

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekstiili- ja vaateustekniikka / tuotantotalous

**Tutkintotyö**

**Heli Lappalainen**

**VAATETUSSUOSITUKSET KYLMÄTYÖHÖN**

**ÄÄREISVAATETUS**

Työn ohjaajat

DI Juha Heinola ja DI Marja Vanhatalo

Työn teettäjä

Kylmä- ja terveystekniikka Hassi Oy

Työnvalvoja

Juhani Hassi

Tampere 2007

## TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Tekstiili- ja vaateustekniikka

Tuotantotalous

Lappalainen, Heli Vaatetussuositukset kylmätyöhön, ääreisvaatetus

Tutkintotyö 43 sivua + 77 liitesivua

Työn ohjaaja DI Juha Heinola, DI Marja Vanhatalo

Työn teettäjä Kylmä- ja terveystuotantotalous Hassi Oy, valvojana Juhani Hassi

Toukokuu 2007

Hakusanat kylmätyö, suojavaatetus, kerrospukeutuminen

## TIIVISTELMÄ

Työssään kylmälle altistuvia on Suomessa noin 30 % työssä käyvästä väestöstä. Päivittäinen altistuminen kylmälle lisää toimintaan ja terveyteen liittyviä haittoja. Kylmä työympäristö luo haasteita vaatetukselle, koska lämpötila ei ole ainoa vaatetuksen valintaan vaikuttava tekijä. Oikea suojautuminen kylmältä sekä oikeat ja hyvin suunnitellut työtavat vähentävät kylmän haittavaikutuksia ja vaikuttavat positiivisesti työturvallisuuteen ja tuottavuuteen.

Työn tavoitteena oli luoda toimivat ja selkeät vaatetussuositukset. Työn lähtökohdaksi oli selkeyttää nykyisiä vaatetussuosituksia ja luoda uudet SFS-standardeja käyttäen. Työ toteutettiin kahtena tutkintotyönä Kylmä- ja terveystuotantotalous Hassi Oy:lle. Työ on osa yrityksen tuotekehityshanketta ja tulokset ovat salaiset.

Tämä työ käsittelee teoreettisesti kylmää ja sen vaikutuksia terveyteen sekä toimintaan. Tässä työssä käsitellään suojautumista kylmältä ääreisvaatetuksen avulla. Toinen tutkintotyö käsittelee suojautumista kylmältä yleisvaatetuksen osalta, Susanna Harju: Vaatetussuositukset kylmätyöhön, yleisvaatetus. Näiden tutkintotöiden teoria-osuudet ovat lähdes yhtenevät, koska varsinaiset vaatetussuositukset on tehty yhdessä.

TAMPERE POLYTECHNIC

Textile and Clothing Engineering

Industrial Engineering and Management

Lappalainen, Heli

Recommendations of clothing for working in cold environments

Engineering Thesis

43 pages + 77 appendices

Thesis Supervisors

DI Juha Heinola and DI Marja Vanhatalo

Commissioning Company

Kylmä- ja terveyskonsultointi Hassi Oy, supervisor  
Juhani Hassi

May 2007

Keywords

cold work, protective clothing

## ABSTRACT

The main purpose of this study is to upgrade the old recommendations of clothing for working in cold environment. This study is a part of a company's product development and there for the recommendations are classified. This study is carried out by two engineering thesis which have almost the same theoretical parts. The recommendations have made in co-operation with Susanna Harju, engineering thesis: Vaatetussuositukset kylmätyöhön, yleisvaatetus. The recommendations have built up by using SFS-standards.

## ALKUSANAT

Vaaketussuositukset kylmätyöhön on tehty yhteistyöprojektina toisen tekstiili- ja vaateustekniikan opiskelijan kanssa. Haluaisinkin kiittää Susanna Harjua mielenkiintoisista yhteisistä työhetkistä. Erityiskiitokset haluan myös osoittaa työn tilaajalle Juhani Hassille hyvästä ohjauksesta sekä taustatiedoista. Kiitän myös Juha Heinolaa ja Marja Vanhataloa työn valvonnasta.

Tampereella 8.5.2007

Heli Lappalainen

## SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	2
ABSTRACT .....	3
ALKUSANAT.....	4
SISÄLLYSLUETTELO .....	5
TERMEJÄ .....	7
1 JOHDANTO.....	8
2 SUOMEN ILMASTO .....	9
3 KYLMÄTYÖ .....	9
4 KYLMÄALTISTUMINEN.....	10
5 IHMISEN LÄMPÖFYSIOLOGIA .....	11
5.1 Ihmisen lämpötila .....	11
5.2 Lämmöntuotto .....	11
5.3 Lämpötasapaino.....	13
6 LÄMMÖN LUOVUTUS .....	13
6.1 Kuiva lämmönluovutus .....	14
6.1.1 Johtuminen .....	14
6.1.2 Kuljettuminen .....	14
6.1.3 Säteily .....	15
6.2 Kosteaa lämmönluovutus .....	15
6.2.1 Hengitys.....	15
6.2.2 Haihtuminen .....	15
7 KYLMÄN VAIKUTUKSET .....	16
7.1 Kylmän vaikutukset toimintaan.....	16
7.2 Kylmän vaikutukset terveyteen .....	17
7.2.1 Kylmän aiheuttamat vauriot .....	17
7.2.2 Kylmään liittyvät sairaudet.....	17
8 SUOJAUTUMINEN KYLMÄLTÄ VAATETUKSEN AVULLA .....	18
8.1 Vaatetuksen lämmöneristävyys .....	18
8.2 Vaatetukselta vaadittava lämmöneristävyys.....	20
8.3 Yleisvaatetus.....	22
8.3.1 Alusvaatetus .....	22
8.3.2 Välivaatetus .....	22
8.3.3 Päällysvaatetus .....	23
8.4 Kehon ääreisosien suojaus.....	24
8.4.1 Käsineet .....	24
8.4.2 Päähineet.....	26
8.4.3 Jalkineet .....	28
8.5 Kylmän suojavaatetus.....	31
9 TEKNINEN SUOJAUTUMINEN KYLMÄLTÄ.....	32
10 TUULI .....	33
11 KOSTEUEDELTA JA TUULELTA SUOJAAVAT MATERIAALIT .....	34
11.1 Hengittävät materiaalit .....	34
11.1.1 Mikrokuitukankaat .....	35
11.1.2 Tiiviiksi kudotut kankaat.....	36

11.1.3 Pinnoitetut materiaalit .....	36
11.2 Hengittämättömät materiaalit .....	39
11.2.1 Muovipinnoitetut materiaalit .....	39
11.3 Viimeistykset .....	39
11.4 Sateelta suojaava vaatetus .....	40
12 LOPPUPÄÄTELMÄT .....	41
LÄHTEET .....	42
LIITTEET .....	43

## TERMEJÄ

### **clo**

Clo on vaateuksen lämmöneristävyden yksikkö. 1 clo:n (0,155  $\text{Km}^2/\text{W}$ ) vaateuksessa kevyttä työtä tekevä ihminen tuntee olonsa miellyttäväksi ympäristössä, jonka ilman lämpötila on +21 °C, suhteellinen kosteus 50 % ja ilmanliike noin 0,1 m/s. 1 clo:n vaateus vastaa tyyppillistä sisävaateusta. /1, s.142/

### **IREQ (Required insulation)**

Indeksi, jolla voidaan arvioida vaateukselta tarvittava lämmöneristävyys tietyssä ympäristön lämpötilassa ja tietyllä toiminnan tasolla, kun ilman liike on alhainen. Lämpötilan ja työtehon perusteella voidaan määrittää vaateukselta vaadittava lämmöneristävyys (clo). /3, s. 212/

### **DLE (duration limited exposure)**

DLE ilmoittaa ajan, jolla kyseisellä vaateuksella voidaan työskennellä kyseisissä olosuhteissa, ilman että keho jäähtyy suoristuskykyä haittaavalle tasolle. /1, s. 45/

## 1 JOHDANTO

Työn tavoitteena oli luoda toimivat ja selkeät vaateussuositukset kylmissä oloissa työskenteleville. Lähtökohtana oli jo olemassa olevat vaateussuositukset, joiden selkeyttämiseen työssä keskityttiin.

Vaateussuositusten lisäksi rakennettiin erilliset lisätieto- sekä kirjasto-osuudet, joissa on laajemmin tietoa kerrosvaateuksesta, kuiduista ja materiaaleista sekä kylmästä ja sen vaikutuksista.

Ennen vaateussuositusten laatimista tutustuttiin laajasti kylmätyöhön, kylmän vaikutuksiin sekä kylmätyössä vaadittavaan vaateukseen materiaalien ja mallien osalta. Tietoa kerättiin kirjallisista ja sähköisistä lähteistä sekä Juhani Hassin kanssa käydyistä keskusteluista.

Vaateussuositusten avulla pyritään minimoimaan työperäistä kylmäältumista sekä sen aiheuttamia riskejä. Oikea suojautuminen kylmältä vaateuksen ja muiden suojaimien osalta lisää työntehokkuutta sekä parantaa työturvallisuutta.



## 2 SUOMEN ILMASTO

Suomen ilmastoon vaikuttaa eniten Suomen sijainti Euraasian mantereen luoteisreunalla 60. ja 70. leveysasteen välillä, länsituulten vyöhykkeellä. Tällä alueella on trooppisten ja polaaristen ilmassojen raja-alue, josta johtuvat nopeat säätilan muutokset etenkin talvella. /11/

Suomessa vallitsee ns. väli-ilma, jossa on piirteitä niin meri- kuin mannerilmastosta, riippuen ilmavirtausten ja matala- tai korkeapaineiden tulosuunnasta. Talven pakkasjaksot ja kesän hellekaudet ovat Aasian mannerilmaston aiheuttamia. Golfvirran lämmittämältä Atlantilta ja Barentsin mereltä tulevat ilmavirtaukset puolestaan kohottavat lämpötilaa talvellakin. /11/

Suomessa on ns. terminen talvi, jolloin keskilämpötila on alle 0 °C. Lämpimät ilmavirtaukset saattavat nostaa päivän lämpötilan 0 °C:n yläpuolelle. Talvi on vuodenajoista pisin ja se kestää Lapissa noin 200 päivää ja muualla maassa noin 100 päivää. Lapissa talvi alkaa jo lokakuun puolivälissä ja Lounais-Suomen saaristossa vasta joulukuussa. Suurimmassa osassa maata talvi alkaa marraskuun aikana. Talven tuloa hidastavat meret ja sisävesistöt. Talven kylmin vuorokausi on tammikuun lopulla, Auringon alimman aseman jälkeen. Alimmat lämpötilat ovat Lapissa ja Itä-Suomessa -45:stä -50 °C:een ja muualla Suomessa -35:n -45 °C:n välillä. /11/

## 3 KYLMÄTYÖ

Kylmäksi voidaan nimittää kaikkia ympäristöoloja, joissa elimistön lämmönsäätelyjärjestelmät (mm. lihasvärinä ja kehon ääreisosien verenkierron supistuminen) aktivoituvat tai kun ihminen kokee kylmän haitalliseksi työssään. Työskentely alle +15 °C:n lämpötilassa katsotaan kylmätyöksi. /13/

#### 4 KYLMÄALTISTUMINEN

Työssään kylmälle altistuu noin 30 % työssäkäyvistä. Näistä alle 10 % altistuu kylmälle sisätiloissa. Aloja, joilla altistumista tapahtuu eniten, ovat rakennusteollisuus, prosessiteollisuus, liikenne, palvelut, metsänhoito ja maanviljely. Työhön kuuluvan viikoittaisen altistumisen pituus on tyypillisimmin 12,5 tuntia. Rakennusalalla, jossa altistuminen on pisintä, keskimääräinen altistuminen on 20 tuntia viikossa. /2, s.13–16/

Vapaa-ajalla tyypillinen ulkona oloaika on 1–2 tuntia päivässä. Miesten ja naisten välillä ulkona oloajoissa ei ole suuria eroja. Nuoret ulkoilevat yleisesti enemmän kuin iäkkäämmät ihmiset. /2, s.13–16/

Kylmälle ulkoilmalle altistuminen on yleisin kylmälle altistumisen muoto. Altistumiseen vaikuttavat muuttuvat säätilat kuten tuuli ja vesi- tai lumisade. Vaikka ulkona tehtävät työt ovat usein ruumiillisia, ei kehon lämmöntuotto kuitenkaan riitä estämään kehon jäähtymistä. Raskaan, hikoilua aiheuttavan työjakson jälkeen kylmä ilma tuntuu erityisen epämiellyttävältä. /2, s.13–16/

Kylmälle altistuminen sisätiloissa on yleistä elintarviketeollisuudessa sekä kaupan alalla. Tuoreita elintarvikkeita käsiteltäessä lämpötila on yleensä 0–10 °C ja pakastettuja käsiteltäessä noin -25 °C. Sisätiloissa lämpötila pysyy yleensä vakiona, koska tuuli ja sade eivät vaikuta siihen alentavasti. Sisätiloissa saattaa esiintyä ylhäältä alaspäin tulevaa ilmavirtaa, joka on haitallista etenkin niskalle ja hartioille. /2, s.13–16/

Postin jakajat kohtaavat työssään usein muuttuvat lämpötilaolot. Elimistöltä vaaditaan jatkuvaa lämmönsäätelyä siirryttäessä kylmästä ulkoilmasta lämpimiin sisätiloihin työn rasittavuuden samalla muuttuessa. Tämä voi aiheuttaa erityistä kylmästressiä. /2, s.13–16/

Kontaktijäähtymistä tapahtuu oltaessa kosketuksissa kylmiin esineisiin tai pintoihin. Jäähtymisnopeuteen vaikuttavat kontaktin kesto sekä kosketettava materiaali. Kylmien nesteiden käsittely on erityisen ankara kylmälle altistumisen muoto. /2, s.13–16/

## 5 IHMISEN LÄMPÖFYSIOLOGIA

### 5.1 Ihmisen lämpötila

Ihmistä voidaan pitää tasalämpöisenä, sillä ihmisen sisäosien lämpötila pysyy suhteellisen vakiona ympäristön lämpötilojen muuttuessa. Ihmisen sisälämpötila on noin 37 °C, ja se voi vaihdella vuorokauden ajan mukaan 0,5–1 °C. Elimistön toiminnan sekä fyysisen ja psyykkisen toimintakyvyn kannalta yli ±2 °C sisälämpötilan vaihtelut ovat merkittäviä. /1, s. 20–21/

Ihon pintalämpötila on yleensä alhaisempi kuin kehon sisälämpötila. Kehonosan mukaan ihon pintalämpötila on 32–33 °C. Erityisesti kehon ääreisosat ovat lähes vaihtolämpöisiä, koska kylmän vaikutuksesta pintaverisuonet supistuvat ja verenkierto ohjautuu kehon keskiosiin. /1, s. 20–21/

### 5.2 Lämmöntuotto

Ihminen tuottaa lämpöä aineenvaihdunnan avulla, polttamalla rasvaa ja hiilihydraatteja lihaskudoksissa. Lihasten määrä ja työn raskaus lisäävät energiantuotantoa. Usein ulkoisen mekaanisen työn osuus on 0 W, jolloin voidaan puhua joko kokonaisaineenvaihdunnasta tai lämmöntuotosta. /2, s. 24–25; 1, s. 25/

Lämmöntuoton yksikkö on yleensä W (Watti), mutta se voidaan ilmoittaa myös yksikkönä W/m<sup>2</sup>. Tällöin lämmöntuotto on suhteutettu ihmisen ihon pinta-alaan, joka keskikokoisella miehellä on noin 1,8 m<sup>2</sup>. Aineenvaihdunnasta voidaan käyttää myös yksikköä kJ/h. Levossa olevan keskikokoisen ihmisen lämmöntuotto on noin 90–100 W. Kylminä vuodenaikoina lämmöntuotto hiukan lisääntyy. Ruokailu kohottaa myös lämmöntuottoa hetkellisesti. Taulukossa 1 on esitetty eri toiminnan tasojen lämmöntuotot watteina sekä työtehtäviä, joilla kyseinen lämmöntuotto saavutetaan. /2, s. 24–25; 1, s. 25/

**Taulukko 1** Ihmisen lämmöntuotto eri toiminnan tasoilla

<b>Työteho</b>		
Lämmöntuotto eri toiminnan tasoilla perustuu standardiin ISO 8996:		
<b>Lepo</b>	<b>115 W</b>	lepo, istuminen
<b>Kevyt työ</b>	<b>180 W</b>	Istuminen: kirjoittaminen tietokoneella tai käsin, piirtäminen, kulkuneuvon ajaminen normaaleissa olosuhteissa, käsityö (pienet käsityökalut) Seisominen: asennustyö, viimeistys, pakkaus, käsityökoneiden käyttö (esim. poraaminen) Rauhallinen kävely: tarkastaminen
<b>Keskiras- kas työ</b>	<b>295 W</b>	Istuminen: maastoajo kuorma-autolla, traktorilla tai maansiirtokoneella Käsi- ja vartalotyöskentely: ajoittain keskiras- kaskaiden materiaalien käsittely, kevyiden kottikärryjen työntäminen tai vetäminen
<b>Raskas työ</b>	<b>415 W</b>	Käsi- ja vartalotyöskentely: raskaiden materiaalien siirto, lapiointi, moukarointi, sahaus, lastattujen kottikärryjen työntäminen tai vetäminen

### 5.3 Lämpötasapaino

Ihminen saavuttaa lämpötasapainon silloin, kun hänen lämmöntuottonsa ja lämmönluovutuksensa ovat yhtä suuret. Ihminen pyrkii säilyttämään lämpötasapainon sekä lämpöviihtyvyyden lämmönsäätelyjärjestelmän avulla. Lämpötilan muuttuessa kylmemmäksi lämpötilaa pyritään ylläpitämään liikunnalla, vaateuksen lisäämisellä tai hakeutumalla lämpoisempiin tiloihin. Tätä järjestelmää kutsutaan käyttäytymislämmönsäätelyksi, jonka jälkeen käynnistyy verisuonten supistuminen. Verisuonten supistumisella keho pyrkii vähentämään lämmönhukkaa kehon ääreisosista ja keskittämään lämmön keskikehoon sisäelinten suojaksi. Jos kehon jäähtyminen vielä jatkuu, käynnistyy lisälämmöntuotto lihasjännityksen sekä lihasvärinän avulla. /1, s. 22–25/

Lämpöviihtyvyys on subjektiivista tyytyväisyyttä vallitseviin ympäristön olosuhteisiin. Tällöin ihminen kokee lämpötilan mieluiseksi, niin että mikään kehonosa ei ole viileä tai lämmin. Lämpöviihtyvyydessä on yksilöllisiä eroja ja siihen vaikuttaa myös vuorokaudenaika, vireystila ja motivaatio. /1, s. 22–25/

## 6 LÄMMÖN LUOVUTUS

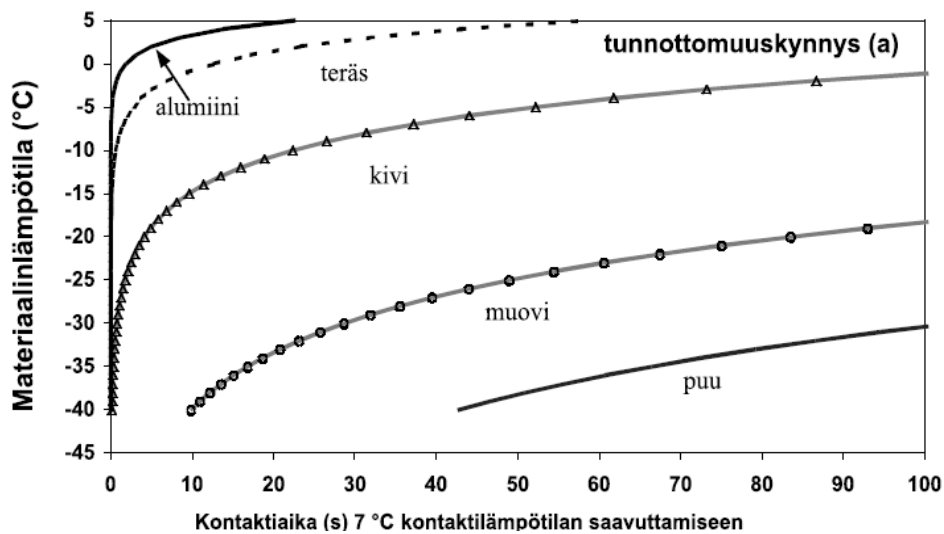
Ihmisen luovuttaa lämpöä ympäröivään ilmaan kostean ja kuivan lämmönluovutuksen avulla. Kuivan lämmönluovutuksen muotoja ovat johtuminen, kuljettuminen ja säteily. Kostean lämmönluovutuksen muotoja ovat hengitys ja haihtuminen. /1, s. 29/

## 6.1 Kuiva lämmönluovutus

### 6.1.1 Johtuminen

Lämpöä johtuu lämpimämmästä pinnasta kylmempää niiden ollessa kosketuksissa toisiinsa. Lämpöä johtuu niin kauan kuin pinnat ovat kosketuksissa keskenään. Esimerkiksi lämpöä johtuu jaloista ohuiden

kengänpohjien läpi kylmempään maahan. Kosketuksissa olevien materiaalien lämmönjohtavuus voimistaa lämmön johtumista. Tämän vuoksi esimerkiksi kylmien, metallisten työkalujen koskettaminen aiheuttaa nopeasti paleltuman. Kuvassa 1 on esitetty kosketusaikoja, joilla eri lämpötiloissa eri materiaaleja kosketettaessa saavutetaan tunnottomuuskynnys (7 °C). /1, s. 29/



**Kuva 1** Eri materiaaleille määritellyjä kontaktiaikoja eri lämpötiloissa, joilla saavutetaan tunnottomuuskynnys (7 °C kontaktilämpötila) /13/

### 6.1.2 Kuljettuminen

Kuljettumalla eli konvektiolla lämpö siirtyy rajapintojen läheisyydessä liikkuvien kaasujen ja nesteiden mukana. Ihon pinnalla oleva lämmin ilma nousee ylöspäin ja tilalle virtaa viileää ilmaa siirtäen lämmön pois iholta.

Lämmön kuljettumista lisää tuuli sekä ihmisen liikkeet. Jalkineissa kävelyn aiheuttama pumppaus-efekti lisää lämmön kuljettumista. /1, s. 28; 5, s. 16–17/

### **6.1.3 Säteily**

Säteilyksi kutsutaan sähkömagneettista aaltoliikettä, jota tapahtuu lämpimämmästä pinnasta kylmempään ilman väliainetta, kuten vettä tai ilmaa. Ihminen luovuttaa osan lämmöstään säteilemällä suoraan iholta tai vaatteista ilmaan. /1, s. 27/

## **6.2 Kosteaa lämmönluovutus**

### **6.2.1 Hengitys**

Hengitysilman mukana olevan kosteuden myötä haihtuu myös pieni määrä lämpöä. Luovutettavan lämmön määrää lisääntyy äärikylmissä olosuhteissa sekä raskaassa työssä. /1, s. 30/

### **6.2.2 Haihtuminen**

Haihtuessa kosteus muuttuu höyryksi, joka sitoo lämpöä. Haihtumien on tehokkain tapa luovuttaa lämpöä. Siihen vaikuttaa ympäröivän ilman vesihöyryn osapaine sekä ilman liike. Kosteutta haihtuu ihon läpi koko ajan huomaamatta. Samalla keho pyrkii ylläpitämään omaa lämpötasapainoa. Kehon pyrkii luovuttamaan ylimääräistä lämpöä ensi kuivanlämmönluovutuksen ja ihon läpi tapahtuvan haihtumisen avulla, kun nämä eivät enää riitä käynnistyy varsinainen hikoilu. /1, s. 30/

## 7 KYLMÄN VAIKUTUKSET

### 7.1 Kylmän vaikutukset toimintaan

Kylmälle altistuminen heikentää fyysistä ja älyllistä toimintakykyä monin tavoin. Toimintakyvyn heikentyessä työn rasittavuus ja virheiden mahdollisuus kasvaa, mikä heikentää työn tuottavuutta. Jotta hermosto ja lihakset toimisivat moitteettomasti, tulee verenkierron, hengityksen, energia-aineenvaihdunnan, nestetasapainon ja hormonierityksen olla kunnossa. /2, s. 30–31/

Kylmä vaikuttaa fyysiseen, eli tuki- ja liikuntaelimestö toimintakykyyn heikentäen niiden kestävyyttä, nopeutta ja koordinaatiota. Kylmä hidastaa hermoston ja lihasten johtumisnopeutta, mistä on seurauksena hitaampi ja heikompi lihassupistus. Lihakset toimivat vaikuttaja- vastavaikuttaja periaatteella. Kylmä muuttaa koordinaatiota siten, että vastavaikuttajalihasten aktiivisuus kasvaa kun taas vaikuttajalihasten heikkenee. Kylmä vaikuttaa erityisesti nopeisiin liikkeisiin, jotka hyödyntävät lihasten elastisia ominaisuuksia. Lihaksen jäähtyessä asteen, heikkenee dynaaminen toimintakyky (näkyvät liikkeet) 2–10 %. Kylmä aiheuttaa lihaksissa jännitystä, joka muuttuu jäähtymisen jatkuessa lihasvärinäksi. Lihasvärinän avulla keho tuottaa lämpöä, mutta samalla se heikentää koordinaatiota heikentäen tarkkuutta vaativien tehtävien suoritusta. /2, s. 30–31/

Voimakas kylmälle altistuminen tai raskas työ alle -15°C:n lämpötiloissa voi aiheuttaa hengitysteiden supistumista ja heikentää niiden toimintaa. Hengitysteiden kylmäherkkydessä on yksilöiden välillä suuria eroja. Erityisesti astmatikoille ja tupakoitsijoille kylmän ilman hengittäminen on työlästä. /2, s. 30–31/

Älylliseen toimintakykyyn lievällä kylmälle altistumisella voi olla positiivisia vaikutuksia lisääntyneen vireystilan myötä. Kohtalainen tai voimakas kylmälle



altistuminen taas heikentää älyllistä suorituskkyä erityisesti monimutkaisissa älyllisissä suorituksissa. /2, s. 30–31/

## 7.2 Kylmän vaikutukset terveyteen

### 7.2.1 Kylmän aiheuttamat vauriot

Pakkasenpuremaksi sanotaan ihon pintaosan vähäistä vauriota. Paleltuma on kudoksen merkittävämpi vaurio, ihonsisäinen rakkula tai syvempi kudosaaurio. Tämä tapahtuu kudoksen lämpötilan laskiessa 0–2 °C:een ja silloin kun soluihin ja solujen välisiin tiloihin muodostuu jääkiteitä. Erityisesti kehon ääreisosat, kädet, jalat ja pää paleltuvat helposti. Paleltumien jälkioireita ovat kylmäherkkyys ja kylmäkipu vahingoittuneella alueella. Taulukossa 2 on esitetty kylmän varoitussignaalit sekä sen mistä ne varoittavat. /13/

**Taulukko 2** Kylmän varoitussignaalit /13/

<b>Signaali</b>	<b>Mitä se tarkoittaa</b>
EPÄMIELLYTTÄVÄT KYLMÄTUNTEMUKSET	Elimistö jäähtyy
LIHASVÄRINÄ	Lämpövaje ja kehon lämmöntuotanto on lisääntynyt
KIPUS SORMISSA TAI VARPAISSA	Iholämpötila on alle 15 °C ja toimintakyky on heikentynyt
TUNNOTTOMUUS SORMISSA TAI VARPAISSA	Paleltuman riski on kasvanut ja toimintakyky heikentynyt huomattavasti
VAALEA LAIKKU KASVOISSA	Pakkasenpurema ja paleltuman riski on suuri

### 7.2.2 Kylmään liittyvät sairaudet

Kylmäsaureauksiksi kutsutaan sairauksia, jotka aiheutuvat kylmässä oleskelusta tai joiden oireita kylmyys pahentaa. Kaikki yleiset krooniset kansantaudit kuuluvat tähän ryhmään. /13/

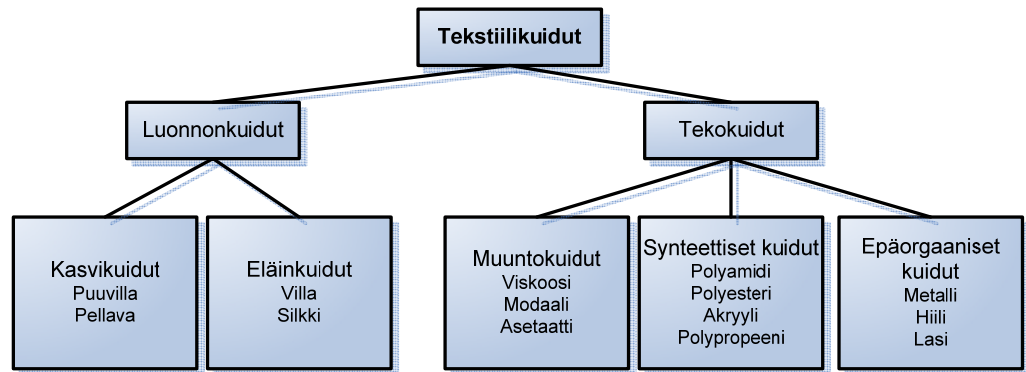
Verenpainetaudin sekä sepelvaltimotaudin oireet ja kulku pahenevat kylmässä. Kylmä aiheuttaa haittaa myös valkosormisuudesta (Raynaud'n ilmiöstä) kärsiville. Myös sokeritautiin liittyvät ääreisverenkierron häiriöt voimistuvat. Astmatikoille ja kroonisista keuhkosairauksista kärsiville kylmä saattaa aiheuttaa hengitystieoireita. Pitkäaikainen oleskelu kylmässä ja kosteassa voi aiheuttaa yleisesti tuki- ja liikuntaelinoireita. Kuiva pakkasilma voi pahentaa psoriasiksen ja atooppisen ihottuman oireita. Kylmä voi laukaista myös yliherkkyyksireaktion, nokkosrokon, joka syntyy nopeasta iholämpötilan muutoksesta. /13/

## 8 SUOJAUTUMINEN KYLMÄLTÄ VAATETUKSEN AVULLA

### 8.1 Vaatetuksen lämmöneristävyys

Tekstiilikuidut tai vaatteet eivät itsessään suojaa kylmältä. Paras eriste on vaatteisiin sitoutunut kuiva ilma, mikroilmasto. Ilma sitoutuu vaatteissa kuitujen, lankojen ja materiaalin rakenteisiin sekä vaatekerrosten väliin. Tästä syystä kerrospukeutuminen on suositeltavaa. Usea ohut kerros lämmittää enemmän kuin yksi paksu vaatekerros. Huokoiset, kiharasta kuiduista valmistetut materiaalit sitovat itseensä paljon ilmaa ja toimivat hyvinä lämmöneristeinä. Luonnonkuiduista villa sitoo kiharaan suomumaiseen rakenteeseensa paljon ilmaa. Tekokuidut voidaan modifioida erilaisilla kehruutekniikoilla ja viimeistyksillä ilmaviksi. Kuvassa 2 on esitetty tekstiilikuitujen jaottelu luonnonkuituihin ja tekokuituihin.

/1, s. 31;3, s. 91–93/



**Kuva 2** Tekstiilikuitujen jaottelu /8/

Lämmön siirtymisen määrään ihmisestä vaatteiden läpi ympäristöön vaikuttavat ympäristöolot, vaatteiden lämmöneristävyys, koko ja malli, vesihöyrynläpäisyvastus sekä ihmisen liikkeet. Vaatteen ollessa oikean mallinen ja kokoinen siihen sitoutuu lämmittävää ilmaa, kun taas liiallinen väljyys lisää ilman liikkumista vaatteiden sisällä siirtäen lämpimän ilman pois

ihon pinnalta. Kerrosvaatetusta käytettäessä uloimpien vaatekerrosten tulee olla suuremmat kuin alempien. Muutoin ulompi kerros puristaa lämmittävän ilman pois vaatetuskokonaisuudesta. Myös voimakas tuuli painaa vaatteet lähemmäksi ihoa vähentäen ilmakerroksia ja vaatetuksen lämmöneristävyttä. /1, s. 31;3, s. 91–93/

Vaatetuksen lämmöneristävyden yksikkönä käytetään yleisesti clo:ta. Yhden clo:n vaatetus vastaa lämmöneristävydeltään vaatetusta, jolla kevyttä työtä tekevä ihminen tuntee olonsa mukavaksi huoneenlämpötilassa (21 °C) ilmankosteuden ollessa 50 % ja ilman liikkeen noin 0,1 m/s. Taulukossa 3 on esitetty erilaisten vaatetuskokonaisuuksien lämmöneristävyksiä. SI-järjestelmän mukainen yksikkö lämmöneristävydelle on m<sup>2</sup>K/W. Koska clo on alkuperäisen määritelmänsä mukaan riippuvainen henkilön omista tuntemuksista, on clo:n ja SI-järjestelmän mukaisen yksikön välille sovittu riippuvuus 1 clo = 0,155 m<sup>2</sup>K/W. /1, s. 31;3, s. 91–93/

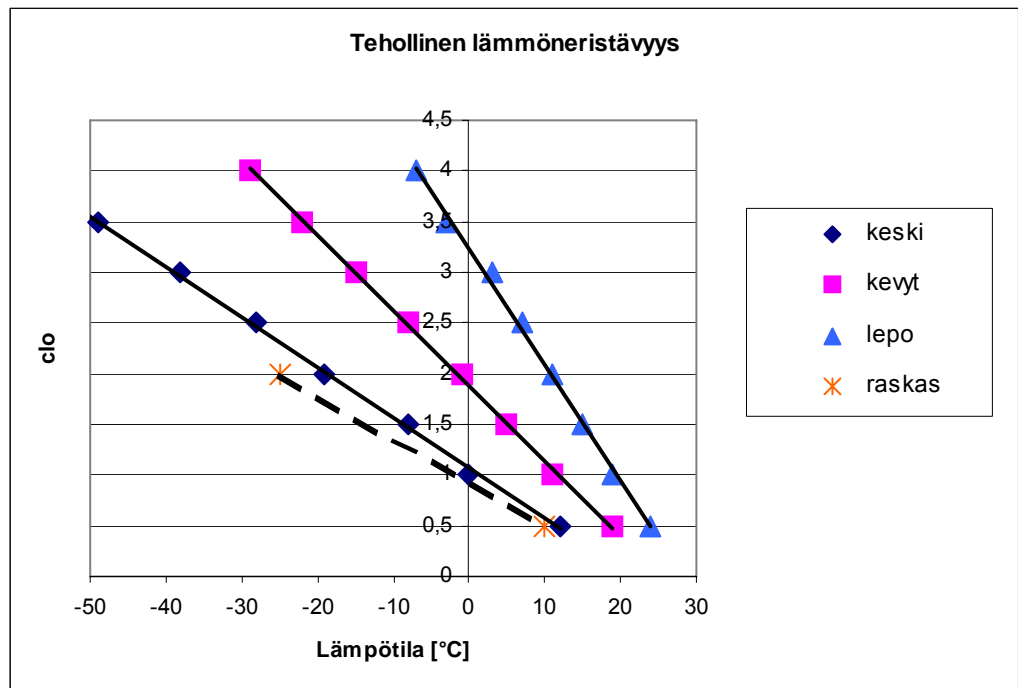
**Taulukko 3** Vaatetuskokonaisuuksien lämmöneristävyksiä. /1, s. 40/

Vaatetuskokonaisuus	clo
Alusvaatteet, paita, housut, sukat, kengät	0,6-0,8
Alusvaatteet, paita, housut, bleiseri tai ohut neulepusero, sukat, kengät	1,0
Alusvaatteet, paita, housut, ohut takki, käsineet, sukat, kengät	1,5-1,8
Alusvaatteet, sukkahousut, paita, neulepusero, farkut, talvitakki, pipo, lapaset, sukat, talvisaappaat	2,0-2,3
Pitkät alusvaatteet, villa- tai fleecepusero, välihousut, kuoripuku, pipo, käsineet, paksut sukat, talvikengät	1,9-2,3
Pitkät alusvaatteet, välivaatteet, toppapuku, kauluri, talvilakki, paksut kintaat, ohuet ja paksut sukat, lämminvuoriset kengät	2,5-3,0
Arktinen kylmänsuojavaatetus: Pitkät alusvaatteet, tekoturkivälivaatteet, paksut esim. untuvatäytteiset housut ja takki, kypärämyssy, talvilakki, ohuet käsineet, paksut kintaat, ohuet ja paksut sukat, pohjalliset, lämminvuoriset kengät	3,5-4,0
Makuupussit	3,0-8,0

## 8.2 Vaatetukselta vaadittava lämmöneristävyys

Ympäristön olosuhteet sekä ihmisen oma lämmöntuotto määräävät vaatetukselta vaadittavan lämmöneristävyuden. Mitä raskaampaa työtä ihminen tekee, sitä enemmän lämpöä hän tuottaa, jolloin vaatetuksen tarve on vähäisempi. /1, s. 44–45/

On kehitetty laskentamalleja, joiden avulla voidaan määrittellä tarvittava vaatetus ympäristön lämpötila ja tehtävän työn lämmöntuotto huomioiden. ISO-standardoimisjärjestön teknisessä raportissa ISO-TR 11079 on esitetty yksi tällainen laskentamalli, IREQ-indeksi. Se ilmoittaa vaatetukselta vaadittavan lämmöneristävyuden, jotta kehon lämpötasapaino säilyisi kyseisissä oloissa. Mikäli vaadittava lämmöneristävyys alitetaan, keho alkaa jäähtyä. Kuvassa 3 on esitetty vaatetukselta vaadittavia lämmöneristävyksiä eri lämpötiloissa huomioiden eri työtehot. /1, s. 44–45/



**Kuva 3** Eri työtehojen vaatetukselta vaatimat lämmöneristävydet eri lämpötiloissa. Kuvaajat levolle, kevyelle ja keskiraskaalle työlle on piirretty

standardien SFS-EN 14058 ja SFS-EN 342 mukaan. Raskaan työn kuvaaja ei perustu standardeihin, joten se on piirretty kuvaan katkoviivoin.

Laskentamallin oletuksena on, että ympäröivä ilma on tyyni. Tuulen ja ihmisen liikkeiden vaikutus lämmöneristävyyteen on huomattava ja tämä tulee huomioida laskentamalleja käytettäessä. Käytännössä on havaittu, että kovissa pakkasissa (alle -15 °C) pitää hieman ylipukeutua verrattuna IREQ-kuvaajien antamiin arvoihin, jotta ihon pinta ei jäähdy. /1, s. 44–45/

Laskentamallin avulla voidaan myös määrittää pisin aika, DLE-aika (duration limited exposure), jolla kyseisissä oloissa voidaan työskennellä ilman että keho jäähtyy suorituskykyä haittaavalle tasolle. /1, s. 44–45/

## 8.3 Yleisvaatetus

### 8.3.1 Alusvaatetus

Alusvaatetuksen tärkein tehtävä on siirtää hikoilukosteutta pois iholta seuraavaan vaatekerrokseen imemättä sitä itseensä. Ihon myötäinen alusvaatetus siirtää kosteutta tehokkaimmin ja estää liikkuvan ilman pääsyn ihon ja vaatteen väliin. Riittävän pitkän mallinen paita suojaa alaselkää kylmältä jouduttaessa kumartumaan sekä nostamaan esineitä korkealla. Korotettu kaulus suojaa kaulaa sekä niskaa kylmältä. /1;2/

Kosteutta imemättömät, mutta sitä siirtävät tekokuidut kuten, polyamidi, polyesteri ja polypropeenista, soveltuvat hyvin alusvaatemateriaaleiksi. Tekokuituiset alusvaatteet sopiva käytettäväksi raskaissa töissä, joissa vaaditaan hyvää kosteuden siirtoa. Luonnonkuiduista villa on myös hyvä alusvaatemateriaali, sillä se tuntuu lämpimältä kosteanakin. Villaiset alusvaatteet soveltuvat käytettäväksi töissä, joissa hikoilu on vähäisempää. Alusvaatteissa voidaan käyttää myös kaksikerrosmateriaaleja, joissa vaatteen sisäpuoli on kosteutta imemätöntä materiaalia ja ulkopinta kosteutta imevää. Puuvilla ei sovellu käytettäväksi alusvaatteissa, koska se imee itseensä kosteutta ja tuntuu ihoa vasten kostealta. Puuvilla kuivuu hitaasti, joten se tuntuu pitkään kostealta. /1;2/

### 8.3.2 Välivaatetus

Välivaatetus muodostaa suurimman osan vaatetuksen lämmöneristävydestä. Välivaatetuksen paksuudella ja kerroksien määrällä voidaan säädellä vaatetuksen lämmöneristävyttä ympäristön ja työn rasittavuuden mukaan. Välivaatetuksen tehtävä on sitoa alusvaatteiden siirtämä hikoilukosteus itseensä. Materiaaleista välivaatetukseen soveltuvat paljon liikkumatonta ilmaa itseensä sitovat villaneulokset sekä synteettisistä kuidusta valmistetut nukatut neulokset eli fleecet sekä tekoturkikset. /2, s. 70–72/

### 8.3.3 Päälysvaatetus

Päälysvaatetuksen tärkein tehtävä on suojata tuulelta, kosteudelta ja mekaanisilta vaaroilta. Malliltaan ja kooltaan päälysvaateen tulee olla sellainen, että se ei rajoita liikkuvuutta. Kaksiosainen päälysvaate (takki ja housut) ovat tässä suhteessa paremmat kuin kokohaalarit. Pusakkamallinen takki, jossa on resori helmassa, sopii hyvin olkainhousujen tai avohaalarin kanssa käytettäväksi. Pidempi takkimalli, jossa on kiristysnauha vyötäröllä, suojaa paremmin selkää kumarruttaessa ja sopii myös vyötärömallisten housujen kanssa käytettäväksi. Naisille on suunniteltu omia muotoon ommeltuja malleja, jolloin vyötärön kohta on kavennettu ja helmaa levennetty. /1;2/

Vetoketju on hyvä olla suojattu tuulilistalla. Hihansuissa tulee olla resori tai säädettävät tarranauhat, jotta kylmää ilmaa ei pääse virtaamaan hihansuista vaateuksen sisäkerroksiin. Peukalolenkki auttaa hihansuun paikallaan pysymisessä käsiä liikuttaessa. Päälysvaatetuksessa olevilla tuuletusaukoilla voidaan lisätä ilmankulkua vaatteissa, joka viilentää nopeasti. Tuuletusaukot ovat yleensä säädeltävissä vetoketjuilla tai neppareilla. Ilmanvaihto voidaan järjestää vaatteessa myös käyttämällä erityisen hikoilevilla alueilla (selkä ja kainalot) ilmaa hyvin läpäiseviä materiaaleja. /1;2/

Vyötärömallisissa housuissa korotettu selkäosa suojaa alaselkää kumarruttaessa. Vyötäröllä tulisi olla kuminauha, säädettävä kiristysnauha tai tarranauhat. Olkainhousut suojaavat hyvin alaselkää sekä pysyvät päällä liikuttaessa. Olkainhousujen selkäosan sekä olkaimien tulee olla joustavaa materiaalia. Avohaalarissa tulisi myös selkäosan ja kylkialueiden olla joustavaa materiaalia. Lahkeensuissa on hyvä olla resorit, kuminauhat, säädettävät tarranauhat tai nepparit estämässä kylmän ilman pääsy vaateukseen. /1;2/

Tiiviiksi kudotut kankaat ja mikrokuitukankaat, joissa on vedenhylkivyyksiä viimeistys suojaavat sateelta ja tuulelta tiettyyn rajaan asti.

Kankaat, joissa on pinnoite tai laminoitu kalvo, ovat veden- ja tuulenpitäviä sekä hengittäviä. Näiden tuotteiden hengittävydessä on kuitenkin suuria eroja. Esimerkkeinä näistä kalvotuotteista ovat Gore-Tex- ja Drymax-tuotteet. /1;2/



**Kuva 4** Esimerkki kerrosvaatetuksesta. Vasemmalta: alusvaatetus matalalla kauluksella, alusvaatetus korkealla kauluksella, fleecé-välivaatetus, päällyysvaatetus, päällyysvaatetus untuvatakilla ja irtolahkeilla. /17/

## 8.4 Kehon ääreisosien suojaus

### 8.4.1 Käsineet

Kädet luovuttavat paljon lämpöä ympäristöön niiden suhteellisen suuren ihopinta-alan vuoksi. Kehon ääreisosien verisuonet supistuvat kylmässä vähentäen verenkierron mukana tulevaa lämpöä käsissä ja jaloissa. Kehon ääreisosat ovat riippuvaisia keskikehon lämmöntuotosta. Esimerkiksi puristelemalla käsiä nyrkkiin sekä nostelemalla hartioita lisätään verenkiertoa käsiin. Urheilusuorituksissa ja raskaassa työssä keskikehosta kulkeutuu verenkierron mukana paljon lämpöä ja ääreisosat pysyvät lämpiminä. /1;19/



Erittäin kylmissä oloissa saavutetaan tilanne, jossa ääreisosiin ei pystytä tuottamaan riittävästi lämpöä, eikä vaateuksen avulla saavuteta riittävää lämmöneristävyyttä. Tällöin vaihtoehtoina ovat ulkoiset lämmittimet (kemialliset ja sähköiset) tai työn keskeyttäminen ja siirtyminen lämmitettyihin tiloihin. Markkinoilla on olemassa lämpöpusseja, joiden toiminta perustuu niiden kemialliseen reaktioon ilman kanssa. Pussi asetetaan sen avaamisen jälkeen käsineiden sisään, jossa se säilyttää lämpötilansa useita tunteja. Pussin lämpötila vaihtelee käyttötarkoituksesta sekä valmistajasta riippuen 38–69 °C. Käsineet voidaan lämmittää myös sähkövirran avulla. /13;18;19/

Käsien toiminnan kannalta ihanteellinen iholämpötila on noin 35 °C. Käsien toimintakyky heikkenee nopeasti iholämpötilan vähäiselläkin laskulla. Taulukossa 4 on esitetty iholämpötilan muutosten vaikutus käsien toimintakykyyn. /1;13/

**Taulukko 4** Käsien ihon lämpötilan vaikutus käden toimintakykyyn /1, s. 8/

Käden lämpötila °C	Käden toiminta
36-32	Optimaalinen toiminta
alle 32	Karheuden tunnistaminen heikkenee
alle 27	Lihassoimat heikkenevät
27-30	Tarkkuus ja kestävyys heikkenevät
20-15	Tuntoherkkyyden alenee
18-13	Toimintakyky heikkenee huomattavasti
18-14	Kipu
10	Lyhyitä lämpenemisaaltoja
alle 8	Vaurioita pitkäkestoisessa kylmäaltistuksessa
7	Ei lämpötuntemuksia, sormien tunnottomuus
0-2	Kudokset jäätyvät

Kylmyydeltä suojaavissa käsineissä on usein monia kerroksia. Päälliskerros suojaa tuulelta, ulkoiselta kosteudelta sekä mekaanisilta vaaroilta. Irtovuori, eristeet ja aluskäsineet lisäävät lämpimyyttä. Päällismateriaalina käytetään yleensä nahkaa, turkista, kumia, muovia tai tekstiiliä. Päällismateriaali valitaan suojaustarpeen sekä työn laadun mukaan. Eri materiaalien suojausominaisuudet vaihtelevat huomattavasti. Eristeenä tai vuorina käsineissä käytetään

mikrokuiduista valmistettua vanua, fleeceä, huopaa, laminoitua kangasta, neulosta tai tekoturkista. Suojakäsineet voivat olla joko vuorillisia tai vuorittomia. Niiden alla pidetään usein aluskäsineitä, joilla ehkäistään esimerkiksi käsinemateriaalin aiheuttamaa ihottumaa tai käsien hautomista hengittämättömissä käsineissä. Aluskäsinemateriaaleina käytetään usein puuvillaa ja viskoosia. /13/

Käsinemallit vaihtelevat työn laadun mukaan. Viisisorminen käsine eli sormikas sopii parhaiten sorminäppäryyttä vaativiin töihin. Kolmisormiset käsineet, joissa on etusormelle oma tasku sopivat esim. hitsaus- ja metsätöihin. Rukkaset ovat käsinemalleista lämpimimmät, mutta ne eivät sovellu erityisen hyvin tarkkuutta vaativiin töihin. Käsineiden lisäksi voidaan käyttää erilaisia suojavoiteita, teippejä sekä kämmen-, sormi- ja käsivarsisuojaia suojaamaan käsiä. /13/

#### 8.4.2 Päähineet

Verenkierron mukana kehon keskiosan suurten lihasten tuottamaa lämpöä siirtyy kehon ääreisosiin. Käsien ja jalkojen verisuonten supistuessa kylmässä jäädyttäen jalat ja kädet kokonaan pään verisuonet supistuvat vain pään pinnalta suojaten aivojen hapensaantia ja verenkiertoa. Tämän vuoksi suojaamattoman pään kautta, etenkin hiuspohjan osalta, luovutetaan huomattava määrä lämpöä, joten pään suojaaminen on tärkeää. Kun ihminen on muuten pukeutunut lämpimästi, häviää suojaamattoman pään kautta 80 % koko kehon lämmönhukasta – 20 °C:n lämpötilassa. /1, s. 76–81;7;19/

Päähinettä valittaessa on huomioitava käyttöolot, suojaavuuden tarve sekä käyttökohde. Päähineen tärkeimmät tehtävät ovat estää lämmönhukka, etenkin hiuspohjasta sekä paleltumien ja epämukavuuden tunteiden aiheutuminen. Paleltumien aiheutumiseen vaikuttaa paljaiden ihoalueiden suojaaminen kylmältä ja tuulelta päähineen ja hupun avulla. /19/

Ohuet neulos- ja fleeecepipot ovat hyviä vaihtoehtoja viileisiin ja vähätuulisiin olosuhteisiin niiden hengittävyys ja keveys takia. Kylmiin ja tuulisiin olosuhteisiin Windstopper-kalvolla vahvistetut päähineet tarjoavat erinomaisen suojan. Tyypillisen talvipäähineen lämmöneristävyys on 1–3 clo:ta, mutta joissain tapauksissa lämmöneristävyys on jopa 5 clo:ta.

Talvipäähineiden lämmöneristävyttä lisätään vanuvuorilla ja hupun käytöllä. Kerrospukeutumista kannattaa suosia myös päähineissä. Ohut kypärämyssy paksumman päähineen alla suojaa myös poskia ja leukaa. Kypärämyssyä voi käyttää myös kypärän alla. /1, s. 76–81;7/

Hyvän suojauksen kylmältä antaa päähine, joka peittää otsan, niskan sekä korvat (kuva 5). Niskan ja korvien suojaus voidaan järjestää myös korvalapuilla, kaulahuivilla, kaulurilla tai korkeakauluksisella paidalla. Päähineen tulee myös siirtää hikoilukosteutta pois iholta tuuletuksen sekä materiaalien kosteudensiirtokyvyn avulla. Päähineen kosteudensiirtokyky on tärkeää käyttömukavuuden sekä lämmöneristävyys kannalta. Kostean päähineen lämmöneristävyys voi pudota murto-osaan alkuperäisestä arvostaan.



**Kuva 5** Esimerkki hyvän suojauksen kylmältä antavasta päähineestä /15/

Huppu suojaa tehokkaasti koko pään, kasvoja sekä niska ja kaulaa tuulelta ja kylmältä, mutta se saattaa estää näkyvyyttä sivuille. Huppua käyttävän ihmisen kasvojen ihon lämpötila voi olla 3–7 °C korkeampi kuin pelkkää pipoa käyttävän henkilön. Hupun käyttömukavuutta lisäävät oikea muotoilu sekä kiristysmahdollisuudet. Huonosti istuva huppu liikkuu eri tahtiin pään kanssa,

jolloin näkyvyys heikkenee. Hyvää huppua voi säätää ja kiristää ilman, että takin tai hupun joutuu riisumaan säätämisen ajaksi. /1, s. 76–81;7/

### 8.4.3 Jalkineet

Talvityöjalkineiden tärkein tehtävä on suojata jalkoja kylmyydeltä, ulkoiselta kosteudelta, tuulelta sekä työssä esiintyviltä mekaanisilta vaaroilta. Jalkineen lämpimyyden muodostuu jalkineen, sukkien, jalan ja pohjallisten yhteistyöstä. Talvijalkineiden tulee olla pituus ja leveysuunnassa suuremmat kuin kesällä käytettävien jalkineiden. Näin jalkineisiin mahtuu riittävän paksut sukat pitämään jalat lämpiminä yhdessä jalkineiden kanssa. Liian pienet jalkineet myös puristavat jalkaa ja heikentävät pintaverenkiertoa. Tällöin jalkineeseen ei myöskään jää eristävää ilmakerrosta. Jalkineet eivät kuitenkaan saa olla liian suuret eivätkä painavat haitaten työskentelyä. /1, s. 89;5/

#### **Jalkineiden mallit (kuva 6)**

##### **Puolikenkä (A)**

Puolikengissä ei ole vartta ja ne sopivat lämpimämpiin ja lumettomiin olosuhteisiin.

##### **Varsikenkä (B)**

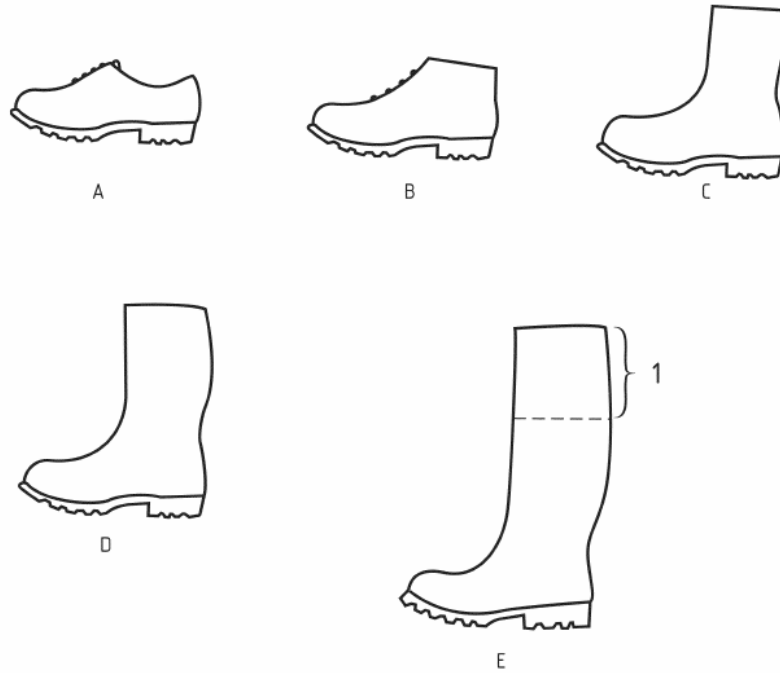
Varsikengissä varsi ylettyy nilkkaan asti suojaten ja tukien sitä.

##### **Pohjepituinen varsikenkä/ puolivarsisaapas (C)**

Pohjepituiset varsikengät sopivat hyvin kylmiin ja lumisiin olosuhteisiin pohkeeseen asti ulottuvan varren ansiosta.

##### **Saapas/saapas reisijatkeella (D ja E)**

Saapas ylettyy polveen asti. Saappaisiin voidaan lisätä reisijatke, jolloin ne suojaavat jalkoja reisiin asti, esimerkiksi kalastajien käyttämät kahluusaappaat.



**Kuva 6** Jalkinemallit /6/

Kylmätyössä käytettävien jalkineiden kulutus pohjan ja pohjavuorin väliin jää useita eri materiaaleista valmistettuja kerroksia, jotka lisäävät jalkineen lämmöneristävyyttä estämällä lämmön johtumisen jalasta maahan. Kerrosten paksuudella ja materiaalivalinnoilla säädellään jalkineen soveltuvuutta erilaisiin olosuhteisiin. Jalkineiden kokonaislämmöneristävyydestä 20 % muodostuu päällysmateriaalin ja 80 % sukkien ja vuorin lämmöneristävyydestä. Jalkineen pohjan lämmöneristävyyttä voidaan lisätä 50–80 % kokoon puristumattomilla ja kosteutta imevillä irtopohjallisilla. /1, s. 89;5/

Talvijalkineissa lämmöneristävyyden lisäksi tärkeä ominaisuus on pito. Pito paranee, kun koron takareuna on viistottu tai pyöristetty, jolloin kosketuspinta-ala on suuri, pohjakuvio tasainen ja uritus riittävän syvä koko pohjassa sekä pohjamateriaali mikrohuokoista ja suhteellisen joustavaa. /1, s. 89;5/

Jalat hikoilevat aina jonkin verran, joten jalkineiden ja sukkien kosteuskäyttäytyminen vaikuttaa jalkineiden lämmöneristävyyteen. Kylmissä oloissa hikoilu on vähäistä, mutta lämpimissä oloissa jalan lämpötilan ollessa yli 31 °C kosteutta kertyy jalkineiden sisälle jopa 10–12 g tunnissa.

Hikoilukosteutta poistuu jalkineista haihtumalla päällismateriaalin läpi, pumppautumalla jalkineen suusta ulos, imeytymällä jalkine- ja sukkamateriaaleihin sekä nousemalla kapillaari-ilmion avulla vuorta pitkin jalkineen suulle. Kosteuden siirtyminen iholta jalkine- ja sukkamateriaaleihin on tehokkaampaa kuin kosteuden haihtuminen päällismateriaalin läpi. Päällis- ja vuorimateriaalin läpi haihtuvan kosteuden määrää riippuu materiaalien kosteudenläpäisykyvystä sekä paksuudesta. /1, s. 89;5;19//

Jalkineet ja pohjalliset tulee asettaa kuivumaan yön ajaksi, jotta jalkineiden käyttömukavuus ja lämmöneristävyys säilyvät koko työviikon. Useampien työkenkien vuoroittainen käyttö on suositeltavaa, sillä kaikki sitoutunut kosteus ei yleensä ehdi haihtumaan yhden yön aikana. /1, s. 89;5/

### **Sukat**

Sukilla sekä erilaisilla pohjallisilla ja niiden kosteuskäyttäytymisellä on suuri merkitys jalkojen lämpimyyteen sekä hiertyminen syntymiseen. Kosteat sukat ja jalkineet lisäävät hiertymien muodostumista. Sukkien tehtävänä on myös suojata jalkoja liialta, rasvalta ja hieltä. /1, s. 91–92; 12/

Talvella on myös sukkiensa osalta hyvä suosia kerrospukeutumista. Polyesteristä ja polypropeenista sekä näiden sekoitteista valmistettuja sukkiä voidaan käyttää kosteutta siirtävinä alussukkina. Villasekoitesukat ovat hyvät kylmätyöhön, sillä ne säilyttävät lämmöneristävyytensä kosteinakin. Villa- tai villasekoitesukat sopivat joko alus- tai päällissukiksi. Puuvilla sopii huonosti talvikäyttöön, koska se imee hikoilukosteuden itseensä eikä siirrä sitä eteenpäin. Kostuneiden sukkiensa vaihtaminen kuiviin työpäivän aikana parantaa kylmänsuojaavuutta. /1, s. 91–92; 12/

Sukkiensa oikea muotoilu takaa niiden oikean istumisen sekä optimaalisen lämmöneristävyden. Oikein istuva ja paikallaan pysyvä sukka estää hiertymien aiheutumista ja lisää käyttömukavuutta. /1, s. 91–92; 12/

### **Pohjalliset**

Irtopohjallisilla voidaan lisätä jalkineen lämmöneristävyyttä, kosteudenimua sekä käyttömukavuutta. Käyttämällä pohjallisia suojataan jalkineen vuorta ja sisäosia kulumiselta. Näin jalkineiden käyttöikä pitenee. Pohjallisia tulee vaihdella vuodenajan sekä käyttötarkoituksen mukaan. Hikoiltaessa runsaasti tulee pohjallisten olla hengittävät, kosteutta imevät ja nopeasti kuivuvat. Kylmiin olosuhteisiin lämpöä eristävät pohjalliset ovat hyvä ratkaisu. Villa on toimiva materiaali lämpöpohjallisiin. Pohjallisten lämmöneristävyyttä voidaan parantaa lisäämällä alumiinikalvo pohjallisen alapuolelle. /13/

Pohjallisiin imeytyy työpäivän aikana huomattavasti kosteutta ja siksi ne tulee irrottaa yön ajaksi kuivumaan. Pohjallisten tulee olla myös kokoon puristumattomat, jotta niiden lämmöneristävyys säilyy. /13/

## 8.5 Kylmän suojavaatetus

Lähinnä työkäyttöön tarkoitetuista kylmäsuojavaatteista löytyy CE-merkki (kuva 8), lumihiutaletunnuskuva (kuva 7) sekä tietoja vaateen lämmöneristävyydestä ja tuulelta suojaavuudesta. Nämä osoittavat että vaateen ominaisuudet on testattu standardin EN 342 mukaan ja luokiteltu kylmää vastaan. Myös työ-, turva- ja suojajalkineiden pohjan lämmöneristävyys ja pito-ominaisuudet mitataan tyyppitarkastuksen yhteydessä ja näin varmistetaan niiden soveltuvuus kylmiin olosuhteisiin. /1, s. 48/



EN 342  
Kylmäsuojavaatetus  
Lämmöneristävyyssluokka  
Ilmanläpäisy luokka  
Vedenläpäisyvastusluokka  
Eristävyysarvo

**Kuva 7** Kylmäsuojavaatetuksen pictogrammi



**Kuva 8** CE-merkki

Tekstiilimateriaalin ilmanläpäisykyky mitataan standardin EN-ISO 9237 mukaan ja luokitellaan kolmeen luokkaan. Neulokset sijoittuvat tyypillisesti luokkaan 1, yleisimmät työvaatekankaat luokkaan 2 ja tiiviiksi kudotut mikrokuitukankaat useimmiten luokkaan 3. Luokkaan 3 kuuluvat myös pinnoitetut kankaat. Taulukossa 5 on esitetty luokittelu materiaalin ilmanläpäisykyvyn mukaan. /1, s. 48/

**Taulukko 5** Tekstiilimateriaalin ilmanläpäisykyky AP (mm/s). /1, s. 48/

AP mm/s	Luokka
$100 > AP$	1
$5 < AP \leq 100$	2
$AP \leq 5$	3

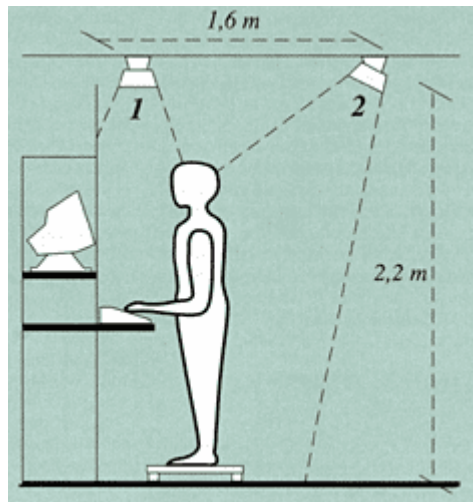
## 9 TEKNINEN SUOJAUTUMINEN KYLMÄLTÄ

Kylmän aiheuttamia haittoja voidaan vähentää vaateuksen lisäksi työn suunnittelulla, altistumisajan lyhentämisellä sekä erilaisilla teknisillä ratkaisuilla. Sisätiloissa kylmiä ilmavirtauksia voidaan vähentää ilmastointiratkaisuilla, tuulikaapeilla, ilmaverhoilla tai heiluriovilla. Ilmaverho voidaan asentaa työpisteen ympärille suojaamaan työntekijää haitalliselta vedolta esimerkiksi isoissa vetoisissa työtiloissa. Ulkona työskennellessä voidaan työpisteen ympärille rakentaa tuulensuoja. /13; 14/

Työvälineiden ja työkalujen kosketuspintojen päällystäminen lämpöä eristävillä materiaaleilla tai lämmittäminen ennen työn aloittamista vähentää kontaktijäähtymistä. Jos työssä joudutaan seisomaan, istumaan tai makaamaan



pitkiä aikoja kylmillä pinnoilla on lämpöeristävien alustojen käyttö suositeltavaa. Oikein valittu alusta suojaa myös liukkaalta. Kohdelämmittimien käyttö työpisteessä antaa myös lisälämpöä. Kuvassa 9 on esitetty alle 1000 W kohdelämmittimien sijoitusratkaisut lämmittämään käsiä ja niska- ja hartiaseutua. /13; 14/



**Kuva 9** Kohdelämmittimien oikea sijoittaminen vaakatyöpisteeseen /13/

## 10 TUULI

Tuulella on alentava vaikutus vaateuksen lämmöneristävyyteen. Tuuli painaa vaateuskerroksia kasaan vähentäen lämmittävän ilman määrää sekä lisäämällä ilman kiertoa vaateuksessa. Vaateuksen sisällä oleva lämmin ilma kohoaa ylöspäin korvautuen viileällä ilmalla. Tätä ilmiötä kutsutaan hormi-ilmiöksi. Tuuli lisää hormi-ilmiön vaikutusta. Liian suuret ja väljät vaatteet lepattavat tuulella, mikä osaltaan lisää ilmanvaihtoa. Toisaalta tuuli edesauttaa ylimääräisen lämmön ja hikoilukosteuden poistumista vaateuksesta. /1 s. 46;71–73/

Tuulisissa olosuhteissa vaateuksen lämmöneristävyyttä voidaan lisätä päällysvaatteiden pintamateriaalien tuulenpitävyydellä. Mitä vähemmän materiaali läpäisee ilmaa, sen parempi tuulenpito sillä on. Vaateuskerrosten

lisääminen ei paranna vaateuskokonaisuuden lämmöneristävyttä tuulisissa olosuhteissa, jos päällismateriaali ei ole tuulenpitävä. /19/

Windchill-indeksi kuvaa tuulen ja kylmän ilman yhteisvaikutusta paljaalla iholla. Esimerkiksi tuulen ollessa 10 km/h ja lämpötilan -10 °C vastaa näiden yhteisvaikutus paljaalla iholla -15 °C lämpötilaa (taulukko 6). /1, s. 28/

**Taulukko 6** Windchill-indeksi /1, s. 28/

Tuuli m/s	10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35
<b>Tyyri</b>	10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35
<b>2</b>	9	4	-1	-6	-11	-16	-21	-26	-31	-37
<b>4</b>	5	-1	-7	-13	-18	-24	-30	-37	-43	-49
<b>6</b>	3	-4	-10	-17	-24	-30	-37	-43	-50	-56
<b>8</b>	1	-6	-13	-20	-27	-34	-41	-48	-55	-62
<b>10</b>	0	-8	-15	-22	-30	-37	-44	-52	-59	-66
<b>12</b>	-2	-9	-17	-24	-32	-39	-47	-54	-62	-69
<b>14</b>	-2	-10	-18	-26	-33	-41	-49	-56	-64	-72
<b>16</b>	-3	-11	-19	-27	-34	-42	-50	-58	-65	-73
<b>18</b>	-3	-11	-19	-27	-35	-43	-51	-59	-67	-75
<b>20</b>	-4	-12	-20	-28	-36	-44	-52	-60	-68	-76

Kylmä Jäätävän  
 kylmä

Paljaan ihon  
 paleltumavaara

Paljas iho paleltuu  
 alle 30 sekunnissa

## 11 KOSTEDELTA JA TUULELTA SUOJAAVAT MATERIAALIT

### 11.1 Hengittävät materiaalit

Kankaan hengittävydellä tarkoitetaan kankaan kykyä läpäistä vesihöyryä sekä ilmaa. Kankaan hengittävyyden mittana käytetään yksikköä  $g/m^2/24 h$ , joka ilmaisee, kuinka monta grammaa neliometri kangasta päästää kosteutta lävitseen 24 tunnin aikana. Hengittävyyden mittaamiseen on käytössä useita mittaomenetelmiä, jotka eivät ole keskenään vertailukelpoisia. Vesihöyry kulkeutuu kankaan sisäpinnalta ulkopinnalle haihtuen sieltä ilmaan kankaan rakenteessa olevien aukkojen kautta (diffuusio), kuituihin imeytyneenä tai kuidun pintaa pitkin. /3, s. 93; 5, s. 30/

Ohuet, rakenteeltaan avoimet kankaat ovat hengittävämpiä kuin paksut ja tiiviit kankaat. Vesihöyryn kulkeutumista kankaassa nopeuttaa ihon ja ympäristön väliset lämpötila- ja höyrynpaine erot. Mitä suurempi paine-ero on, sitä enemmän kosteutta kulkeutuu materiaalin lävitse. Kylmän ilman vesihöyrynpaine on alhainen, joten ihon ja ilman paine-ero on silloin suuri. Erilaiset viimeistykset ja pinnoitteet saattavat heikentävät kankaan hengittävyyttä. /3, s. 93; 5, s. 30/

Vesihöyryn imeytyessä materiaaliin vapautuu lämpöä, kun taas vesihöyryn haihtuminen materiaalista sitoo lämpöä, silloin siis alla oleva iho jäähtyy. Kuituihin voi imeytyä sekä hikoilukosteutta että ulkoista kosteutta. Luonnon kuiduista villa ja puuvilla ovat erityisen kosteutta imeviä kuituja. Tekokuiduilla on yleisesti huono kosteuden imukyky, mutta sitä voidaan parantaa muotoilemalla kuidut ontoiksi kehuun yhteydessä. /3, s. 93; 5, s. 30/

Kuitujen pintaa peittää ohut ilmakerros, jota pitkin vesihöyrymolekyylit pääsevät kiipeämään. Molekyylit liikkuvat lämpimistä ja kosteista vaatteista ulospäin kohti kuivaa ja viileää ulkoilmaa. Kosteuden siirtyminen materiaalissa on sitä nopeampaa, mitä enemmän ja mitä ohuempia kuituja materiaali sisältää. Synteettisistä mikrokuiduista valmistetut kankaat sisältävät huomattavasti enemmän ja ohuempia kuituja kuin luonnonkuiduista valmistetut kankaat. /3, s. 93; 5, s. 30/

### **11.1.1 Mikrokuitukankaat**

Mikrokuitukankaat ovat synteettisistä mikrofilamenttilangoista valmistettuja tiiviiksi kudottuja kankaita. Koska langat ovat hyvin ohuita, ovat loimi- ja kudelankojen väliin jäävät raot jo valmiiksi riittävän pieniä estämään sadepisaran pääsyn kankaan läpi. Mikrokuidut ovat jopa 60 kertaa ihmishiusta ohuempia. /4, s. 289; 9, s. 8/

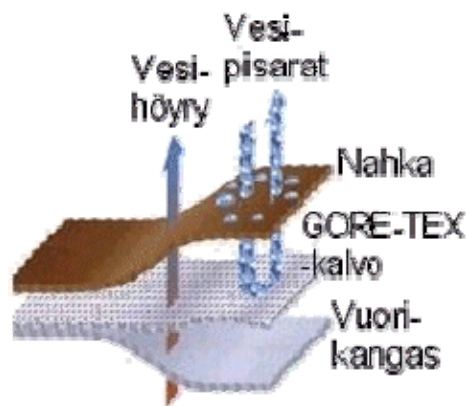
### 11.1.2 Tiiviiksi kudotut kankaat

Hienosta, löysäkierteisestä puuvillalangasta kudotut kankaat omaavat hyvän vedenhylkivyyden ja hengittävyys. Niiden vedenhylkivyyys perustuu puuvillan turpoamisominaisuuteen sen kastuessa. Kuivana kuteiden ja loimien väliin jäävät aukot ovat suhteellisen suuria, mutta kankaan kastuessa langat turpoavat ja raot pienenevät estäen vesipisaran pääsyn kankaan läpi. Vesimolekyylit pääsevät haihtumaan kankaan raoista, mikä tekee kankaasta hengittävän. Usein tällaisille materiaaleille tehdään lisäksi vedenhylkivyyksiä. /4, s. 289/

### 11.1.3 Pinnoitetut materiaalit

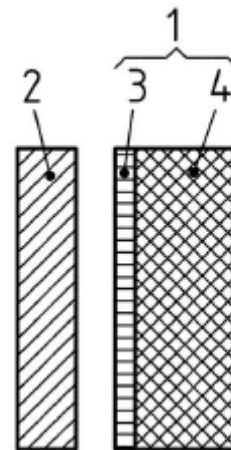
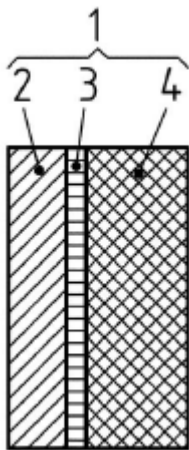
#### Mikrohuokoiset pinnoitteet ja kalvot

Mikrohuokoisten materiaalien toiminta perustuu polymeerikalvossa oleviin mikroskooppisen pieniin reikiin, jotka saadaan aikaan venyttämällä kalvoa molempiin suuntiin. Vesipisara ei mahdu rei'istä, mutta molekyylimuodossa oleva hikoilukosteus pääsee niistä haihtumaan. Pinnoitemateriaalina käytetään polyuretaania ja kalvomateriaaleina PTFE:tä (polytetrafluorietyyleeniä eli teflonia) tai polyuretaania. Tunnetuin tuotemerkki tällaisista kalvoista on laajalti käytetty Gore-Tex-kalvo (kuva 10). /1, s.59–61; 4, s. 289/



**Kuva 10** Esimerkki Gore-Tex-kalvon toiminnasta /16/

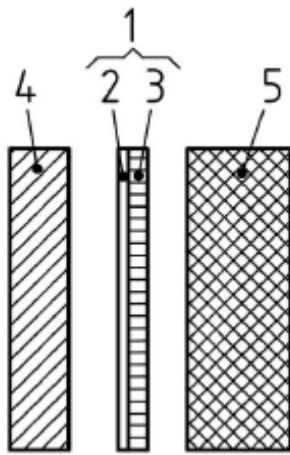
Mikrohuokoinen kalvo laminoidaan kiinni kankaaseen. Kalvon paikka tuotteessa määräytyy tuotteen käyttötarkoituksen mukaan. Kalvon sijoittaminen päällyskankaan ja vuorin väliin suojaa kalvoa mekaaniselta rasitukselta. /1, s. 59–61/ Kuvat 11–14 havainnollistavat kalvojen erilaisia sijoitusmahdollisuuksia.



**Kuva 11** 3-kerroslaminaatti päällyskerroksena /10/ **Kuva 12** 2-kerroslaminaatti vuorilla /10/

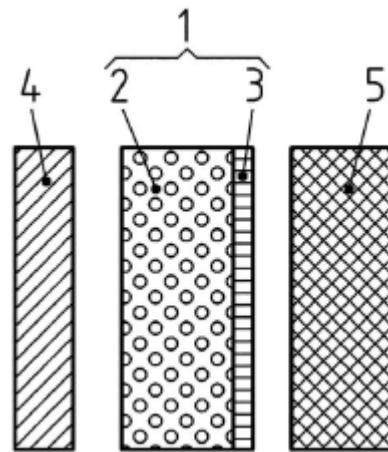
1. Päällysmateriaali
2. Vuori
3. Kalvo (pinnoite, folio)
4. Päällimmäinen kerros

1. Päällysmateriaali
2. Vuori
3. Kalvo (pinnoite, folio)
4. Päällimmäinen kerros



**Kuva 13** Välivuorin, vuorin ja päällysmateriaalin yhdistelmä /10/

1. Vuori
2. Neulos
3. Kalvo
4. Vuori (irrallinen)
5. Päällimmäinen kerros (irrallinen)



**Kuva 14** Lämpöä eristävän vuorin, vuorin ja päällysmateriaalin yhdistelmä /10/

1. Lämpöä eristävä välivuori
2. Kuitukangas
3. Kalvo
4. Vuori (irrallinen)
5. Päällimmäinen kerros

### Hydrofiiliset pinnoitteet ja kalvot

Hydrofiilisten kalvojen ja pinnoitteiden vesihöyryn läpäisykyky perustuu kalvoon tai pinnoitteen kemialliseen rakenteeseen. Vesimolekyylit kulkeutuu hydrofobisessa materiaalissa hydrofiilisten molekyylien kuljettamana ulospäin ja poistuu lopuksi höyrynä materiaalin ulkopinnalta. Hydrofiilisilla materiaaleilla on alhaisempi kosteudensiirtokyky kuivissa oloissa kuin mikrohuokoisilla materiaaleilla. /1, s.59–61; 4, s. 289/

Mikrohuokoisia materiaaleja sekä hydrofiilisiä pinnoitteita käytettäessä on huomioitava kosteuden ja kylmyyden yhteisvaikutus materiaalien hengittävyteen. Jos hikoilukosteus tai ulkoinen kosteus pääsee jäätyään vaateuksen pintakerrokseen materiaalin hengittävyys estyy. /19/

## 11.2 Hengittämättömät materiaalit

### 11.2.1 Muovipinnoitetut materiaalit

Muovipinnoitetut kankaat ovat täysin tuulen- ja vedenpitäviä, mutta ne eivät läpäise vesihöyryä. Pinnoitukseen käytetään PVC (polyvinyylidikloridi) tai polyuretaanipinnoitteita, joissa ei ole mikrohuokosia. Muovipinnoitetut materiaalit ovat täysin tuulenpitäviä.

## 11.3 Viimeistykset

Sekä pinnoitetuissa että pinnoittamattomissa ulkoiluvaatekankaissa on usein vettähylkivä viimeistyskäsittely. Viimeistykseen ansiosta vesi helmeilee pois kankaan pinnalta imeytymättä siihen ja tekemättä tuoteta märäksi ja painavaksi. Viimeistyskäsittelyt perustuvat kankaan pintajännityksen muutokseen, jonka vuoksi tuotteita pestessä ei pidä käyttää huuhteluainetta.

Vedenhylkivyyksiä viimeistykset eivät ole ikuisia, vaan ne kestävät 5–10 pesukertaa. Viimeistykset saadaan aktivoitua pesun jälkeen lämmön avulla esimerkiksi rumpukuivauksessa, lämpökaapissa tai saunassa.

Vedenhylkivyyksiä viimeistykseen voi uusia esimerkiksi urheiluvaatekauppoissa myytävillä aineilla kotona pesukoneessa. Urheiluvaatekauppoista saa myös suihkemuotoisia vedenhylkivyyksiä viimeistysainetta, joiden kesto-ominaisuudet tosin ovat huonommat kuin pesussa lisättävien aineiden.

Työvaatekankaiden tärkeitä ominaisuuksia ovat myös liianhylkivyyksiä sekä öljyjen ja kemikaalienkesto. Myös vaatteiden palosuojauksenkäsittelyt ovat lisääntyneet. Nämä saadaan aikaan materiaalivalinnalla sekä viimeistelemällä materiaali erilaisilla viimeistysaineilla. Tällaiset viimeistykset eivät kuitenkaan kestä kuin muutaman pesukerran, mutta jotkut niistä voidaan uusia pesulassa. Esimerkiksi 3M:n tuotemerkki, Scotchgard on vettä ja likaa hylkivä viimeistyskäsittely. Sintsaus on materiaalia tiivistävä ja kiillottava

lämpökäsittely, jonka avulla kankaasta tulee vettä ja likaa hylkivä sekä tuulenpitävä tiettyyn rajaan asti. /9, s. 11; 1, s. 59/

#### 11.4 Sateelta suojaava vaatetus

Työssä käytettävien sateelta suojaavien vaatteiden tulee täyttää standardissa SFS-EN 343 niille asetetut vaatimukset. Tärkeimmät vaatimukset ovat vedenpitävyys sekä vesihöyrynläpäisyvastus. Kuvassa 15 on sateelta suojaavan vaateuksen standardin SFS-EN 343 mukainen merkintä. /1, s.48; 3, s.101/

Tekstiilimateriaalin vedenpitävyys eli veden paineenkesto mitataan standardin EN 20811 mukaan ja luokitellaan kahteen luokkaan (taulukko 7).

Vedenpaineen kesto mitataan vesipatsastestillä, jossa mitataan miten korkea vesipatsas läpäisee kankaan. Vettä hylkiviksi käsitellyt tekstiilimateriaalit eivät läpäise 0 - 100 mm:n, hienofilamenttikankaat 200 - 400 mm:n, mikrokuitukankaat 400 - 600 mm:n ja pinnoitetut kankaat 1000 - 2000 mm:n korkuisia vesipatsaita. /1, s.48; 3, s.101/

Vesihöyrynläpäisyvastus ilmaisee kankaan kykyä vastustaa vesihöyryn kulkeutumista sen lävitse. /1, s.148/

**Taulukko 7** Tekstiilimateriaalin vedenpitävyys WP (Pa).

WP Pa	Luokka
$8000 \leq WP \leq 13\ 000$	1
$WP > 13\ 000$	2





EN 343  
Suojaus huonolta säältä, sateelta suojaava vaateus  
Vedenläpäisyvastus  
Vesihöyrynläpäisyvastus

**Kuva 15** Sateelta suojaavan vaatetuksen pictogrammi /1/

## 12 LOPPUPÄÄTELMÄT

Kylmä työympäristö luo haasteita vaateukselle ja sen valinnalle. Lämpötilan lisäksi huomioitavia muuttujia ovat: lämmöntuotto, tuuli sekä vesi-, räntä- tai lumisade. Lisähaastetta vaateuksen valinnalle tuo näiden muuttujien vaihtelu työpäivän aikana. Vaateuksen lämmöneristävyys tulee olla säädeltävissä työtehon tai olosuhteiden muuttuessa. Erityisesti kerrospukeutuminen, jossa suositaan useita ohuita kerroksia, tarjoaa mahdollisuuksia lämmöneristävyysvaihtelulle työpäivän aikana. Äärilyymissä olosuhteissa on huomioitava, että IREQ-indeksin antama lämmöneristävyys-arvo ei ole riittävä, vaan on ylipukeuduttava, jotta ihon pinta ei jäähdy.

Oikea suojautuminen kylmältä vaateuksen sekä muiden suojaajien osalta sekä oikeat ja hyvin suunnitellut työtavat vähentävät kylmän haittavaikutuksia ja vaikuttavat positiivisesti työturvallisuuteen ja tuottavuuteen.

## LÄHTEET

### **Painetut ja painamattomat lähteet**

- 1 Risikko, Tanja – Marttila-Vesalainen, Ritva, Vaatteet ja haasteet. WSOY 2006.
- 2 Hassi, Juhani – Mäkinen, Tiina – Homér, Ingvar – Påsche, Arvid – Risikko, Tanja – Toivonen, Liisa – Hurme, Maisa, Opas kylmätyöhön. Kirjapaino Kaleva. Oulu 2002.
- 3 Mäkinen, Helena – Antikainen, Tuula – Ilmarinen, Raija – Tammela, Erja – Hurme, Maisa, Toimiva työ- ja suojavaatetus. Työterveyslaitos. Helsinki 1996.
- 4 Shishoo, R, Textiles in sport. Woodhead publishing in textiles. 2005.
- 5 Nieminen, Terhi. Diplomityö, Talvityöjalkineiden käyttömukavuuden riippuvuus jalkine- ja jalkaverhomateriaaleista. Tampereen teknillinen korkeakoulu 1982.
- 6 SFS EN ISO 20347 Henkilönsuojaimet, työjalkineet. Standardisoimisyhdistys TEVASTA ry.
- 7 Saari, Ulla-Maarit. Diplomityö, Kylmässä ulkotyössä käytettävien päähineiden käyttömukavuuden riippuvuus niiden materiaalista ja mallista. Tampereen teknillinen korkeakoulu 1982.
- 8 Boncamper, Irma, Tekstiilioppi. Kuituraaka-aineet. Hämeen ammattikorkeakoulu. Hämeenlinna 1999.
- 9 Tikkanen, Seija – Opetushallitus, Tuuleen & tuiskuun. Hakapaino Oy. 2002.
- 10 SFS-EN 343 Suojavaatetus, suojaus huonolta säältä. Standardoimisyhdistys TEVASTA ry.

### Sähköiset lähteet

- 11 Ilmatieteenlaitos.[www-sivu].[viitattu 9.2.2007] Saatavissa:  
[http://www.fmi.fi/tutkimus\\_ilmasto/ilmasto\\_3.html](http://www.fmi.fi/tutkimus_ilmasto/ilmasto_3.html)
- 12 Rakentajan kylmäopas.[www-sivu]. [viitattu 12.1.2007] Saatavissa:  
<http://www.ttl.fi/NR/rdonlyres/67AFF51F-3616-414F-818E-45404C0616E9/0/RakKylOpas.pdf>
- 13 Työterveyslaitos. [www-sivu]. [viitattu 19.1.2007] Saatavissa:  
[www.ttl.fi](http://www.ttl.fi)
- 14 Työturva. [www-sivut]. [viitattu 12.3.2007] Saatavissa:  
<http://www.tyoturva.fi/tyoturvallisuus/olosuhteet/lampo>
- 15 Partioaitta. [www-sivut]. [viitattu 24.4.2007] Saatavissa:  
[www.partioaitta.fi](http://www.partioaitta.fi)
- 16 Finscoop. [www-sivut]. [viitattu 24.4.2007] Saatavissa:  
[www.finscoop.fi](http://www.finscoop.fi)
- 17 Expedition [www-sivut]. [viitattu 25.4.2007] Saatavissa:  
<http://www.expedition.fi/gronlanti2003/kerrospukeutuminen.html>
- 18 Grabber warmers. [www-sivut]. [viitattu 2.5.2007] Saatavissa:  
[www.warmers.com](http://www.warmers.com)

### Muut lähteet

- 19 Hassi, Juhani, työn tilaaja. Keskustelu 2.5.2007. TAMK, Tampere

### LIITTEET

Vaatetussuositukset kylmätyöhön