

**Tehnikamaailma artikkel riietuse tehnoloogiast, selle areng kaasajal, eriti viimastel aegadel kui arvati, et looduslikud kangad ei paku tänapäevastele kõrgtehnoloogilistele kangastele enam konkurentsi.**

Artikkel ilmus ajakirjas 11/2007

## **Tehnoloogia riietab**

Inimkeha ja riietus moodustavad üheskoos keerulise terviku, mida võib nimetada ka tehniliseks. Samas on paljudel kadunud arusaam, millal ja kuidas riietuda – siin ei ole jutt moest, vaid sobitumisest ümbritseva keskkonnaga. Ilmad-olud on meil, nagu on, valesti valitud rõivad võivad saada isegi ohtlikuks. Ja ohtudena on lisandunud nähtusi, mida isaisad ei tundnudki.

Tormi Soorsk, Juhapekka Tukiainen  
Fotod Hannu Häyhä ja Juhapekka Tukiainen

Mitte nii väga ammu teadis igaüks midagi selgapandava omadustest, sest muidu ähvardas kas läbimärjaks saamine või külmumine. Valikuid oli siis vähe ja teadmised riiete omadustest seevõrra lihtsamad – millal siidkleit ja millal kasukas. Kunstkiust valmistatud rõivaste ilmumisega läks pilt kirjuks – võta kinni, mis peab vihma või mis ei aja higistama. Enam-vähem samal ajal selliste rõivaste ilmumisega sai järjest rohkem tööd tegevaid inimesi kurja ilma eest varju alla ja riietus ei mänginud pealtnäha enam nii suurt rolli kui enne. Näiteks võib traktorist moodsa masina kabiinis endale sobiva keskkonna ise kujundada, seega riitele justkui vilistada. Enamik töölkäijaid sõidab autoga uksest ukse, nii pole ka siis seljasoleval ilma seisukohast suurt tähtsust. Küll aga peavad inimesed järjest enam teadma, mida panna selga vaba aja veetmisel või ekstreemsetes oludes töötades. Nii nihkub esiplaanile mõju tervisele. Ja paras koht on korrata, et pole olemas halba ilma, on vaid valesti valitud rõivad.

## **Aafrika riiete sees**

Riietustehnoloogiaga tutvumist tuleks alustada füsioloogia kaudu. Inimest saab tehniliselt kirjeldada kui üpris kuumana töötavat masinat, millel on küllaltki efektiivne vesijahutus. Parema kujutluspildi saamiseks endas peituvast masinast tuleks peos hoida vähemalt 75vatist põlevat hõõglampi ja samal ajal kallata krae vahele liiter vett. Keha kiirgab täielikus puhkeasendis soojuskiirgust, mis võrdub 75 vatiga, kõvasti rabeldes võib see tõusta 2000 vatini ehk umbkaudu sellele tasemele, mis iseloomustab elektripliidi suurt keeduplaati. Liiter higi on omakorda see kogus, mille organism võib eritada raske füüsilise töö korral tunni ajaga. Higi eritub kogu aeg, vähim kogus puhkeasendis on neljandik detsiliitrit tunnis. Riietustehnoloogia mõtlebki sellele, kuidas juhtida neid soojuse ja vedeliku vooge nii, et inimene tunneks end mugavalt.

Õige riietumise tähtsust on kerge katsetada. Heitke õige korraks ajakiri kõrvale ja võtke end alasti. Enesetunne on hea, kui ümbritseva õhu niiskussprotsent on alla saja ja temperatuur jääb 28–35 kraadi vahele. Kui need numbrid pole sellised, tunnete seda kohe, sest organismi kaitsemehhanismid asuvad tööle.

Ilma riieteta tuleb toime vaid seal, kust inimkond pärineb: palmipuude all, ekvaatorist sobival kaugusel. Eestis võib selliseid olusid heal juhul kogeda vaid juulikuu kaunemal päevil.

Suurim väljakutse riietusele meie oludes on kusagil oktoobrist aprillini, kui ühele halvale ilmanähtusele võib lisanduda veel teine ja kolmaski.

### **Füsioloogia füüsika**

Riietumisel tuleb niisiis eelkõige lähtuda soojust-külmast, vee eemalejuhtimisest või -hoidmisest ja tuulepidavusest, alles seejärel saab keskenduda näiteks turvalisele sõidule mootorrattal, jahilkäigu õnnestumisele või mäestlaskumise rõõmule.

Kontroll soojust üle on tähtsaim tegur, sest kui lihaste töö käigus vabanenud energiast tekkinud soojus jääks organismi, hakkaks rakkude proteiin umbes 45 kraadi juures paksenema ja oleksime nagu keedetud kanamuna. Ülemäärane soojus on vaja kiiresti juhtida organismist välja ja see toimub põhimõtteliselt kolmel, kuid praktikas neljal viisil.

**Evaporatsioon** ehk aurumine kannab energiat üle vedeliku ehk siis higi gaasiliseks muutumise teel. Füüsiliselt on see üks konvektsiooni mooduseid. Riietumise juures peetakse silmas just higistamist, kuid higi tekkimine keha pinnale ei jahuta veel organismi, soojus eraldub alles siis, kui higi aurustub.

**Konduktsioon** ehk soojust otsene ära andmine toimub kahe vahetus kontaktis oleva objekti vahel, kus külmem võtab soojemast energiat ära. Kõige paremini teeb seda märg riietus – märg kannab soojust edasi 23 korda kiiremini kui kuiv.

**Konvektsioon** ehk soojust ülekandmine liikuvate aineosakeste abil – siin on silmas peetud tuult. Ja tuul võib keha jahutada sageli liigaltki.

Neljas soojust ära andmise moodus on soojuskiirgus ehk **radiatsioon**, mille reguleerimine on suhteliselt lihtne, võrreldes kolme eespool nimetatud vähemtuntud mehhanismiga. Seda moodust kasutavad kõik terve mõistusega inimesed: lisavad riideid siis, kui on külm, ja võtavad vähemaks, kui on kuum.

### **Neil Armstrongi kaablid**

Evaporatsiooni, konduktsiooni ja konvektsiooni üheaegne sobivas vahekorras hoidmine riietumisel on paras pähele, sest väiksemastki kõrvalekaldest soojus- või niiskuserežiimis võib olemine muutuda veerand tunniga talumatuks. Üks soojuskiirguse reguleerimise tõhusamatest abivahenditest on polütetrafluoroetüleen (PTFE), materjal, mida rohkem tuntakse kaubamärgi Teflon all.

Kompaniis DuPont töötanud insener W. L. Gore innustus sellest materjalist juba 1950ndail aastail, kuid esimeseks kasutuskohaks ei saanud tal siiski mitte rõivad, vaid kaabliisolatsioon. Esimene astronaut Neil Armstrong ei olnud riietunud PTFE-sse, kuid ta asetas Kuu pinnale seismograafilisi seadmeid, mille kaablid olid kaetud Gore'i arendatud materjaliga.

Astronaudid panid end esimest korda sellest materjalist riietesse kosmosesüstiku Columbia esmalennul 1981.

Gore'i tefloni edasiarendus on teadagi Gore-Tex, mis hiljem on saanud lugematu arvu võistlejaid, sh ka praegu hästi tuntud kilekanga Drymaxxi (polüamiidkiud).

Bill Gore'i tegi suureks asjaolu, et tal tuli mõtte kasutada uut materjali ka inimese kaitseks ilma eest. Ta arendas mitmeks otstarbeks kasutatavast aineist sellise versiooni, kus õhukesse kilesse oli ruutsentimeetrisele alale tehtud miljard ava. Avad olid 20 000 korda väiksemad kui uduvihma vihmapiisar, kuid 700 korda suuremad kui higist aurustunud veemolekul. Seetõttu pääsesid molekulid seest välja, kuid vihmapiisad väljastpoolt sisse mitte.

Selline ühepoolne avatus-suletus ongi võti higi aurumiseks. Higi ei kogune ihu jahtumist põhjustavaks niiskuseks, vaid pääseb auru kujul ära juhtima organismi tekitatud liigsoojust. Kuna kile peab lisaks ka tuult, hoiab ta ära liigsed soojakaod.

Äkiliselt nagu valgusähvatus näis selline kile lahendavat kõik riietumisega kaasnevad probleemid.

## Teooria ja praktika

Teoreetiliselt kõik oligi nii, kuid praktikas selgus, et selline kile toimib suurepäraselt vaid päikeselisel suvepäeval. Kile laseb küll higi välja, kuid ega sellest piisa, kui ümbritseva õhu kõrge niiskusprotsendi tõttu ei pääse see kile välispinnalt aurustuma. Tavalise riietuja jaoks tähendab see seda, et niiske või vihmase ilmaga kipuvad riided seljas vägisi higist märguma, kuigi seljas on tuntud firma kallis toode. Just seetõttu peab meie kliimas riietumisel silmas pidama ka muid tegureid. Organismi soojus- ja niiskustasakaalu ei õnnestu lahendada vaid soolast hinda maksva firmatootega.

Teistpidi ei õnnestu neid probleeme lahendada ka lihtsalt esivanemate riietustavade juurde tagasipöördumisega. Kui selliseid riideid ehk õnnestukski veel kuidagi hankida, siis asjassepuutuvad teadmised oleme kindlasti unustanud. Või mitte?

Igikestva juulikuu loomine riiete alla õnnestub alles siis, kui oskame teooria sobivalt ühendada praktikaga. Siis lakkab ilm mõjutamast meie elurütmi ja soove ning välja võime minna just nii sageli kui soovime. Ehk siis iga päev.

## Tampere higistatakse meie eest

Selle probleemi lahendamiseks tegeldakse ka Tampere tehnikaülikooli SmartWearLabi laboris, kus meie eest on higistamas C52 suuruses soojusnukk Coppelius. Nagu meiegi, higistab see nukk enim kaenla alt ja tema sõrmed-varbad kipuvad esimestena külma tundma. Kokku on tal 187 higistamisava ja 18 eraldi seatavat/töötavat soojuspiirkonda. Koduks on tal ruum, kus temperatuure saab vahetada pluss 50st miinus 50ni ning muuta õhuniiskuse protsenti 0st 100ni.

Saavutatud on juba palju, kuid veel rohkem on ees. Laboris on näiteks uuritud nn intelligentseid sooja hoidvaid-tootvaid kangaid. Sellistel kangastel on mikrokapslid, mille abil riietus püüab hoida seatud temperatuuri. Kui eesmärgiks on, et kangas hoiaks 28kraadist temperatuuri, siis külmemas keskkonnas hakkab ta lisasooja tootma ja kuumemas jahutama. Nende kangaste osas ollakse praegusel hetkel siiski veel üpris alguses, kuna reageerivat ainet sisaldavad kapslid ei ole veel eriti efektiivsed. Ja raske on ette kujutada kangast, mis oleks kaetud sentimeetripaksuse mikrokapslite kihiga. Aga kapslite suutlikkust loodetakse lähitulevikus tõsta.

Aga saavutatud on muudki. Näiteks päästetöötajate-tuletõrjujate riietusse peidetud andurid, mis saadavad andmeid ümbritsevast temperatuurist kustutustööde juhi arvutisse. Juht saab siis mehi kamandada liialt kuumadest kohtadest tagasi tulema.

Lähitulevik töötab ka muid huvitavaid lisasid. Näiteks rõivaid, mida saab elektrooniliselt soojendada nagu varasemast ajast tuntud elektrisoojendusega patju. Või T-särk, mis on videopildi kuvariks, ehk sõdurite munder, mis vahetab värvi ja mustrit vastavalt maastikule. Või see, et ärimehe pintsakul võib sobivas kohas olla elektrooniline kalender ja jaki seljaosas päikesepaneel, mille abil saab laadida mobiili.

## Mõõtühikute raske võrreldavus

Kõrgtehnoloogiliste riiete puhul räägitakse neid iseloomustavatest sentimeetritest, tundidest, vattidest ja kraadidest, aga tavainimese jaoks nad palju ei ütle – kui üldse. Kõige segasemad on lood aga riiete hingavuse määramisega.

Füüsiliselt tähendab riide **hingavus** vee(higi)auru läbilaskvust. Praegu otsitakse üleeuroopalist standardit, millega seda mõõta. Seni võib ühe mõõtmistava järgi saada lugemi 30 000, teisega 6000 – võta siis kinni, mis on õige. Arvatavasti pääseb selleks standardiks viis, mis kirjeldab, kui mitu grammi veeauru laseb materjali ruutmeeter läbi ööpäevas. Kui see näitaja jääb alla 3000 grammi ehk kolme liitri, on materjali hingavus halb – keha kattub kiiresti higiga. Kui üle 15 000 grammi, on hingavus hea.

Materjali **veepidavusega** on asjad selgemad. Seda mõõdetakse õnneks ühtmoodi: kangale tekitatakse pidevalt kasvav veesurve ja jälgitakse, millal vesi hakkab materjalist läbi tungima.

Veesamba kõrgust mõõdetakse sentimeetrites. Tavaline puuvillane kangas hakkab vett läbi laskma, kui samba kõrgus on alla 10 cm, vett hülgev mikrokiust kangas peab välja 80 cm veesamba surve.

Šveitsi armee uurimisrühm katsetas, milline peaks olema märjas metsas roomavate sõdurite mundri veekindlus. Tulemuseks saadi 400 cm veesammast – see peaks ka praktiliselt olema vettpidava kanga ülempiir.

Materjali veepidavus on otseses seoses **mehaanilise vastupidavusega**. Katsetes kortsutatakse materjali 9000 korda ja mõõdetakse siis tema veepidavust uuesti. Siiski ei näita selline katse seda, kaua kangas kestab, vaid vastab küsimusele, kas kangas läbis testi või ei.

Soojapidavusega on väheke keerulisem lugu, sest see on rohkem n-ö maitse asi, kui numbritega määratav. Mida enam end liigutatakse, seda vähem on riideid vaja, ja vastupidi. Soojapidavuse (soojusisolatsiooni) mõõtmisel on kasutusele võetud ühik clo. See tuleb ingliskeelsest sõnast *clothing* ehk riietus. Clo näitab riietuse soojapidavust, milles on inimesel kontoris istudes komfortne olla. Kui täpsemalt, siis üks clo võrdub  $0,155 \text{ m}^2 \text{ } ^\circ\text{C/W}$ , kuid igapäevaselt piisab lihtsalt clost.

Udusulgedest jope soojapidavus on umbes 3 clod, polaaruuri ja magamiskotil umbes 6.

Suveriituse soojapidavus on umbes 0,2 clod.

## **Soomusrüü molekuli tasandil**

Parimaid kehakatteid, mida hetke tehnoloogia pakkuda suudab, on alati nõudnud mootorrattasõit. Kõige taga on sõitja turvalisus.

Suurim uudis mootorrattureile mõeldud riietuses on APSi kasutamine. See inglise päritolu uudistood on hämmastav. Tavaolekus on ta elastne kui plastiliin. Löögi puhul aga kõveneb ta sekundi murdosa jooksul, kuid seejärel muutub taas pehmeks.

Seda materjali on Rukkas maailmas esimesena kasutatud mootorratturite varustuse SRO Anatomic juures. APS on painduv nagu kangas, kuid löögi/kukkumise korral muutub kaitsvaks raudrüüks.

Üldse on tänapäevane mootorratturi riietus keeruline tehniline kogum. Siin on kümneid regulaatoreid, õhuavasid, sulgureid ja peaaegu kõik nad on erinevast materjalist. Näiteks kaelusest võib leida habemetüügaste pikaajalist torkimist taluva neopreenist tihendi, reite sisekülgedel on mootori kuumust leevendavad Dynatec-paksendid, istmikul aga peaaegu kuulivesti meenutav, kulumiskindel Keprotec-padjand. Gore-Texi on tarvitatud eri kohtades eri otstarbeks. Ei puudu ka omal ajal astronautide jaoks leiutatud Outlast-kile, mille ühel ruutsentimeetril on kolm miljonit soojuserinevusi tasandavat kapslit.

Need erinevad materjalid tuleb aga omavahel sümfooniaorkestrina õigesti mängima sobitada, sest üks materjal võib märjaks saades kokku tõmbuda, teine venida. Kogu see orkester peab ju mängima veatult, kaitstes nii enduromeest higistamise kui maanteel sõitjat tuule eest.

## **Looduslikud kiud tulevad tagasi**

Kui kuulata praeguseid riie valmistajaid, siis tuleks kõik looduslikud materjalid heita prügikasti. Nad väidavad, et kui riietumisel tarvitada PTFE-kilest ja soojustisoleerivast fliisist riideid ning niiskust eemalejuhtivat polüesterpesu, läheks efekt täiesti untsu, kui kusagile sinna vahele panna ükski puuvillane riietuse. Aurumine katkeks ja keha jahtuks hetkega. Põhimõtteliselt peab see paika, kui ei teata, mida tehakse. Kuid looduslikud kiud on saanud oma hea maine tagasi tänu kaalukatele uurimustele. Möödunud talvel tegi näiteks nelja inglise ülikooli esindajatest koosnev uurimisrühm teoks ühe sellise projekti, mis peaks looduslike materjalide maine hoobilt taastama.

Ajendiks sai juhtunu kaugest minevikust. 1924. aastal külmus katsel Mount Everesti vallutada surnuks alpinist George Mallory. Tema laip leiti alles 1999. aastal, mille järel puhkes äge





Ilma ise nägemata on raske uskuda APSi omadusi. Tavaolekus on ta kui pehme voolimisvaha. Kui sama materjal saab piisavalt tugeva löögi, muutub ta kõvaks kui hokilitter, kaitses riietuses paigutatuna kasutajat.

väiksemad kui uduvihma vihmapiisar, kuid 700 korda suuremad kui higist aurustunud veemolekul. Seetõttu pääsesid molekulid seest välja, kuid vihmapiisad väljastpoolt sisse mitte.

Selline ühepoolne avatus-suletus ongi võti higi aurumiseks. Higi ei kogune ihu jahutamist põhjustavaks niiskuseks, vaid pääseb auru kujul ära juhtima organismi tekitatud liigsoojust. Kuna kile peab lisaks ka tuult, hoiab ta ära liigsed soojakaod.

Äkiliselt nagu valgusähvatus näis selline kile lahendavat kõik riietumise- ja kaasnevad probleemid.

## Teooria ja praktika

Teoreetiliselt kõik oligi nii, kuid praktikas selgus, et selline kile toimib suurepäraselt vaid päikeselisel suvepäeval. Kile laseb küll higi välja, kuid ega sellest piisa, kui ümbritseva õhu kõrge niiskussprotsendi tõttu ei pääse see kile välispinnalt aurustuma. Tavalise riietuja jaoks tähendab see seda, et niiske või vihmase ilmaga kipuvad riided seljas vagisi higist määruma, kuigi seljas on tuntud firma kallid tooted. Just seetõttu peab meie kliimas riietumisel silmas pidama ka muid tegureid. Organismi soojus- ja niiskustasakaalu ei õnnestu lahendada vaid firmatootega.

Teistpidi ei õnnestu neid probleeme lahendada ka lihtsalt esivanemate riietustavade juurde tagasipöördumisega. Kui selliseid riideid ehk õnnetsuksi veel kuidagi hankida, siis asjassepuutuvad teadmised oleme kindlasti unustanud. Või mitte?

Igikestva juuliku loomine riiete alla õnnestub alles siis, kui oskame teooria sobivalt ühendada praktikaga. Siis lakkab ilm mõjutamast meie elurütmi ja soove ning välja võime minna just nii sageli kui soovime. Ehk siis iga päev.

## Tampere higistatakse meie eest

Selle probleemi lahendamiseks tegeldakse ka Tampere tehnikaülikooli 78 Tehnikamaailm 11/2007

SmartWearLabi laboris, kus meie eest on higistamas C52 suuruses soojusnukk Coppelius. Nagu meilegi, higistab see nukk enim kaenla alt ja tema sõrmed-varbad kipuvad esimestena külma tundma. Kokku on tal 187 higistamisava ja 18 eraldi seatavat/töötavat soojuspiirkonda. Koduks on tal ruum, kus temperatuure saab vahetada pluss 50st miinus 50ni ning muuta õhuniiskuse protsenti 0st 100ni.

Saavutatud on juba palju, kuid veel rohkem on ees. Laboris on näiteks

uuritud nn intelligentseid sooja hoidvaid-tootvaid kangaid. Sellistel kangastel on mikrokapslid, mille abil riietus püüab hoida seatud temperatuuri. Kui eesmärgiks on, et kangas hoiaks 28-kraadist temperatuuri, siis külmemas keskkonnas hakkab ta lisasooja tootma ja kuumemas jahutama. Nende kangaste osas ollakse praegusel hetkel siiski veel üpris alguses, kuna reageerivat ainet sisaldavad kapslid ei ole veel eriti efektiivsed. Ja raske on ette kujutada kangast, mis oleks kaetud senti-

meetripaksuse mikrokapslite kihiga. Aga kapslite suutlikkust loodetakse lähitulevikus tõsta.

Aga saavutatud on muudki. Näiteks päästetootajate-tuletõrjujate riietuses peidetud andurid, mis saadavad andmeid ümbritsevast temperatuurist kustutustööde juhi arvutisse. Juht saab siis mehi kamandada liialt kuumadest kohtadest tagasi tulema.

Lähitulevik töötab ka muid huvitavaid lisasid. Näiteks rõivaid, mida saab elektrooniliselt soojendada nagu varasemast ajast tuntud elektrisoojendusega patju. Või T-särki, mis on videopildi kuvariks, ehk sõdurite munder, mis vahetab värvi ja mustrit vastavalt maastikule. Või see, et arimehe pintsakul võib sobivas kohas olla elektrooniline kalender ja jaki seljaosas päikesepaneel, mille abil saab laadida mobiili.

## Möötiühikute raske võrreldavus

Kõrgtehnoloogiliste riiete puhul räägitakse neid iseloomustavatest sentimeetritest, tundi- ja kraadidest, aga tavainimese jaoks nad palju ei ütle – kui üldse. Kõige segasemad on lood aga riiete hingavuse määramisega.

Füüsiliselt tähendab riide hingavus vee(higi)auru läbilaskvust. Praegu otsitakse üleeuroopalist standardit, mille-ga seda mõõta. Seni võib ühe mõõtmistava järgi saada lugemi 30 000, teise-ga 6000 – võta siis kinni, mis on õige. Arvatavasti pääseb selleks standardiks viis, mis kirjeldab, kui mitu grammi veeauru laseb materjali ruutmeeter läbi ööpäevas. Kui see näitaja jääb alla 3000 grammi ehk kolme liitri, on materjali hingavus halb – keha kattub kiiresti higiga. Kui üle 15 000 grammi, on hingavus hea.

Materjali veepidavusega on asjad selgemad. Seda mõõdetakse õnneks ühtmoodi: kangale tekitatakse pidevalt kasvav veesurve ja jälgitakse, millal vesi hakkab materjalist läbi tungima. Veesamba kõrgust mõõdetakse senti-



▲ Sukeldujate ja surfarite kalipsode juures kasutatav neopreen on osutunud ainukeseks materjaliks, mis kannatab aastaid kestval kasutamisel välja habemete tüügaste torkimise, ilma et kombinesooni välimus kannataks.

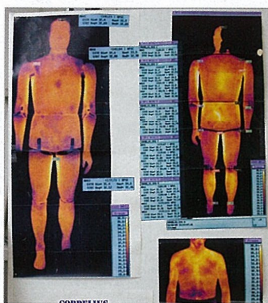
► Ruka-firma sõidujakk ja püksid on täiendatud APS-materjaliga, mis kaitses sõitjat kukkumisel või kokkupõrkel kui soomusrüü.

▼ Sõidutuuil ja vihmavesi koos tähendavad mootorratturile, nagu kastetaks teda tuletõrjevoolikust. Seepärast on kombinesooni mansett sageli kahekordse vesilukuga.





Jahimehe riietuses tuleb silmas pida kõiksugu pisiasju. Näiteks taskud peavad olema tehtud nii, et padrunid oleksid üksteisest eraldi ja neid saaks hääletult taskust võtta.



Kaks ülemist soojuskaamera pilti kujutavad Coppeliust, alumisel väiksemal on rinnapilt tavainimesest. Tipp tehnoloogiline higinukk on inimesega väga sarnane.



Higinuku abil testitakse riide soojusjuhtivust ning materjali hingamisvõimet. Professor Heikki Mattila kätes on eraldi kingade ja sukkade testimiseks mõeldud jalg.



Spetsiaalriietuse puhul on äärmiselt tähtsad ka taskud jms tööriistade ning erivarustuse tarvis. Nii on näiteks jahimehe jopel ette nähtud ka raadiotelefonile oma kinnituskohad.

meetrites. Tavaline puuvillane kangas hakkab vett läbi laskma, kui samba kõrgus on alla 10 cm, vett hüljav mikrokiust kangas peab välja 80 cm vee-samba surve.

Šveitsi armee uurimisrühm katsetas, milline peaks olema märjas metsas roomavate sõdurite mundri veekindlus. Tulemuseks saadi 400 cm vee-sammast – see peaks ka praktiliselt olema vettpidava kanga ülempiir.

Materjali veepidavus on otseselt seoses mehaanilise vastupidavusega. Katsetes kortsutatakse materjali 9000 korda ja mõõdetakse siis tema veepidavust uuesti. Siiski ei näita selline katse seda, kaua kangas kestab, vaid vastab küsimusele, kas kangas läbis testi või ei.

Soojapidavusega on väheke keerulisem lugu, sest see on rohkem n-ö maitse asi, kui numbritega määratav. Mida enam end liigutatakse, seda vähem on riideid vaja, ja vastupidi.

Soojapidavuse (soojusisoleerimise) mõõtmisel on kasutusel võetud ühik clo. See tuleb ingliskeelsest sõnast *clothing* ehk riietus. Clo näitab riietuse soojapidavust, milles on inimesel kontoris istudes komfortne olla. Kui täpsemalt, siis üks clo võrdub 0,155 m<sup>2</sup> °C/W, kuid igapäevaselt piisab lihtsalt clod.

Udusulgedest jope soojapidavus on umbes 3 clod, polaaruurija magamiskotil umbes 6. Suveriietuse soojapidavus on umbes 0,2 clod.

## Soomusrüü molekuli tasandil

Parimaid kehakatteid, mida hetke tehnoloogia pakkuda suudab, on alati nõudnud mootorrattasõit. Kõige taga on sõitja turvalisus.

Suurim uudis mootorrattureile mõeldud riietuses on APSi kasutamine. See inglise päritolu uudisdoode on hämmastav. Tavaolekus on ta elastne kui plastiliin. Löögi puhul aga kõveneb ta sekundi murdosa jooksul, kuid seejärel muutub taas pehmeks.

Seda materjali on Rukkas maailmas esimesena kasutatud mootorratturite varustuse SRO Anatomic juures. APS on paindub nagu kangas, kuid löögi/kukkumise korral muutub kaitseks raudrüüs.

Üldse on tänapäevane mootorratturi riietus keeruline tehniline kogum. Siin on kümneid regulaatoreid, õhu-avasid, sulgureid ja peaaegu kõik nad on erinevast materjalist. Näiteks kaelusest võib leida habemetüügaste pikajalist torkimist taluva neopreenist tihendi, reite sisekülgedel on mootori

kuumust leevendavad Dynatec-pakendid, istmikul aga peaaegu kuulivesti meenutav, kulumiskindel Keprotec-padjand. Gore-Texi on tarvitatud eri kohtades eri otstarbeks. Ei puudu ka omal ajal astronautide jaoks leiutatud Outlast-kile, mille ühel ruutsentimeetril on kolm miljonit soojuserinevusi tasandavat kapslit.

Need erinevad materjalid tuleb aga omavahel sümfooniaorkestrina õigesti mängima sobitada, sest üks materjal võib märjaks saades kokku tõmbuda, teine venida. Kogu see orkester peab ju mängima veatult, kaitstes nii endu-romeest higistamise kui maanteel sõitjat tuule eest.

## Looduslikud kiud tulevad siiski tagasi

Kui kuulata praeguseid riide valmistajaid, siis tuleks kõik looduslikud materjalid heita prügikasti. Nad väidavad, et kui riietumisel tarvitada PTFE-kilest ja soojusisoleerivast fliisist riideid ning niiskust eemaljuhtivat polüesterpesu, läheb efekt täiesti untsu, kui kusagile sinna vahele pan-na ükski puuvillane riietuse. Auru-mine katkeks ja keha jahtuks hetkega.

Põhimõtteliselt peab see paika, kui ei teata, mida tehakse. Kuid looduslikud kiud on saanud oma hea maine tagasi tänu kaalukatele uurimustele. Mõõdunud talvel tegi näiteks nelja inglise ülikooli esindajatest koosnev uurimisrühm teoks ühe sellise projekti, mis peaks looduslike materjalide maine hooilt taastama.

Ajendiks sai juhtunu kaugest minevikust. 1924. aastal külmus katsel Mount Everesti vallutada sumuks alpinist George Mallory. Tema laip leiti alles 1999. aastal, mille järel puhkes äge arutelu, kas ta jõudis enne külmumist mäetipu vallutada või ei. Etajate väitel oli Mallory riietus nii algeline, et isegi

teoreetiliselt poleks ta tohtinud tipule jõuda.

Uurimisrühma kolmeaastane töö on nüüd tõestanud selle väite vääraks. Mallory jäätunud riietusest valmistati üks ühele kooja ja alpinist Graham Hoyland katsetas neid nädal aega Mount Everesti nõlvadel.

Tulemused olid rabavad, sest osutus, et looduslikud materjalid pakkusid mitmeid paremusi isegi praeguste parimate tehismaterjalide ees. Esiteks juba riietumismugavuselt – tänapäevased tehismaterjalidest rõivad olid nendega võrreldes niisked ja ebamugavad. Pealegi olid Mallory riided viiendiku võrra kergemad, kaaludes 4 kilo, samas kui praegune tippvarustus kaalus 4,8 – mägironijale on see vahe suur. Üks suuremaid plusse oli vanade riide võime tuult pidada. Nad andsid jäsemele suurema liikumisvabaduse kui moodne varustus, kuid liigutamisel säilitasid ihu ligidalt soojuse. Tihedalt ümber ihu hoidev nüüdisrietus toimib kui sepalööts, puhudes mäel ronides ihu ümber sooja minema ja lastes külma sisse.

Mallory-projekt tegi selgeks, et tänapäevane kanga- ja riietumistehtnoloogia pole sugugi nii hea kui väidatakse olevat. Samas sai selgeks, et teadmised varasematest riietumistavadeist on masendavalt lõplikult kadunud. Nii tuleks kõigepealt taastada vanad teadmised. Näiteks Malloryle jope valmistanud firma Burberry otsiski juba arhiivist üles puuvillase gabardiinkanga valmistamisjuhendi, et hakata tegema tänapäevaseid rõivaid. Samamoodi tegutses firma Smedleys of Matlock, kui otsis arhiivist üles 1920ndail valmistatud soojapidavate vestide valmistamisõpetuse.

Niisiis, Mallory riietus oleks lubanud tal tõusta mäe tippu, kui kõik muu klappis. Järeldus on lihtne: riietumine nõuab oskusi ja teadmisi. [22]

◀ Ahma-jaki omadused on koondatud ühte hetke silmas pidades: kui püss tõstetakse palge. Riie peab tagama siis liigutuste sujuvuse ning olema seejuures täiesti hääletu.