naha- või vildisarnaseks materjaliks. Mida hõredamaks viljaliha töödelda, seda õrnem ja peenem on sametise naha sarnane materjal.
(Autor) Kairi Getman
(Juhendaja) Erki Nagla, Kärt Ojavee
(Asutus) Eesti Kunstiakadeemia

/ Hoof fungus is a species of fungus with brown fruit body and hard shell growing in Estonia mostly on birch or alder. This one of the most common tree fungi in Estonia plays an important role both in the forest ecosystem and in the cultural heritage. Because the fungus can be used to light a fire, it was an appreciated item before the invention of matches. The fruit body was boiled in alkaline liquid, rammed and then dried. The result was a felt-like, highly flammable material that was carried together with the fire striker. The material was also used to make clothing and in folk medicine to stop bleeding. It is known that larvae of the fungus gnats, (Keroplatus tipuloides) rare in Estonia, which feed on the spores of the hoof fungus, are slightly luminescent and can be found under the fruit body of the fungus.

(Possible applications) unique items in the fashion industry. viited ära kustutada
(Ingredients) hoof fungus (Tinder polypore).
(Method) the brown fruit body (b) of the hood fungus (a) must be removed in as large a piece as possible. The larger the starting material, the larger the resulting material. The material is soaked in alkaline water and then rammed into a leather or felt-like material. The thinner the fruit body is processed, the finer and more tender is the velvety leather-like material.
(Author) Kairi Getman
(Supervisor) Erki Nagla, Kärt Ojavee
(Institution) Estonian Academy of Arts

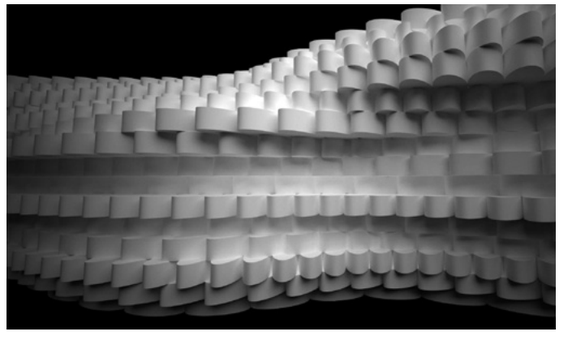
TURBA-PÕLEVKIVITUHA KOMPOSIIT lk 33 / PEAT-OIL SHALE ASH COMPOSITE p. 33

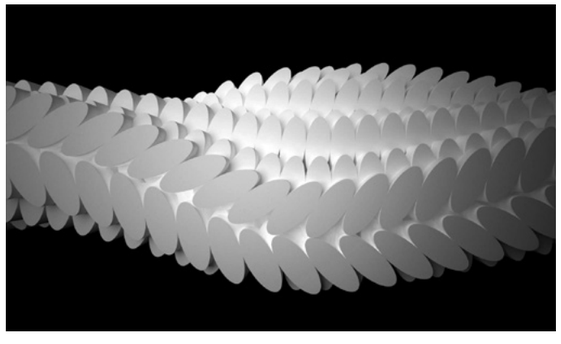
Materjal sai alguse Tartu Ülikooli teadlase Jüri Liiva ideest kombineerida ehitusmaterjalina turvast ja põlevkivituhka. Happeline turvas ning tugevalt aluseline põlevkivituhk neutraliseerivad üksteise pH taset, lisaks reageerivad turbas sisalduvad humaadid tuhas leiduvate rask-metallidega. Märten Petersoni arendatud ellipsikujuliste anisotroopsete ehitusplokkide sisse on lisatud looduslikke kiudusid. Plokkide kombineerimine erinevate nurkade all tagab kiudude erisuunalise jaotuse ja tarindi tugevuse. Läbilõikelt on sein sarnane termo-profiilile—nihestatud vuugid pikendavad tarindit läbiva sooja teekonda. Eelkirjeldatud lahendus on füüsiliselt teostatav robotkäe kaasabil.

(Võimalikud rakendused) seinakonstruktsioonimaterjal. Tootmisprotsessi muutes on võimalik luua ulatuslikult süsihappegaasi sekvesteerivaid elemente.
(Koostis) turvas, põlevkivituhk, ränisuits, looduslik kiudarmatuur.
(Meetod) vajadusel töödeldakse freesturvast veskis, misjärel see pestakse tuha ja vee seguga läbi, et eraldada turbast humaadid. Seejärel tuhk, turvas ja ränisuits segatakse, pärast vee lisamist on segu valmis pumpami-seks või printimiseks. Madalaresolutsiooniline printimine toimub materjali kompressoriga pritsides. Etappide vahel lisatakse materjali tugevdavat armatuurkiudu.
(Autor) Märten Peterson
(Juhendajad) Jüri Liiv, Martin Melioranski, Renee Puusepp
(Asutused) Eesti Kunstiakadeemia, Tartu Ülikool

/ The material originated from the idea of Jüri Liiv, a researcher at the University of Tartu, to combine peat and oil shale ash as a building material. The acidic peat and the strongly alkaline oil shale ash neutralize each other's pH level, and the humates contained in the peat react with the heavy metals in the ash. Natural fibers have been added to the elliptical aniso-tropic building blocks developed by Märten Peterson. Combining the blocks at different angles ensures different fiber distribution and structural strength. In a cross-section, the wall is similar to a thermoprofile—sheared joints extend the transfer of heat through the structure. The solution described above is physically feasible with the help of robots.

(Possible applications) wall construction material. By changing the manufacturing process, extensive carbon sequestration elements can be created.
(Ingredients) peat, oil shale ash, silicon smoke, natural fiber reinforcement.
(Method) if necessary, the milled peat is treated in a mill and then washed with a mixture of ash and water to remove humates from the peat. The ash, peat and silicon smoke are then mixed, and after the addition of water, the mixture is ready for pumping or printing. Low-resolution printing is done by spraying the material with a compressor. Material reinforcing fiber is added between the steps.
(Author) Märten Peterson
(Supervisors) Jüri Liiv, Martin Melioranski, Renee Puusepp
(Institutions) Estonian Academy of Arts, University of Tartu





ÜMBER-KEHASTUMISED / TRANS-FORMATIONS

Tänapäeval on võimalik disainida isegi bioloogilisi süsteeme ning vastavalt vajadusele nendega manipuleerida. Erinevate mikroobide kaasabil avaneb võimalus materjale ka kasvatada, restruktureerida ja võtta kasutusele ootamatul moel.

/ Today, even biological systems can be designed and manipulated according to need. With the help of various microbes, it is also possible to grow, restructure, and utilize materials in unexpected ways.

BEEG lk 34 / p. 34

Materjal on omadustelt sarnane silikooni ja lateksiga, ent koostisosadena on kasutatud kalatööstuse ja mesilasfarmide tootmisjääke. BeeG on biolagunev, sisaldades vaid looduslikke koostisaineid. Mesilasvaha on looduslik säilitusaine, seega on BeeG parabeenivaba.

Materjal on painduv, veniv, külmas tahenev, kuumas elastne (>60°C), sulav, kuid ei põle leegiga. Lühiajaliselt on BeeG märgumatu, pikemalt veega kokku puutes imab materjal vett, kuni hakkab lagunema. Materjali värvust on võimalik mõjutada vesilahustuvate pigmentide ja värvainetega. Materjali saab korduvalt ümber sulatada ning vett lisades vastavalt soovile ka elastsemaks muuta. BeeG sobib kasutamiseks plastik- või kipsvormiga.

(Võimalikud rakendused) BeeG muutub kehatemperatuuril nahale nakkuvaks, seega on üks võimalik kasutusala proteeside valmistamine teatrigrimmi tegemisel. Kuna materjal on korduvalt sulatatav, on töövahendeid võimalik puhastada ja korduvkasutada. BeeG võib olla sobiv valik neile, kel on lateksi vastu allergia.
(Koostis) mesilasvaha, želatiin, lisaained.
(Meetod) kokku segatud koostisainetest on võimalik valmistada õhukest lehtmaterjali või valuvormiga toota ruumilisi objekte.
(Autorid) Helen Grass, Gita Siimpoeg
(Juhendajad) Katrin Kabun, Annika Kaldoja
(Asutus) Eesti Kunstiakadeemia

/ The material is similar in properties to silicone and latex, but the residues from the fish industry and bee farms are used as ingredients. BeeG is biodegradable with only natural ingredients. Beeswax is a natural preservative, so BeeG is free of paraben.

The material is flexible, stretchable, cold-hardening, heat-elastic (>60°C), meltable, but non-flammable. In the short term, BeeG is water repellent, on prolonged contact with water the material will absorb water until it begins to decompose. The color of the material can be influenced by water-soluble pigments and dyes. The material can be re-defrosted repeatedly and made more elastic by adding water. BeeG is suitable for use with plastic or gypsum molds.

(Possible applications) BeeG becomes adherent to the skin at body temperature, so one possible application is for the production of prosthetics for theater make-up. Because the material is repeatedly meltable, the tools can be cleaned and reused. BeeG may be a good choice for those who are allergic to latex.
(Ingredients) beeswax, gelatin, additives.
(Method) the blended ingredients can be used to make thin sheets or to produce spatial objects using cast molds.
(Authors) Helen Grass, Gita Siimpoeg
(Supervisors) Katrin Kabun, Annika Kaldoja
(Institution) Estonian Academy of Arts

CLICK & GROW TAIMEKASVU SUBSTRAAT SMART SOIL lk 35 / CLICK & GROW PLANT GROWTH SUBSTRATE - SMART SOIL p. 35

NASA tehnoloogiast inspireeritud taimekasvu substraat Smart Soil on loodud taimedele ideaalse kasvukeskkonna pakkumiseks. Materjali koostis ja struktuur hoolitsevad selle eest, et hapniku, vee ja pH tasemed ning toitainete kooslused oleksid taimede idanemiseks ja kasvatamiseks optimaalsed.

Substraat on sünkroonis taimede eluea erinevate vajadustega ning iga kapsel on eraldi välja töötatud konkreetse taime jaoks, vajades 95% vähem vett kui kasvatamine traditsiooniliste põllumajandusmeetoditega. Smart Soil kapslid on biolagunevad ning neis ei ole GMOsid, pestitsiide, fungitsiide, hormoone ega teisi kahjulikke aineid. Smart Soil töötati välja koostöös Tartu Ülikooli materjaliteadlastega ja tulevikus jätkuv arenduskoostöö keskendub selle veelgi keskkonnasäästlikumaks muutmisele.

(Võimalikud rakendused) Smart Soil kapslid on arendatud Click & Grow nutikate aedade ja taimekasvatussüsteemide jaoks, mis võimaldavad kasvatada taimi hüperlokaalselt. Lisaks kodus toidu kasvatamisele saab seda tehnoloogiat rakendada näiteks restoranides, poodides või kosmoseski ning parema elukeskkonna ja õhukvaliteedi loomiseks kontorites ja koolides.
(Koostis) kasvusubstraat—looduslik kookoskiud, turvas, biolagunev liimaine ning vastavalt taimedele ka seemned ja toitained.
(Meetod) kookoskiu- ja turbamass vormitakse biolaguneva liimaine abil taimekasvatussüsteemidele sobiva kujuga tükkideks. Iga vormitud tüki puhul hoolitsetakse selle eest, et neis oleks saavutatud perfektne veeimavus, poorsus, toitainete sisaldus ning et lisatavad seemned jääksid kindlalt kasvukeskkonda püsima.
(Autorid) Click & Grow, Tartu Ülikool
(Asutus/Ettevõte) Click & Grow, Tartu Ülikool

/ Smart Soil, a plant growth substrate inspired by NASA technology, is designed to provide the ideal environment for plants to grow. The composition and structure of the material ensure that the oxygen, water, pH levels and combination of nutrients are optimal for the germination and growth of the plants.

The substrate is in sync with different plant life needs, and each capsule is specifically designed for a particular plant, requiring 95% less water than cultivation using traditional agricultural methods. Smart Soil capsules are biodegradable, free of GMOs, pesticides, fungicides, hormones, and other harmful substances. Smart Soil was developed in co-operation with the material scientists at the University of Tartu, and future development cooperation will focus on making it even more environmentally friendly.

(Possible applications) Smart Soil capsules are developed for Click & Grow smart gardens and plant growing systems that make it possible to grow plants hyperlocally. In addition to growing food at home, the technology can be used in restaurants, grocery stores or event space and also for improving living environment and air quality of offices and schools.
(Composition) growth substrate - natural coconut fiber, peat, biodegradable adhesive. Seeds and right amount of nutrients are also ensured for each plant pod.
(Method) A mixture of coconut coir and peat is produced and molded with a special biodegradable adhesive into pieces that fit into plant growing systems. Perfect levels of water absorption, porosity, nutrient content and stability of added seeds are ensured for each piece.
(Authors) Click & Grow, University of Tartu
(Institution/Company) Click & Grow, University of Tartu

SIIDIHÄKK lk 36 / HACKING SILK p. 36

Loodusest tunneme siidi tugeva läikiva kiuna, mida inimesed juba üle 8500 aasta erinevas otstarbes kasutanud on. Puhastatud vedelal kujul siidivalgust on aga võimalik luua ka kilesid, geele ja tahkeid vahtusid. Selliseid alternatiivseid, looduses mitteesinevaid siidi morfoloogiaid uuriti disaini ja teadust ühendava interdistsiplinaarse koostöö vormis Tallinna Ülikooli Loodus- ja terviseteaduste instituudi laborites.

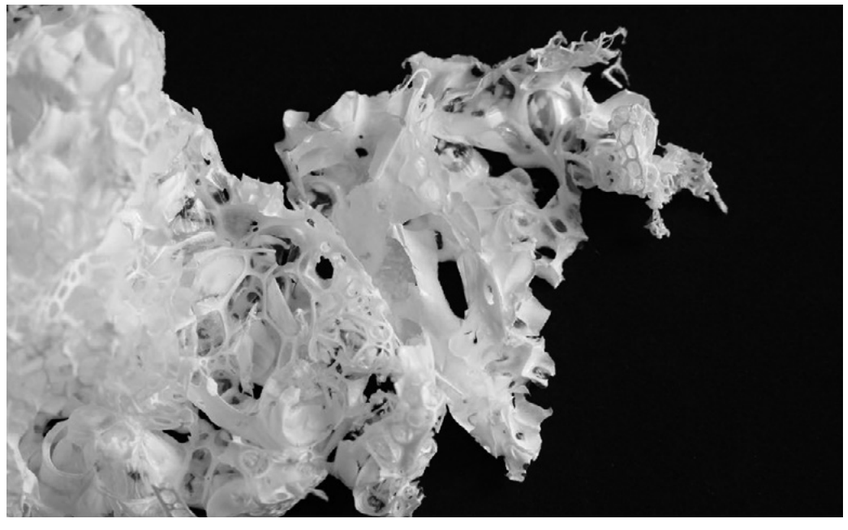
Materjalid on tehtud siidiussi Bombyx mori siidivalku ehk fibroiini ümber struktureeri-des, kasutades lähtepunktina biomeditsiinis kasutatavaid protokolle. Autorid uurivad aga, kas ja millistel tingimustel sobituksid sellised materjalid jätkusuutliku alternatiivina sünteetilistele materjalidele moe- ja luksus-töösusesse.

(Võimalikud rakendused) pehme ja kantav elektroonika, aksessuaari- ja rõivatööstus.
(Koostis) siid organza, siidivalk (fibroiin), pigment.
(Meetod) siidikookoni biokeemilise puhastamise ja lahustamise tulemusena saadakse puhas siidivalk ehk fibroiin, millele antakse seejärel erinevate kuivatamise ja manipuleerimise meetodite abil uus struktuur.
(Autor) Marie Vinter, Sirje Sasi
(Asutus) Tallinna Ülikool

/ From nature, we know silk to be a strong, shiny fiber that has been in use for a variety of purposes for over 8500 years. However, films, gels, and solid foams can also be produced from liquid purified silk protein. Such alternative silk morphologies not occurring in nature were studied in the form of interdisciplinary collaboration between designers and natural scientists at the laboratories Tallinn University's School of Natural Sciences and Health.

The materials are made by restructuring the silkworm Bombyx mori silk protein (fibroin) using protocols developed by biomedicine as a starting point. However, the authors are investigating whether and under what conditions such materials would fit into the fashion and luxury industries as a sustainable alternative to synthetic materials.

(Possible applications) soft and wearable electronics, accessories and clothing industry.
(Ingredients) silk organza, silk protein (fibroin), pigment.
(Method) the biochemical purification and dissolving of the silk cocoons results in pure silk protein (fibroin), which is then reconstructed by various drying and manipulation methods.
(Author) Marie Vinter, Sirje Sasi
(Institution) Tallinn University



MIKROFIBRILLEERITUD NANO-TSELLULOOSIST (MFC) KÕRRED lk 37 / MICROFIBRILLATED NANO-CELLULOSE (MFC) STRAWS p. 37

Tselluloos on kõige enam esinev orgaaniline aine Maal. See on oluline taastuv ja biolagunev loodusressurss. Puidus on tselluloosisisaldus 40–50%. Rakukestade ehitusmaterjalina annab see polüsahhariid taimedele mehaanilise tugevuse. Tselluloosist saab erinevate protsesside abil eraldada nanoosakesi, mis on sarnaselt tselluloosile vees lahustumatud, hüdrofiilsed ja keemiliselt muudetavad. Mikroskoopiliselt peened osad kinnituvad tugevasti üksteise külge, moodustades õrna, ent tugeva võrgu, mis on terasest 8 korda tugevam, jäigem kui Kevlar ning odavam kui teised nanoskaala materjalid. Arvatakse, et nanotselluloos asendab tulevikus biopõhise materjalina mitmeid naftapõhiseid materjale. Inglismaal kasutatakse aastas 4,7 miljardit plastikust joogikõrt, mis andis autorile sisendi keskkonda säästvamate alternatiivide leiutamiseks.

(Võimalikud rakendused) materjal on mõeldud kasutamiseks kaubanduslikes toodetes. Tselluloosi kasutatakse paberis, papis, kiles (tsellofaan), tekstiilides (viskoos, lyocell), kosmeetikas ning toidutööstuses.
(Koostis) MFC, vesi.
(Meetod) tsellulooskõrred valmistatakse kihthaaval, kastes torujat vormi nanotselluloosi massi sisse.
(Autor) Helena Manner
(Juhendajad) Kieren Jones, Stephen Hayward, Marta Giralt Dunjó
(Asutus) University of the Arts London

/ Cellulose is the most abundant organic matter on Earth. It is an important renewable and biodegradable natural resource. The wood has a cellulose content of 40-50%. As a building material for cell membranes, this polysaccharide imparts mechanical strength to plants. Nanoparticles can be separated from cellulose by various processes which, like cellulose, are water insoluble, hydrophilic and chemically modifiable. The microscopically fine parts are firmly attached to each other, forming a gentle yet strong mesh that is 8 times stronger than steel, stiffer than Kevlar and cheaper than other nanoscale materials. Nanocellulose is believed to replace many petroleum-based materials in the future as a bio-based material. In England, 4.7 billion plastic drinking straws are used each year, which gave the author input on inventing more environmentally friendly alternatives.

(Possible applications) the material is intended for use in commercial products. Cellulose is used in paper, cardboard, film (cellophane), textiles (viscose, lyocell), cosmetics, and the food industry.
(Composition) MFC, water.
(Method) cellulose straws are made in layers by dipping the tubular form into the mass of the nanocellulose.
(Author) Helena Manner
(Supervisors) Kieren Jones, Stephen Hayward, Marta Giralt Dunjó
(Institution) University of the Arts London

MÜKOPLAST lk 38 / MYCOPLAST p. 38

Seenemütseeli- ja tselluloosipõhise substraadi baasil kasvatatud materjal on maailmas laiemalt tuntud kui mükoplast. Mütseel toitub tselluloosist, moodustades samal ajal selle pinnale tugevast kitiinist koosneva kihi. Selline meetod võimaldab steriilsetes tingimustes kasvatada erisuguseid vorme.

Kasvusubstraat on nakatatud seene-niidistikuga, mis käitub liimina, muutes substraadi terviklikult koospüsivaks. Saadud materjal on kerge ja mittesüttiv. Pinna visuaalsed ning taktiilsed omadused varieeruvad. Materjal on biolagunev ning võib asendada kaua lagunevaid sünteetilisi materjale.

(Võimalikud rakendused) hetkel kasutatakse mükoplasti alternatiivse pakendimaterjalina. Lisaks on seda võimalik kasutada ruumi akustiliste omaduste parandamiseks, ruumielementide tulekindluse saavutamiseks ning erinevas skaalas objektidena.
(Koostis) lepa saepuru, seeneniidistik (Ganoderma resinaceum).
(Meetod) materjali tooraine steriliseeritakse kõrgel temperatuuril ning nakatatakse seejärel seeneniidistikuga. Seeneniidistik käitub oma substraadis liimina ning seob pudeda kasvusubstraadi kokku ühtseks massiks, mis asetatakse valitud kujuga läbipaistvasse plastvormi. Pärast substraadi täielikku koloniseerimist detail kuivatatakse, misläbi seeneniidistik hukkub. Tulemuseks on kerge biolagunev materjal.
(Autorid) Erki Nagla, Siim Karro

/ Material grown on a fungal mycelium and cellulose substrate is widely known in the world as mycoplast. The mycelium feeds on cellulose while forming a layer of strong chitin on its surface. Such a method allows the cultivation of various forms under sterile conditions.

The growth medium is inoculated with mycelium and the mycelium acts as an adhesive that makes the substrate fully cohesive. The resulting material is light and non-flammable. The visual and tactile properties of the surface vary. The material is biodegradable and can replace long-degradable synthetic materials.

(Possible applications) mycoplast is currently used as an alternative packaging material. In addition, it can be used to improve the acoustic properties of a room, to achieve fire resistance of room elements and as objects of different scales.
(Ingredients) alder sawdust, mycelium (Ganoderma resinaceum).
(Method) the raw material is sterilized at high temperature and then inoculated with mycelium. The mycelium acts as an adhesive in its substrate and binds the friable growth medium to a uniform mass which is placed in a transparent plastic mold of the selected shape. After complete colonization of the substrate, the detail is dried, thereby killing mycelium. The result is a light biodegradable material.
(Authors) Erki Nagla, Siim Karro

SCOBY KOMPOSIITMATERJAL lk 39 / SCOBY COMPOSITE MATERIAL p. 39

Bakteriaalne tselluloos (teatud ka kui teeseen) on nanoskaalal bakterite tegevuse tulemusel fermentatsiooni käigus tekkinud biolagunev materjal, mille kasvukiirust on võimalik mõjutada keskkonnatingimustega.

SCOBY komposiitmaterjali põhikomponent on ümbertöödeldud bakteriaalne tselluloos, kombucha-joogi valmistamise kõrvalsaadus, mis tavaliselt ära visatakse. Jätkuvalt arendusstaadiumis olev materjal on mõõdukalt vastupidav ning veekindel tänu erinevatele viimistlustele. Käsitsiõmmeldud kinnas ei ole hetkel kandmiseks sobiv—tegu on kontseptsioontootega. Eksponeeritava materjali eesmärgiks on jäljendada naha omadusi, kasutamata seejuures loomi või sünteetilisi koostisosasid.

(Võimalikud rakendused) moe- ja koduaksessuaarid, siseviimistlus.
(Koostis) bakteriaalne tselluloos, glütserool, lisaained.
(Meetod) purustatud teeseenele lisatakse bio-lagunevaid lisaaineid. Seejärel kuivatatakse vedel mass lausmaterjaliks.
(Autor) Riina Õun
(Asutus) Riina O, materjaliarendus toimus residentuuri ajal Green Labis, Londonis

/ Bacterial cellulose (also known as Kombucha) is a biodegradable material produced by fermentation on nanoscale as a result of bacterial activity, the growth rate of which can be influenced by environmental conditions.

The main component of SCOBY composite material is recycled bacterial cellulose, a by-product of making the kombucha drink that is usually discarded. Continuously in the development, the material is moderately durable and waterproof thanks to a variety of finishes. The hand-sewn glove is currently not suitable for wearing - it is a concept product. The purpose of the exhibited material is to mimic the properties of leather without the use of animals or synthetic ingredients.

(Possible applications) fashion and home accessories, interior decoration
(Ingredients) bacterial cellulose, glycerol, additives.
(Method) biodegradable additives are added to the crushed kombucha. The liquid mass is then dried to a non-woven material.
(Author) Riina Õun
(Institution) Riina O, material development took place during a residency at Green Lab, London

NANO-MATERJALID / NANO-MATERIALS

Üks nanomeeter on miljondik millimeetrit. Näiteks on ühe DNA-ahela suurus 2 nanomeetrit. Läbimurre teadmistes ja tehnoloogias, mis võimaldab töötada materjalidega nanomeetri mõõtkavas, on huvitav seetõttu, et paljud eluprotsessid toimuvad just selles skaalas. Molekuli tasandil disainimine võimaldab meil luua materjale nii, nagu teeb seda loodus.

/ One nanometer is one-millionth of a millimeter. For example, one DNA strand is 2 nanometers in size. The breakthrough in knowledge and technology that allows us to work with materials on a nanometer scale is interesting because many life processes take place at that scale. Designing at the molecular level will allow us to create materials like nature does.

GELATEX lk 40 / p. 40

Keemiliselt on Gelatex nahale identne tekstiil, mille valmistamisel on kasutatud naha- ja lihatööstuse jäätmetest valmistatud želatiini. Euroopa Liidus läheb 25% loomsetest jäätmetest (5 miljonit tonni aastas) hävitamisele. Selle peamiseks põhjuseks on kommertsväärtuse puudumine või probleemid tarneahelas. Riikides, kus želatiinitehaseid ei ole (nt Balti riigid) lähevad need jäätmed põletamisele. Gelatex võimaldab anda väärtuse muidu raisku läinud naha- ja lihatööstusest pärit loomsetele jäätmetele.

Gelatex koosneb looduslikest elektrokedratud nano-ja mikrokiududest, mille jäikust, paksust, veekindlust, värvi, tekstuuri ja muid omadusi on võimalik spetsiifilise tootmise ja viimistlemise käigus muuta. Materjal on arendusjärgus ning praegu tegeletakse murdumiskindluse parendamise ja lõppviimistlusega. Gelatexi tootmisest ei kandu loodusesse mürgist reovett ning töökeskkond on tootmistöölistele ohutu.

(Võimalikud rakendused) aksessuaarid ja rõivad. Hilisemas staadiumis mööbli- ja sisustusvaldkond ning autotööstus. Toodet on võimalik kasutada igas rakenduses naha asemel.
(Koostis) želatiin, glükoos, puuvill, looduslikud õlid.
(Meetod) želatiinist, glükoosist ja teistest looduslikest ainetest tehakse lahus, millest toodetakse kiuline lausmaterjal. See omakorda kuumutatakse ja pressitakse. Suurema tugevuse saavutamiseks materjal lamineeritakse ja viimistletakse erinevate looduslike õlidega.
(Autor) Märt-Erik Martens
Ettevõte: Gelatex Technologies OÜ

/ Chemically, Gelatex is a textile identical to leather. It is manufactured from gelatin, a waste from leather and meat industries. In the European Union, 25% of animal waste (5 million tonnes per year) is destroyed. The main reason for this is the lack of commercial value or problems in the supply chain. In countries where there are no gelatin factories (e.g., the Baltic States), this waste is incinerated. Gelatex makes it possible to add value to animal waste from leather and meat industry that would otherwise be wasted.

Gelatex consists of natural electro-spun nano- and microfibers. Rigidity, thickness, water resistance, color, texture, and other properties can be modified during specific production and finishing. The material is under development and is currently undergoing refinement and finishing. Gelatex production does not release toxic wastewater into the environment and the working conditions are safe for manufacturing workers.

(Possible applications) accessories and clothing. In later stadium also furniture and interior applications as well as car industry, replacing leather.
(Ingredients) gelatin, glucose, cotton, natural oils.
(Method) preparation of the solution of gelatin, glucose, and other natural substances is followed by the production of fibers into non-wovens which are then heated and pressed. For greater strength, the material is laminated and finished with various natural oils.
(Author) Märt-Erik Martens
Company: Gelatex Technologies OÜ

HAAVAKATTED lk 41 / WOUND DRESSING p. 41

Nano- ja mikrokiulised haavakattematerjalid on valmistatud elektroketruse tehnoloogia abil, kasutades erinevaid polümeere, raviaineid, baktereid. Varieerides elektroketruse lahuse koostist, protsessi või ümbritseva keskkonna tingimusi on võimalik muuta kedratava kiu struktuuri, suurust ja poorsust.

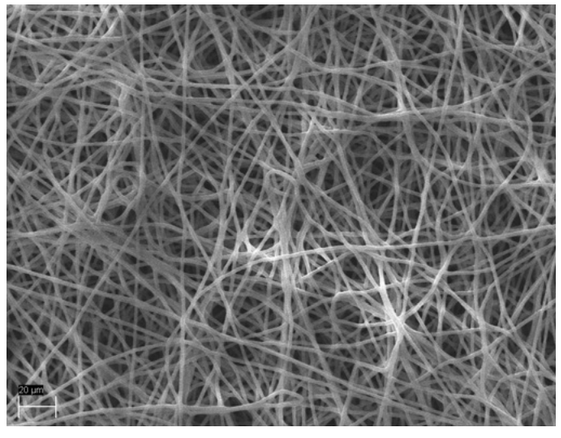
Materjali struktuurile on lisatud antimikroobseid raviaineid ja elusbaktereid, mis on võimelised tootma mikroobivastaseid aineid. Tänu sellele on materjale võimalik kasutada nutikate haavakattematerjalidena, mis võimaldavad tõhusamalt võidelda haavainfektsiooni vastu, aitavad kaasa haava paranemisele ning on võimelised vastavalt keskkonnatingimuste muutumisele muutma oma omadusi. Näiteks hakkavad bakterid infektsiooni tekkimisel tootma antimikroobseid aineid.

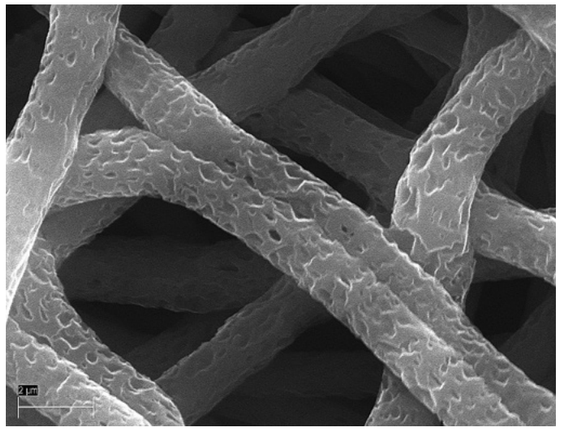
(Võimalikud rakendused) lisaks biotehnoloogilistele rakendustele meditsiinis on neid materjale võimalik kasutada ka vee puhastamisel filtersüsteemides, samuti antimikroobsete ainete tootmises.
(Koostis) looduslikud, sünteetilised ja kombineeritud polümeerid, antibakteriaalsed ja -mikroobsed raviained, bakterid.
(Meetod) materjal on valmistatud elektroketruse meetodil, kasutades erinevate polümeeride lahuseid.
(Autor) Karin Kogermann, Tanel Tenson, Marta Putrinš
(Asutus) Tartu Ülikooli farmaatsia instituut/ tehnoloogiainstituut

/ Nanofiber and microfiber wound dressing materials are made by electrospinning technology, using different polymers, therapeutic agents, and bacteria. By varying the composition of the electrospinning solution, the process or ambient conditions, it is possible to change the structure, size, and porosity of the spun fiber.

Antimicrobial drugs and live bacteria capable of producing antimicrobial agents have been added to the material structure. As a result, the materials can be used as smart wound dressing materials, which allow for a more effective fight against wound infection, contribute to wound healing and are able to change their properties as environmental conditions change. For example, bacteria start producing antimicrobial agents when an infection occurs.

(Possible applications) in addition to biotechnological applications in medicine, these materials can also be used in water purification in filter systems as well as in the production of antimicrobial agents.
(Ingredients) natural, synthetic and combined polymers, antibacterial and microbial therapeutic agents, bacteria.
(Method) the material is made by electrospinning using solutions of different polymers.
(Author) Karin Kogermann, Tanel Tenson, Marta Putrinš
(Institution) Institute of Pharmacy/ Institute of Technology, University of Tartu





KARBIIDNE SÜSINIK lk 42 / CURVED GRAPHENE p. 42

Skeleton Technologies superkondensaatorite jõudluse keskmes on Skeletoni patenteeritud nanotehnoloogiline toormaterjal – karbiidne süsinik. Karbiidne süsinik erineb märkimisväärselt teiste superkondensaatorite tootjate poolt kasutatavatest aktiivsöe vormidest. Kui tavapäraselt kasutatakse superkondensaatorite lähtematerjali, aktiivsöe, valmistamiseks orgaanilist lähtematerjali, milleks on enamasti kookospähklite kestadest valmistatud süsinik, siis Skeleton kasutab ainsana patendeeritud sünteesimeetodiga anorgaanilist lähteainet. Karbiidse süsiniku kasutamine on üks võtmetegur Skeleton Technologies superkondensaatorite võimsus- ja energiatiheduse saavutamisel.

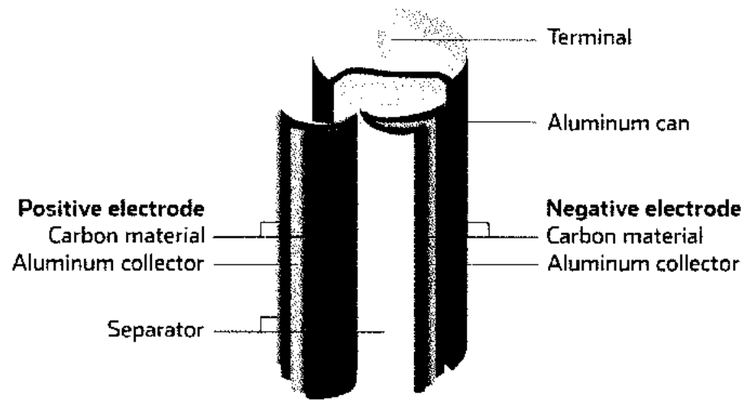
Tänu kõrgemale võimsustihedusele on vaja samaväärse võimsuse saavutamiseks vähem ruumi ja kaalu. Karbiidse süsiniku kasutusega saavutatav võimsustiheduse kasv avab mitmed kasutusvõimalused, kus varasemalt superkondensaatorite kasutamine ei olnud võimalik, tuues kaasa energia- ja kulude kokkuhoiu.

(Võimalikud rakendused ja kasutusalad) superkondensaatorite põhine energiasalvestus, mitmete tööstusharude elektrifitseerimine ja hübridiseerimine, sh autotööstus, transport, taastuvenergia, elektrivõrgu energiasalvestus, kosmosetööstus
(Meetod) salastatud
(Materjalide loetelu) salastatud
(Ettevõte) Skeleton Technologies

/ Curved graphene enables much higher power density compared to other ultracapacitors on the market. This results in much lower space requirements as well as lower weight, and ultimately cost. Curved graphene enables the application of ultracapacitors in a number of applications that would not otherwise be possible, which in turn creates energy and cost savings.

At the heart of Skeleton Technologies' ultracapacitors, the performance advantage is Skeleton's nanotechnology research into our patented raw material, "Curved Graphene. Curved graphene differs significantly from regular activated carbons, which are used by other ultracapacitor manufacturers. All other ultracapacitor manufacturers use organic pre-cursor materials, mostly carbon made from coconut, but Skeleton is the only company to use an inorganic pre-cursor and has patented the synthesis process for the proprietary material. The use of curved graphene is one of the key factors in achieving the superior power and energy density of Skeleton Technologies ultracapacitors.

(Potential applications and fields of use) Ultracapacitor energy storage, enabling hybridization and electrification of a number of industries from automotive, transportation, and renewable energy to grid energy storage and aerospace.
(Method) Classified
(List of materials) Classified
(Company) Skeleton Technologies



ELEKTROKETRUSE ABIL TOODETUD SÜSINIK-NANOMATERJAL lk 43 / CARBON NANOMATERIAL PRODUCED BY ELECTROSPINNING p. 43

Nanokiuline materjal valmistatakse elektroketrusprotsessis. Nanokiuline struktuur annab materjalile suure eripinna, mis on oluline elektrienergia talletamiseks, lisaks head mehaanilised ehk painduvusomadused. Kiud sisaldavad peale polümeerse maatriksi veel suures koguses süsiniku allotroope, mis annavad materjalile elektrilise kaksikkihi tüüpi mahtuvuse, mida kasutatakse superkondensaatorites. Ioonsed vedelikud aitavad süsiniku nanoosakesi jaotada ühtlaselt ning lisavad kiududele elektrijuhtivusomadusi.

(Võimalikud rakendused) superkondensaatorite elektroodid ja sensormaterjalid painduva elektroonika, kosmsosetööstuse ja nutitekstiilide valdkonnas.
(Koostis) termoplastsed polümeerid, ioonsed vedelikud, süsiniku allotroobid.
(Meetod) elektroketrustehnoloogia.
(Autorid) Andres Krumme, Elvira Tarasova, Viktroria Vassiljeva, Illia Krasnou, Siret Malmberg, Mihkel Viirsalu, Tiia Plamus (Tallinna Tehnikaülikool), Mati Arulepp, Jaan Leis (Skeleton Technologies OÜ)
(Asutus/Ettevõte) Tallinna Tehnikaülikool, Skeleton Technologies OÜ

/ The nanofibre material is produced by an electrospinning process. The nanofiber structure gives the material a large specific surface area, which is important for storing electricity, and good mechanical or flexural properties. The fibers contain, in addition to the polymeric matrix, a large amount of carbon allotropes which give the material an electrical bilayer type capacitance that is used in supercapacitors. Ionic liquids help to distribute the carbon nanoparticles evenly and add electrical conductivity to the fibers.

(Possible applications) supercapacitor electrodes and sensor materials for flexible electronics, aerospace and smart textiles.
(Composition) thermoplastic polymers, ionic liquids, carbon allotropes.
(Method) Electrospinning technology.
(Authors) Andres Krumme, Elvira Tarasova, Viktroria Vasilieva, Illia Krasnou, Siret Malmberg, Mihkel Viirsalu, Tiia Plamus (Tallinn University of Technology), Mati Arulepp, Jaan Leis (Skeleton Technologies OÜ)
(Institution/Company) Tallinn University of Technology, Skeleton Technologies OÜ

ELEKTROKEDRATUD PIESO-ELEKTRILINE KOMPOSIITNIIT lk 44 / ELECTROSPUN PIEZOELECTRIC COMPOSITE FILAMENT p. 44

Tallinna Tehnikaülikoolis valmistatud piesoelektriline niit toodab energiat, kui avaldada sellele survet. Materjali mehhaaniliselt mõjutades, näiteks painutades, genereeritakse elektrilaengud, mis kantakse mööda elektrit juhtivaid niidikihte tarbijani. Niit on tänu ülimalt väikesele kiudude läbimõõdule painduv ja vastupidav. Ühtlasi ka siidiselt pehme. Selliste omadustega materjali pole niidi kujul kiulisena varem valmistatud.

(Võimalikud rakendused) sensormaterjalid ning mikrogeneraatorid painduva elektroonika, kosmsosetööstuse ja nutitekstiilide valdkonnas.
(Koostis) Shieldex® hõbetatud polüamiidniit, polüvinüülideenfloriid (PVDF), nanokiud.
(Meetod) niit valmistatakse elektroketrustehnoloogia abil ja koosneb kolmest kihist: olemasolev südamikniit, mis on valmistatud hõbetatud polüamiidist ja sisemisest elektroodist, tõmmatakse läbi elektroketrusseadme, kus elektrostaatiliste jõudude mõjul moodustatakse lahustatud PVDF massist nanokiud. Seadmes valitseva õhukeerise toimel keritakse nanokiud ümber südamiku ning kaetud südamik tõmmatakse seadmest välja poolile. Järgmises etapis võetakse poolis olev PVDF-iga kaetud niit ning asetatakse keerutusseadmesse, kus see korrutatakse välimise elektroodiga, mis on sama niit, mida kasutatakse ka südamikuks.
(Autor) Mihkel Viirsalu
(Juhendaja) Andres Krumme
(Asutus) Tallinna Tehnikaülikool

/ The piezoelectric thread produces energy when pressure is applied to it. By mechanically influencing the material, for example by bending, electrical charges are generated which are carried along electrically conductive filament layers to the consumer. Thanks to its extremely small fiber diameter, this filament is flexible and durable. It is also silky soft. Material having such properties has never previously been made in the form of a fiber filament.

(Possible applications) Sensor materials and microgenerators in the areas of flexible electronics, aerospace and smart textiles.
(Composition) Shieldex® silver-plated polyamide filament, polyvinylidene fluoride (PVDF), nanofibre.
(Method) the filament is made by electrospinning technology and consists of three layers: the existing core thread, which is made of silvered polyamide and inner electrode is pulled through an electrode spinning device, whereby, under the influence of electrostatic forces, a nanofiber is formed from the mass of dissolved PVDF. The air vortex in the device causes the nanofibres to be wound around the core, and the coated core is pulled out of the appliance to the coil. In the next step, the stranded PVDF-coated thread is taken and placed in a twisting device, where it is twisted with an outer electrode, which is the same thread used as the core.
(Author) Mihkel Viirsalu
(Supervisor) Andres Krumme
(Institution) Tallinn University of Technology

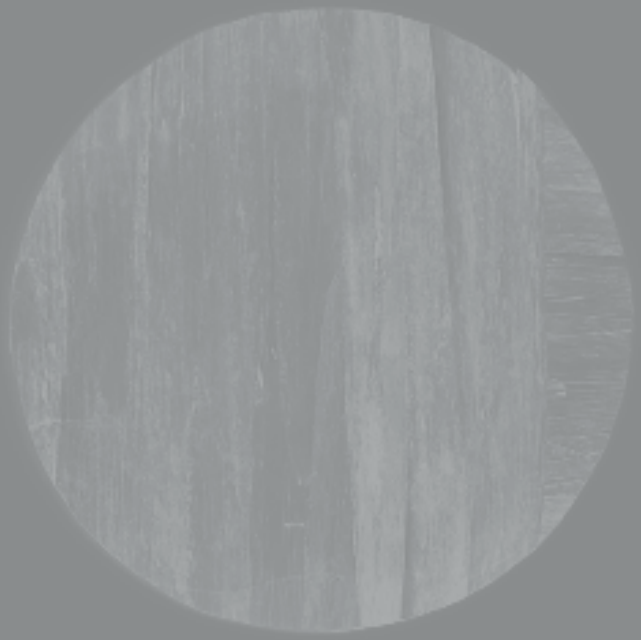
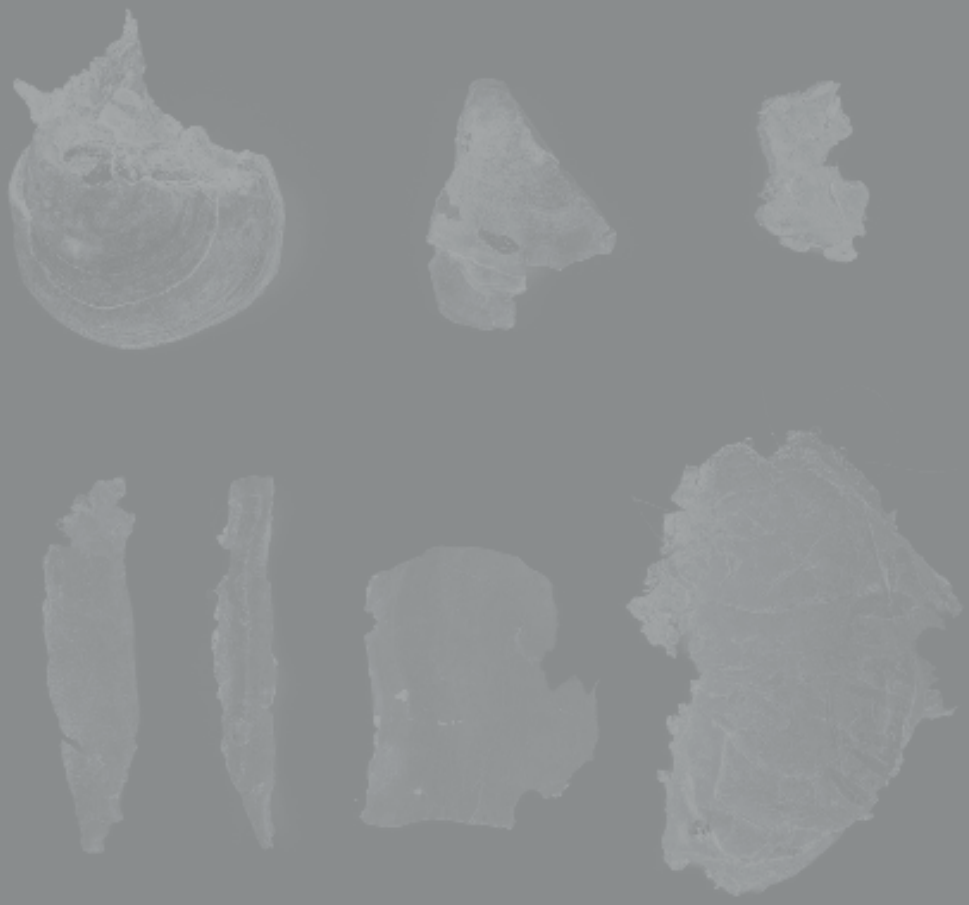
ELEKTROKETRUS lk 45 / ELECTROSPINNING p. 45

Elektroketrus tähendab polümeeri lahuse kiududeks muutmist kõrgepingeväljas. Selle meetodi abil saab toota suurel hulgal ülipeenikest lõnga ehk nanokiudu. Elekroketrusmasin on mõeldud mittekootud nanokiuliste membraanide valmistamiseks. Seade koosneb polümeerilahusega täidetud süstlast/nõelast, mille külge on ühendatud kõrgepingeseade, süstlapumbast ning maandatud trummelkollektorist. Kõrgepinge rakendamisel polümeerilahusele tõmmatakse nõela otsa tekkinud tilgast ülipeenikesed kiud elektrivälja mõjul trumli poole ning deposeeruvad maandatud pinnal. Trumli pöörlemise tõttu jaotuvad kiud pinnale ühtlaselt moodustades nanokiulise membraani.

Kiudude peenikese läbimõõdu tõttu omab elektrokedratud membraan suurt eripinda mistõttu on see huvi pakkuv materjal nii meditsiini-, filtri- kui ka elektroonikatööstuses.

(Võimalikud rakendused) meditsiin, elektroonikatööstus, tehnilised tekstiilid, rõivad, aksessuaarid.
(Materjalid) polümeerid (nii looduslikud, sünteetilised kui kombineeritud)
(Asutus) Tallinna Tehnikaülikool

/ Electrospinning refers to the process of converting a polymer solution into fibers in a high voltage field. This method can be used to produce a large amount of ultra-fine yarn or nanofibres. The machine being exposed is designed for preparation of nanofibre nonwoven membranes. Setup consists of the syringe/needle filled with the polymer solution which is connected to high-voltage power supply, a syringe pump and a earth-grounded drum collector. When high voltage is applied to the polymer solution, ultra-fine polymer filaments will be drawn due to electrostatic forces towards to the drum and will be deposited on the earth-grounded surface. As the drum is rotating, it enables the uniform distribution of the fibers on the drum surface in the form of nanofibre membrane.

Since the fibres have small diameter, the membrane has huge free surface area and therefore this material is creating general interest in medicine, filter and electronics industries.

(Possible applications) medicine, electronics industry, technical textiles, clothing, accessories.
(Materials) polymers (natural, synthetic or combined)
(Institution) Tallinn University of Technology