



AUTOTEKSTIILIT JA NIILTÄ VAADITTAVAT OMINAISUUDET

Juha-Pekka Teivainen

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2014
Paperi-, tekstiili- ja kemian-
tekniikka
Tekstiilitekniikka

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Paperi-, tekstiili- ja kemiantekniikan koulutusohjelma
Tekstiilitekniikka

JUHA-PEKKA TEIVAINEN:
Autotekstiilit ja niiltä vaadittavat ominaisuudet

Opinnäytetyö 44 sivua, joista liitteitä 4 sivua
Huhtikuu 2014

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää autoissa olevien tekstiilien käyttökohteet ja niiltä vaadittavat ominaisuudet samalla selventäen, miksi näihin kohteisiin tekstiilit ovat muita vaihtoehtoja parempi ratkaisu. Kirjallista tutkimustyötä tehdessä haasteellista oli löytää suomen kielen vastineita joillekin englannin kielisille teknillisille sanoille. Monille teknisille sanoille ei löytynyt vastineita lainkaan.

Erään lähteen mukaan henkilöautoissa käytetään noin 20 kilogrammaa tekstiilejä autoa kohden. Tämä 20 kilogrammaa muodostuu sisustustekstiileistä, äänieristeistä, suodatinrakenteista, letkujen ja renkaiden vahvikkeista, turvalaitteista kuten turvavöistä ja turvatyynyistä. Sisustustekstiileissä usein visuaalisuus on tärkeätä, mutta myös muita ominaisuuksia vaaditaan. Näitä ominaisuuksia ovat erityisesti hyvä hankauksenkesto, ultravioletin kesto ja värien kesto. Turvalaitteissa ja vahvikkeina käytettävissä tekstiileissä vetomurtolujuus ja repäisyjujuus ovat päätekijöitä, mutta myös valonkesto, kosteudenkesto ja lämmönkesto vaikuttavat materiaalivalintoihin.

Tulevaisuudessa tekstiilien osuus etenkin komposiittirakenteiden muodossa tulee kasvamaan, sillä ne keventävät autoja merkittävästi. Pyrkiminen kohti kevyempiä autoja tulee polttoainekustannusten nousun takia valmistajille ajankohtaiseksi kaikkien automallien kohdalla.

Asiasanat: autotekstiilit, suodattimet, turvavyöt, turvatyyny, korin verhoilu

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences
Degree programme in Paper, Textile and Chemical Engineering
Bachelor of Textile Engineering

JUHA-PEKKA TEIVAINEN:
Automotive Textiles and Properties Required of them

Bachelor's thesis 44 pages, appendices 4 pages
April 2014

The purpose of this thesis was to find out uses for textiles in automobiles and the required properties of such textiles. At the same time it clarifies why textiles are the preferred option in these places. Challenges during the literary research were to find Finnish translations for some of the technical English words and in some cases there just were none to be used.

According to one of the sources approximately 20 kilograms of textiles per car are used. These 20 kilograms consists of upholstery, sound proofing, filter structures, reinforcements for hoses and tyres and safety equipment like seatbelts and airbags. Visuality is usually the most important factor for upholstery fabrics but other properties like abrasion, fastness to ultraviolet light and color fastness. Both in safety equipment and in reinforcement textiles tensile strength and tear strength plays major role but properties such as fastness to light, resistance to moisture and resistance to heat affect the choice of materials.

In the future percentage of textiles in automobiles will rise. Particularly composite structures will play huge role in the car of the future because of their light weight and high structural integrity. Demand for more light weight car comes from the rise of fuel expenses and soon every model of a car will have to take it to an account.

Key words: automotive textiles, filters, seatbelts, airbags, automotive upholstery

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	AUTOTEKSTIILIT.....	7
2.1	Yleistä tietoa autotekstiileistä.....	7
2.1.1	Sisustuksen historiaa.....	9
2.2	Kangastyyppejä ja materiaaleja.....	9
3	SUODATTIMET.....	11
3.1	Yleistä tietoa suodattimista.....	11
3.1.1	Eri kuitukangastyyppejä.....	13
3.2	Öljynsuodattimet.....	14
3.3	Ilmansuodattimet.....	15
4	TEKSTIILIT AUTON TURVALLISUUSTEKIJÖISSÄ.....	20
4.1	Turvavyöt.....	20
4.2	Turvatyyny.....	22
4.3	Renkaat.....	26
5	SISUSTUS JA VISUAALISUUS.....	31
5.1	Sisustukselta vaadittavia ominaisuuksia.....	31
5.2	Ominaisuuksien selvittämiseen tarvittavia testejä.....	32
5.3	Sisustuksessa käytettävät neulokset ja kudokset.....	33
5.4	Istuimien päällysteet.....	34
5.5	Korin verhoilu.....	35
5.6	Matot.....	36
5.7	Ovet ja hattuhyllyt.....	36
5.8	Takakontin suojamatto.....	36
6	POHDINTA.....	38
	LÄHTEET.....	39
	LIITTEET.....	42
	Liite 1. Auton tekstiilit, liitteen 2 sanasto.....	42
	Liite 2. Autoissa käytettävät tekstiilit (Fung & Hardcastle 2001, 97).....	43
	Liite 3. Istuinmateriaalien vesihöyrynläpäisykyky.....	44
	Liite 4. Auton tekstiilirakenteiden materiaaleja (Fung & Hardcastle 2001, 16).....	45

ERITYISSANASTO

kuitumigraatio
sumuuntuminen (fogging)

veluuri

kuitujen vaeltaminen langan sisällä
kemikaalien höyrystyminen materiaaleista ja
tiivistyminen ikkunoihin.
nukkapintainen materiaali

1 JOHDANTO

Tämän kirjallisen opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, minkälaisia tekstiilejä autoissa käytetään ja mitä ominaisuuksia niiltä vaaditaan. Työ keskittyy tärkeimpiin tekstiiliratkaisuihin, joissa tekstiilien edut muihin materiaaleihin verrattaessa tulevat selkeästi esille. Työ on tehty kirjallisena tutkimuksena alan kirjojen, lehtien, oppimateriaalien ja internetlähteiden perusteella.

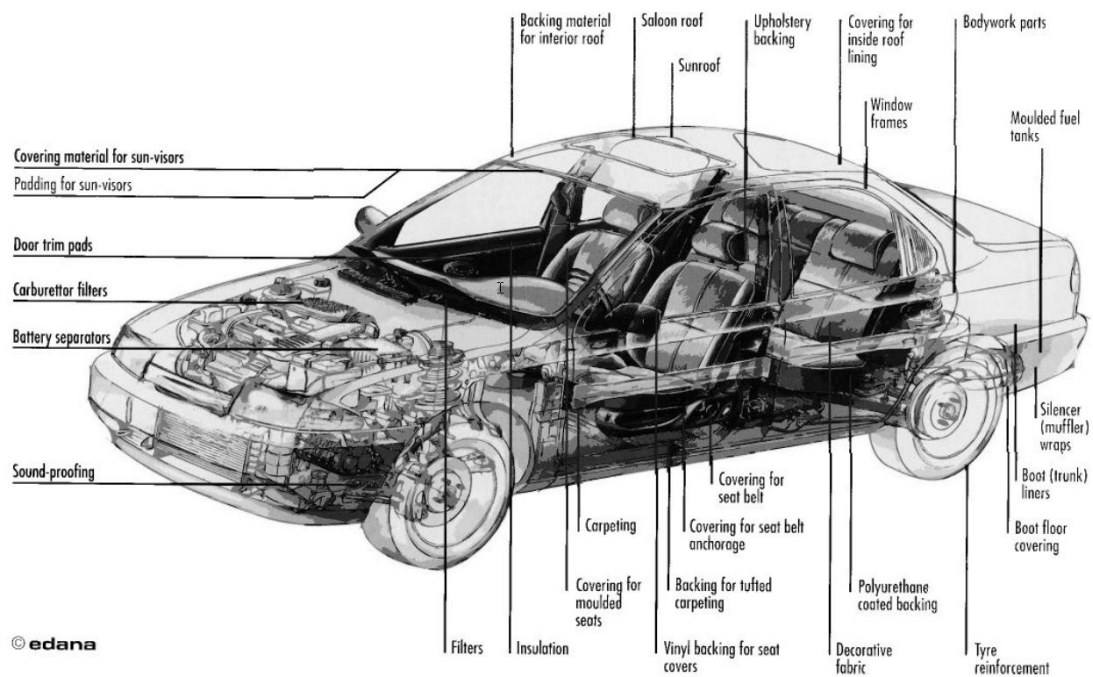
Tavoitteena on antaa kattava kuvaus auton tekstiileistä myös ihmisille, jotka eivät aiheeseen ole perehtyneet. Työ käsittelee ensin autotekstiilien historiaa ja kehitystä sekä tekstiilien roolin kasvamista verhoilukankaista auton toiminnan kannalta oleellisiksi tekijöiksi. Seuraavassa vaiheessa käsitellään suodattimien osuutta autoissa ja sitä, miten erilaiset märkäsuodattimet ja kuivasuodattimet eroavat toisistaan. Kolmannessa kohdassa tutustutaan auton turvalaitteiden sisältämiin tekstiilirakenteisiin ja siihen miten kyseiset rakenteet vaikuttavat turvalaitteiden haluttuihin ominaisuuksiin. Viimeisessä osuudessa perehdytään tekstiilien käyttöön sisustuksessa sisältäen rakenneratkaisuja, valmistusmenetelmiä, testausmenetelmiä ja äänieristyksen. Opinnäytetyön ulkopuolelle jäävät erilaiset letkujen rakenteet ja joitain eristeitä kuten akkujen eristeet.

Liitteissä on kuva auton tekstiilien käyttökohteista, suomennukset kyseisen kuvan sanastosta, luettelo autotekstiilien materiaaleista ja kuva istuinmateriaalien vesihöyrynläpäisystä.

2 AUTOTEKSTIILIT

2.1 Yleistä tietoa autotekstiileistä

Autoteollisuus on maailman suurin teknisten tekstiilien käyttäjä. Keskimäärin jokaiseen autoon kuuluu noin kaksikymmentä kiloa tekstiilejä, ja autoja valmistetaan vuosittain noin neljäkymmentä miljoonaa kappaletta. Tämä kaksikymmentä kiloa koostuu suurin piirtein noin kolmesta ja puolesta kilosta istuimien päällystyksiä, neljästä ja puolesta kilosta mattoja, kuudesta kilosta muita sisustuselementtejä ja renkaita ja noin kuudesta kilosta lasivillakomposiitteja. (Fung & Hardcastle 2001, 1, 4.) Kuvassa 1. on osoitettuna useita kohteita, joihin autossa käytetään tekstiilejä. Auton tekstiileistä (kuva 1.) on suurenna ja sanastoa liitteistä 1–2.



KUVA 1. Auton tekstiilit (Fung & Hardcastle 2001, 97).

Auton sisustus on nostanut arvostustaan lähivuosikymmeninä, sillä ihmiset kuluttavat entistä enemmän aikaa matkustaessaan niin huvikseen kuin työnkin puolesta. He vaativatkin siis entistä enemmän matkustusmukavuutta, joka saavutetaan suurelta osin juuri sisustuksella. Myös autovalmistajille sisustuksen vaihtaminen on helppo ja huokea vaihtoehto, jolla vanhaan automalliin saadaan uutta markkinavoimaa verrattaessa kokonaan uuden mallin suunnitteluun. (Fung & Hardcastle 2001, 1–2.)

Ei kuitenkaan tule unohtaa, että teknisiä tekstiilejä käytetään autoissa myös muualla kuin sisustuksessa. Näitä käyttökohteita ovat muun muassa erilaiset suodattimet moottoritilassa, renkaat, äänieristeet, tiivisteet, letkut, akut ja turvalaitteet kuten turvatyyny ja turvavyöt. Liitteessä 4 on nähtävissä auton eri osissa olevien tekstiilien valmistusmateriaaleja. Näissä käyttökohteissa tekstiileiltä vaaditaan usein erityisiä ominaisuuksia kuten korkea vetomurtolujuus ja pieni kutistuma, pieni elastisuus, korkea lämmönkesto ja niin edelleen. Komposiittirakenteissa tekstiilit ovat tärkeässä roolissa tuomassa parempia tuloksia, pidennettyä käyttöikää ja keventämässä kuormaa. Kuitukankaita käytetään valtavasti niin koristeellisissa kuin käytännön kohteissakin. Kuitukankaiden käyttö lisääntynee myös tulevaisuudessa niiden korvattaessa kalliimpia päällystemateriaaleja. (Fung & Hardcastle 2001, 3.)

Autotekstiilien kehitys alkoi jo autoteollisuuden alkutaipaleilla, mutta käytössä oli lähinnä vain nahkasta ja luonnonkuiduista valmistettuja vaihtoehtoja. Synteettisten kuitujen lyötyään itseään läpi 1940-luvulla, monet päällysteet tehtiin vinyylin ja etylideenikloridin yhdisteistä. Tuotemerkeiltään näitä ovat esimerkiksi Saran, Tygan ja Velon. Nylon, joka kuuluu polyamideihin, löi itsensä läpi toisen maailmansodan jälkeen ja sen käyttö lisääntyi merkittävästi myös autoteollisuudessa sellaisenaan ja yhdisteinä muiden kuitujen kanssa. 1950-luvulla PVC eli polyvinylikloridi nousi suosituksi, sillä se vastasi aikakautensa päällysteiltä vaadittuihin ominaisuuksiin, joita olivat muun muassa puhdistettavuus, kestävyys, värinkesto ja rypistymättömyys. 1970-luvulla PVC:n kehitys toi markkinoille uuden hengittävämmän mallin, jossa kalvo korvattiin PVC:stä kudotulla kankaalla. Samoihin aikoihin myös automallit kehittyivät avaraikkunaisemmiksi ja ongelmaksi alkoi muodostua autojen sisälämpötilojen kohoaminen. Materiaalien tuli kestää jopa 100 °C lämpötiloja kosteusprosentin vaihdellessa nolasta sataan. Tämä loi olosuhteet polyestereiden käytölle autojen sisustuksissa. Polyesteri kestää kuitenkin huonosti UV säteilyä, joten siihen on jouduttu lisäämään kemikaaleja, jotka nostavat sen käyttöikää. Myös auton lasien muuttaminen UV säteilyä suodattaviksi on helpottanut tätä ongelmaa. Nykyään noin 90 % autojen istuimien päällystyksistä on valmistettu polyesteristä. (Fung & Hardcastle 2001, 8–10.)

2.1.1 Sisustuksen historiaa

Autojen sisustaminen tekstiileillä oli alun perin täysin insinöörien käsissä. Monet heistä eivät olleet saaneet tekstiilialan koulutusta. Tämän takia itse sisustuksien hankkiminen jäikin monesti avustajille ja he ilmoittivat insinööreille, milloin mikäkin materiaali oli suosiossa. Insinöörit käyttivätkin monesti sisustuksissa varmoiksi koettuja ratkaisuja, jotka olivat ensisijaisesti käytännöllisiä ja monesti esteettinen puoli jäi toissijaiseksi. Tähän vaikutti myös tekstiiliteollisuuden kyvyttömyys tuottaa esteettisesti vaikuttavia kankaita, jotka myös täyttivät erittäin korkeat vaatimukset hankauksen- ja värienkeston kannalta. (Fung & Hardcastle 2001, 24.)

Vuosina 1973 ja 1974 tapahtunut öljyhintojen keinottelu sai monet autonvalmistajat ajamaan autojen mallit kohti virtaviivaisempia ja siten polttoainetta säästäviä malleja. Tämä puolestaan loi ongelman, sillä autot muistuttivat toisiaan enemmän kuin ennen ja sisustuksen rooli erottautumisessa kasvoi. Samoihin aikoihin Euroopassa tekstiiliteollisuus onnistui kehittämään uusia menetelmiä, kuten filamenttilankojen ilmateksturointi. Väriaineiden kehitys toi myös mukanaan uusia vaihtoehtoja esimerkiksi polyesterin värjäämiseksi. Teollisuuden kasvavat tarpeet ja tuotannon tehostuminen laskivat hintoja ja loivat olosuhteet, joissa sisustussuunnittelun rooli tekstiilien osalta kasvoi. (Fung & Hardcastle 2001, 24–25.)

Jaquard-tekniikoiden kehittyessä ja CAD:n eli tietokoneavusteisen suunnittelun myötä tekstiilejä kyettiin muokkaamaan asiakkaiden tarpeiden mukaisiksi huomattavasti entistä nopeammin ja edullisemmin. (Fung & Hardcastle 2001, 26–27.)

2.2 Kangastyyppejä ja materiaaleja

Autoteollisuuden vaatimat korkeat tekniset ominaisuudet tekevät autoteollisuudesta uniikin tekstiiliteollisuuden osa-alueen. Monet jo muilla aloilla hyväksi koetut ratkaisut eivät joko riittäneet tai olivat suorastaan mahdottomia toteuttaa, joko materiaalien tai rakenteiden puolesta. Tärkeimpinä näistä mainittakoon hankauksenkesto, värinkesto, valonkesto, murtolujuus, nukkaantuminen, palamattomuus ja saumojen kestävyys. Näihin ongelmiin vastaukseksi ovat nousseet nykyaikaiset polyesterit. Vaikka monet materiaalit voittavat yksittäisissä osa-alueissa polyesterin, on se osoittautunut kattavissa tes-

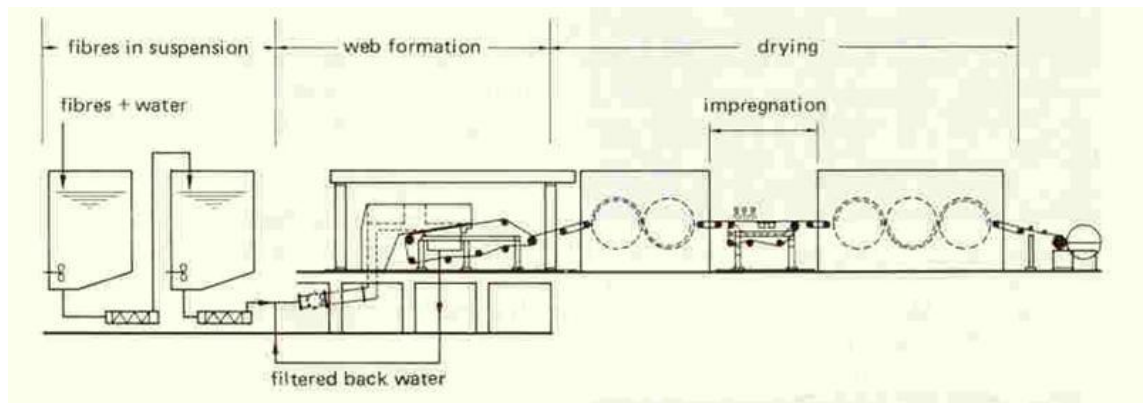
teissä erittäin hyväksi ja kaikki testit huomioitaessa parhaaksi materiaaliksi. Vuonna 1997 polyesterin osuus oli 94 % autojen tekstiilimateriaaleista. (Fung & Hardcastle 2001, 44.)

Tulevaisuudessa kuitukomposiittien osuus autojen tekstiileissä kasvane merkittävästi. Tälläkin hetkellä on olemassa konseptiautoja, joissa komposiittien avulla on korvattu perinteisesti metallista valmistettuja osia. Autourheilu on perinteisesti ollut eturintamalla etsiessä kevyempiä, vahvempia ja eri ominaisuuksiltaan parempia ratkaisuja nykyisten rinnalle. Monet esimerkiksi Formula 1 autoissa nähdystä uudistuksista ovatkin vuosien varrella löytäneet tiensä myös käyttöautoihin. Näihin keksintöihin kuuluu muun muassa komposiittirakenteesta koottu tukirunko, joka suojelee sekä Formula 1 että Ferrari F70 kuskeja hengenvaarallisilta törmäyksiltä. (Formula in real life 2013.)

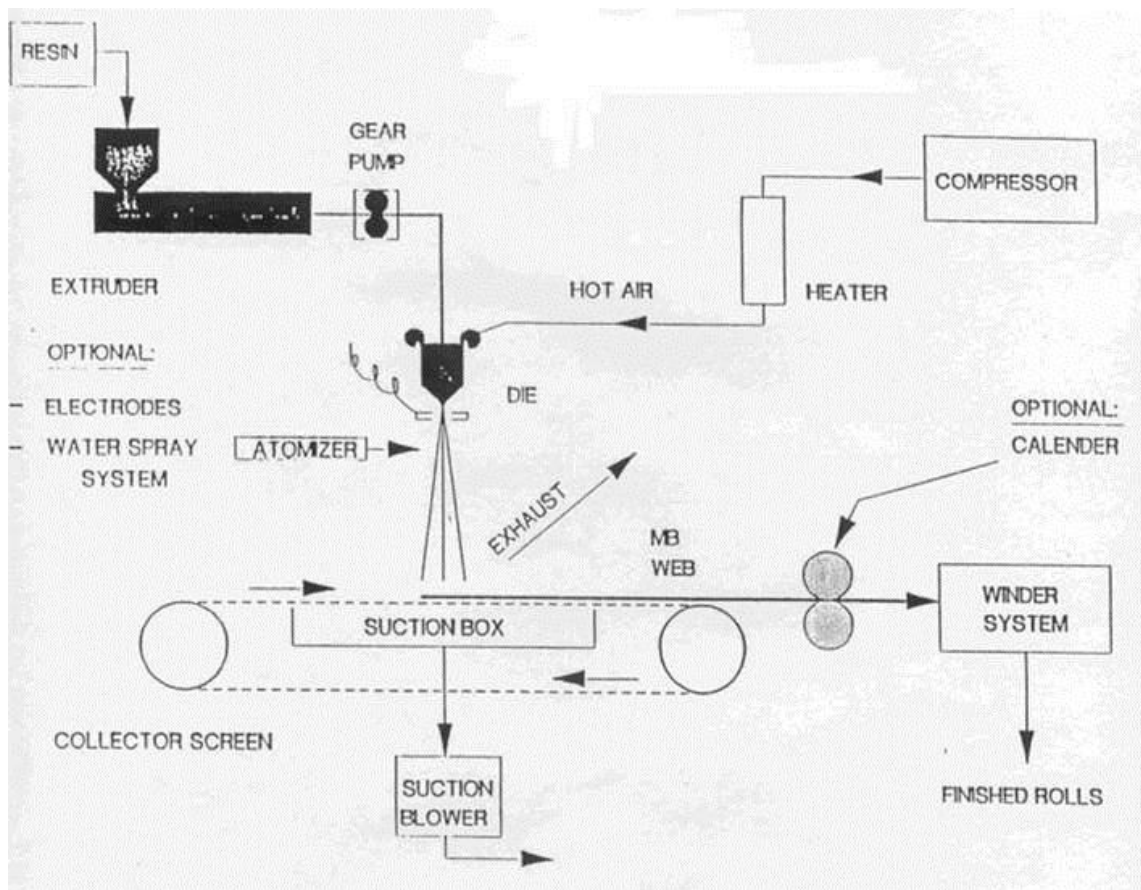
3 SUODATTIMET

3.1 Yleistä tietoa suodattimista

Suodattimet voidaan jakaa kahteen pääryhmään niiden käyttötarkoituksen mukaan, kuiva- ja märkäsuodattimiin. Nämä ryhmät voidaan edelleen jakaa moniin alaryhmiin, esimerkiksi suodatettavien aineiden perusteella. Sekä kuiva- että märkäsuodattimissa ratkaisuja suodatinmateriaaleiksi on useita, kuten paperi, lasikuitu ja kudotut kankaat, mutta yhdeksi parhaimmista ovat viime vuosina nousseet kuitukankaat. Niiden menestyksen syinä ovat muun muassa matalat valmistuskustannukset, kierrätettävyys, energiasäästöt ja keveys. Märkäsuodattimissa käytettävissä kuitukankaissa rainanvalmistusmenetelmät ovat märkämenetelmä (wetlaid), sulapuhallus (meltblown) ja kehrumenetelmä (spunbonded). Sulapuhallus ja kehrumenetelmissä raina sidotaan lämmöllä. Kuivasuodattimissa käytetään pääosin märkämenetelmällä (wetlaid), sulapuhalluksella (meltblown) ja neulauksella (needlepunch) valmistettuja kankaista. Kuvissa 2, 3 ja 4 on nähtävissä märkämenetelmän ja sulapuhalluksen peruseriaatteet. (Nonwovens in filtration 2005.)



KUVA 2. Kuitukankaan rainanmuodostuksen valmistuseriaate märkämenetelmällä. (Wet-laid nonwovens 2004.)



KUVA 3. Rainanmuodostus sulapuhalluksella (Meltblown). (Melt blown technology 2004.)



KUVA 4. Rainanmuodostus sulapuhalluksella (Meltblown). Menetelmässä kuituja puhalletaan suuttimista viiralle, jolle ne muodostavat itse kankaan (Meltblown Manufacturing Process).

3.1.1 Eri kuitukangastyyppejä

Kuitukangas on termi kangastyypille, joka ei ole tuotettu perinteisillä kutoma- tai neulekoneille vaan se pysyy koossa joko mekaanisella-, kemikaalisella- tai lämpökäsittelyllä. Niissä yhdistyy tekstiilien, paperien ja muovien ominaisuuksia. Tarkemmin nämä on määritelty standardissa (ISO 9092:2011). Kuitukankaita valmistetaan kaikentyyppisistä kuiduista ja niiden yhteisenä ominaispiirteenä on valmistamisnopeus. Esimerkkinä kehrumenetelmällä (spunbond) valmistettu kuitukangas voi olla jopa 2000 kertaa nopeampaa tuottaa kuin vastaava määrä kudottua kangasta. Ne ovat hyvin ekonomisia ja soveltuvat moniin eri tehtäviin. Valmistusmenetelmästä riippuen, kuitujen suunta kuitukan- kaassa voi olla yhtenäinen, ristiin menevä tai täysin sattumanvarainen. Kuitusuunnalla on suuri merkitys kuitukankaiden ominaisuuksiin, kuten murtolujuuteen ja konesuunnan repäisylujuuteen. (Fung & Hardcastle 2001, 95–96, 102.)

Neulaamalla (needlepunched) viimeistellyissä kuitukankaissa käytetään erilaisia neuloja, jotka iskeytyvät kankaaseen pakottaen osan kuiduista tarttumaan alempana kuituverkossa sijaitseviin kuituihin kiinni (kuva 25). Suuria eroja kuitukankaissa saadaan aikaan käyttämällä erimallisia neuloja. Tällä menetelmällä tuotettuihin kuitukankaisiin saadaan ominaisuuksia, jotka vastaavat kutomalla ja neulomalla valmistettuja kankaita. Ulkonäöltään ne muistuttavat fleece- ja veluurikankaita. (Fung & Hardcastle 2001, 102.)

Ommelsidotuissa (Stitch bonded) kuitukankaissa viimeistely tapahtuu tikkaamalla kuitukangasta, joko langan kanssa tai ilman lankaa. Ilman lankaa tapahtuvassa tikkauksessa neulat ovat suunniteltu kiskomaan osan kuiduista pois kuituverkosta. Näitä kuituja käytetään sitomaan koko kuituverkko paikalleen. Ommelsidotuille kuitukankaille yhtenäistä on erittäin suuri vetomurtolujuus tikkauksen suunnassa verrattaessa leveysuuntaan. (Fung & Hardcastle 2001, 102.)

Vesineulaus (Hydro-entanglement) menetelmässä kuidut kiinnitetään toisiinsa suihkut- tamalla vettä suurella paineella pienistä rei'istä. Tällä menetelmällä voidaan halutessa saada aikaiseksi suuri määrä erityyppisiä ominaisuuksia. Näille tuotteille yhtenäistä on niiden kevyt neliömassa, pehmeä tuntu ja taipuisuus. (Fung & Hardcastle 2001, 102–103.)

3.2 Öljynsuodattimet

Öljynsuodattimen rooli autossa on suodattaa moottorin sisällä kiertävästä öljystä pienhiukkasia. Nämä pienhiukkaset vaihtelevat kooltaan, mutta haitallisimpia niistä ovat alle 100 mikrometrin kokoluokassa olevat hiukkaset. Näitä hiukkasia voi kulkeutua moottoriin joko ulkoilmasta, irrota moottorin sisäpinnoilta kuluman seurauksena tai valmistuksen yhteydessä. Moottorin liikkuvat kappaleet vaurioituvat herkästi näistä likahiukkasisista, mikäli suodattimet eivät suoriudu tehtävästään. (Parvinen, H. 2011; Öljynsuodattimet. Tekniikan Maailma 20/2011 63–67.)

Öljynsuodattimia valitessa on syytä ottaa huomioon suodatintuloksien lisäksi likakapasiteetti, joka kertoo kuinka pitkään suodatin pystyy suoriutumaan tehtävästä, ennen kuin se on pakko vaihtaa. Laadultaan hyväkin suodatin tulee vaihtaa riittävän usein, sillä öljy kiertää suodattimen läpi keskimäärin viisi kertaa minuutissa. Itse vaihtaisin suodattimen aina öljynvaihdon yhteydessä, noin 15000 kilometrin välein, mutta esimerkiksi M-filter lupaa suodattimelleen 50000 kilometrin vaihtovälin (Petrell Lasse). Mikäli suodatin tukkeutuu tai sen läpivirtaus on liian pieni, öljy kulkee läpivirtausventtiilin kautta suodattimen ohi. Tämä voi tapahtua puhtaillakin suodattimilla, mikäli öljyn viskositeetti on liian korkea esimerkiksi matalan lämpötilan takia. Suodattimissa voi myös olla valmistusvikoja, jolloin läpivirtausventtiili aktivoituu liian herkästi. (Suodattimien tehtävät - Öljynsuodattimet 2014; Parvinen, H. 2011; Öljynsuodattimet. Tekniikan Maailma 20/2011 63–67.)

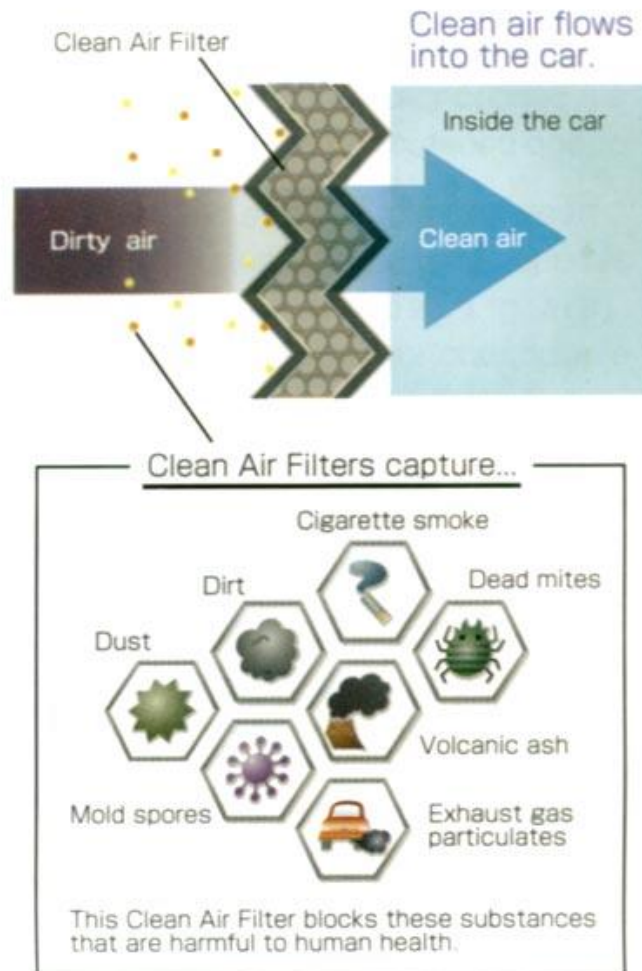
Toimintaperiaatteeltaan öljynsuodattimet ovat yksinkertaisia. Öljy johdetaan suodattimiin niiden ulkokehältä ja suodatetaan suodatinmateriaalin läpi siten, että se poistuu suodattimen keskeltä. Pienhiukkaset jäävät kiinni suodatinmateriaaliin. Kuvassa 5 on nähtävillä poikkileikkauskuva eräästä öljynsuodattimesta. Hyvän suodattimen kuuluu erotella öljystä riittävä suuri määrä likahiukkasia, häiritsemättä kuitenkaan öljynpainetta. Materiaalien on kestävä jopa yli 120 °C lämpötiloja, sillä moottoriöljyn lämpötila voi hyvinkin nousta kyseisiin lukemiin esimerkiksi kesähelteillä. Suodattimien on myös kestävä öljyyn liuennut vesi ja hapot. (Neste Oil; Tapio Ketonen 2013; Öljynsuodatin - alkuperäinen vai tarvike 2014.)



KUVA 5. Poikkileikkaus öljynsuodattimesta (Öljynsuodatin - alkuperäinen vai tarvike 2014).

3.3 Ilmansuodattimet

Henkilöautot ovat eräs vaativimmista kohteista ilmansuodatuksen saralla. Suodattimen tulee olla fyysiseltä kooltaan erittäin pieni mutta suorituskyvyltään huippuluokkaa. Ilmanläpäisykapasiteetin tulee olla 40–120 litraa sekunnissa, mutta tehon tarve ei silti saa olla merkittävä kuten ei myöskään virtausvastus. (Matti Lehtimäki 2007.)

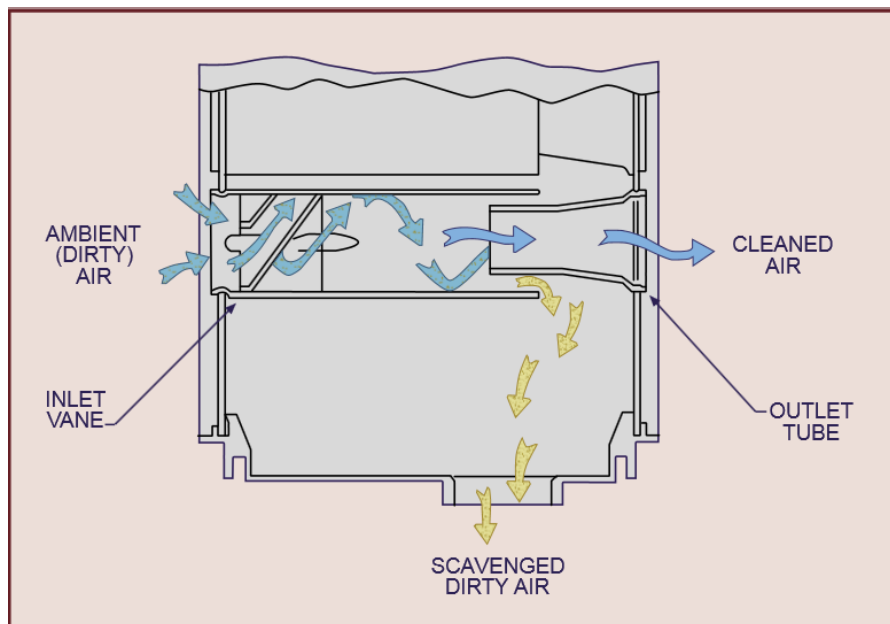


KUVA 6. ilmansuodattimen toimintaperiaate (Cabin Air Filter).

Sisäilmansuodattimen tehtävä on kohentaa matkustusmukavuutta autossa. Se estää lika-hiukkasten ja pölyn pääsyn sisäilmanvaihtoon tehostaen samalla huurteenpoistoa ja ilmanvaihtoa. Se karsii ulkoilmasta allergeenejä, vähentää silmien ärsytystä ja suojaa ilmastointilaitteita ylimääräiseltä kuormitukselta. Ilmansuodattimet tulisi uusia noin kerran vuodessa. Kuvassa 6 on nähtävissä ilmansuodattimen toimintaperiaate. (Martti Putkonen 2006.)

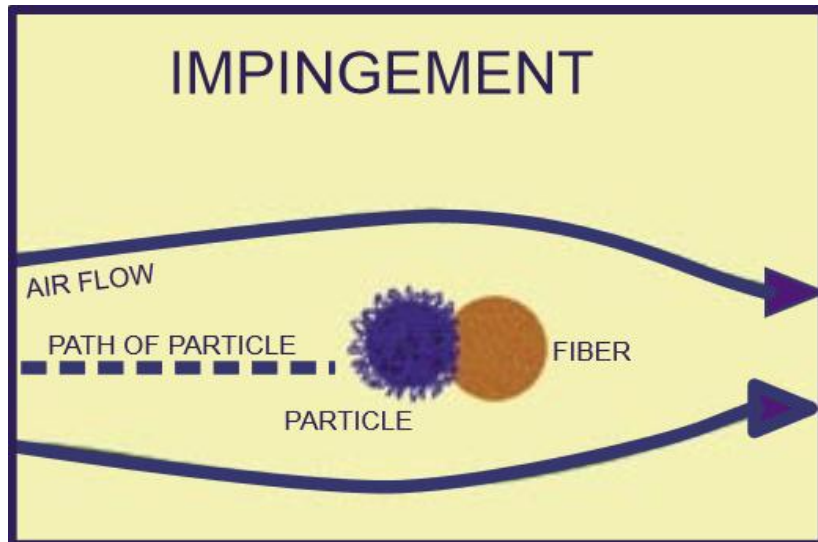
Ulkoilmansuodattimen tehtävä on suojata moottoria epäpuhtauksilta suodattamalla imu-järjestelmän läpi kulkevaa ilmaa. Siten sylintereihin ei kulkeudu haitallisia hiukkasia. Suodattimen kuntoa on tarkkailtava säännöllisesti, sillä tukkeentunut, vettynyt tai likainen suodatin ei toimi edellytysten mukaisesti. Se voi jopa lisätä polttoaineen kulutusta ja häiritä pakokaasujen puhdistustoimintaa. (Martti Putkonen 2006.)

Hiukkasten ja kaasujen suodattaminen ilmasta tapahtuu hyväksikäyttämällä joko mekaanisia, aerodynaamisia tai staattisia ilmiöitä. On olemassa neljä eri tekniikkaa, millä suurin osa maailmalla olevista ilmansuodattimista toimivat. Näistä ensimmäinen toimii käyttämällä hyväkseen hiukkasten hitausmassaa ilmavirtauksessa. Kuvassa 7 on nähtävillä tämän tyyppisen suodattimen toimintaperiaate. Puhdistettava ilma imetään suodatimeen, jossa se kiihdytetään korkeaan nopeuteen pyörittämällä sitä tuulettimilla. Ras-kaimmat kappaleet eli likapartikkelit kulkeutuvat suodattimen sisäputken ulkoreunoille, kun taas puhdas ilma ja alle 10 mikrometrin hiukkaset jatkavat matkaa suodattimesta ulos. Tällaisia suodattimia käytetäänkin usein esisuodattimina, jotka vaativat hyvän suodatustuloksen saavuttamiseksi lisäsuodattimia pienemmille hiukkasille. (Principles of air filtration.)



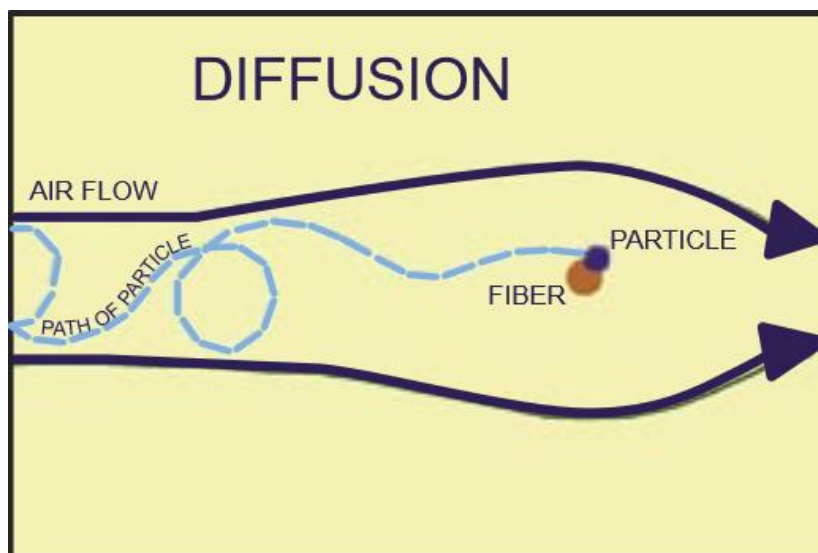
KUVA 7. Inertiasuodattimen toimintaperiaate (Principles of air filtration).

Toinen suodatintekniikka käyttää suodatinmateriaalin pinnalla jotain korkeaviskositeistä nestettä kuten öljyä. Itse suodatinelementti koostuu usein joko synteettisistä kuiduista, lasivillasta tai monikerroksisista metalliverkoista. Kuvassa 8 on kuvaus hiukkasen törmäyksestä suodatinkuituun ilmavirran kuljettamana. Hiukkanen tarrautuu kiinni kuidun pinnassa olevaan öljyyn ja näin ollen jää kiinni suodatimeen. Tämä suodatintyyppi soveltuu suodattamaan hiukkasia, jotka vaihtelevat kolmesta kolmeen kymmenen mikrometriin, alle 1,5 m/s ilmannopeudessa. Korkeammassa nopeuksissa hiukkaset pomppaavat takaisin ilmavirtaan kineettisen energian vaikutuksesta. (Principles of air filtration).



KUVA 8. Hiukkanen tarrautuu kuidun pinnassa olevaan korkeaviskositeetin nesteeseen. (Principles of air filtration.)

Kolmas tekniikka toimii huomattavasti pienemmille hiukkasille ja pienemmissä ilmanopeuksissa. Tämän tyyppisissä suodattimissa ei käytetä nesteitä hiukkasten vangitsemiseksi, vaan ne tarrautuvat kiinni kuituihin Van Der Waalsin voimien avulla (kuva 9). Sovelluksia käytetään kuitenkin lähinnä ASHREA ja HEPA tyyppisissä suodattimissa, joissa ilmannopeedet ovat noin 0,25 m/s ja 0,03 m/s ja hiukkaskoko vaihtelee viidestä mikrometrinä 0,1 mikrometriin. (Principles of air filtration.)



KUVA 9. Hiukkasen tarrautuminen kuituun (Principles of air filtration).

Neljäs tekniikka käyttää hyväksi sähköstaattista varausta hiukkasten erottelemiseen. (Principles of air filtration). Tämä tekniikka ei kuitenkaan juuri ole käytössä autojen yhteydessä.

4 TEKSTIILIT AUTON TURVALLISUUSTEKIJÖISSÄ

4.1 Turvavyöt

Moderni kolmipisteturvavyö (kuva 10) on yli 50 vuotta vanha keksintö ja sen katsotaan pelastaneen pelkästään Euroopan alueella yli miljoona henkeä historiansa aikana. Turvavyön tehtävänä on jakaa törmäyksessä ihmiseen kohdistuva energia laajemmalle alu- eelle ja myös joustamattomasti hidastaa törmäystä suuremmalla matkalla, kuin äkki- pysähdyksessä. Joustamattomuus suojelee matkustajaa niskan retkahdusvammalta. Hy- vät turvavyöt päästävät matkustajan liikkumaan vain noin 30 senttimetriä eteenpäin törmäyksen tapahtuessa. (Laura Lähdevuori 2009; Mukhopadhyay 1999, 57.)



KUVA 10. Moderni kolmipisteturvavyö (Anita A Desai 2014).

Turvavöitä on pyritty parantamaan yhdistämällä turvavyön ja turvatyynyjen parhaat puolet. Kyseisissä laitteissa turvavyöhön on ommeltu heikko sauma, jonka sisälle turva- tyynymateriaali kätkeytyy. Törmäyksen sattuessa turvatyyny täyttyy ja saumaus repeää, jolloin yhteinen pinta-ala on moninkertainen pelkkään turvavyöhön verrattessa ja täten vähentää törmäyksen tuomaa räsitusta kehoon ja pienentää loukkaantumisriskiä. Kuvassa 11 on nähtävillä Mercedesen konseptiversio kyseisestä turvavyöstä. Kyseinen vyö tullaan asentamaan vain takaistuimelle ja se suojaa edestä tulevissa törmäyksissä. (Mukhopadhyay 1999, 57; Mercedes-Benziltä turvatyyny turvavöihin 2012.)



KUVA 11. Mercedesen BeltBag prototyyppi turvavyö (Stephen Edelstein 2012).

Turvavyön nauhakudos on ohutta filamenttilangasta kudottua kangasta, joka on samanaikaisesti erittäin kevyttä ja kestävää. Valmistusmateriaaleina käytetään joko polyesteriä tai polyamidia. Näistä kahdesta polyesteri on tällä hetkellä huomattavasti käytetympi materiaali. Mukhopadhyayn mukaan vuonna 1995 Yhdysvalloissa käytettiin noin 15,9 miljoonaa kiloa erittäin kestävää polyesteriä turvavöiden valmistamiseen, kun taas polyamidien osuus oli häviävän pieni. (Mukhopadhyay 1999, 58.)

Autovalmistajat käyttävät turvavöihin eri maissa hieman eri tekniikoita ja lankavahvuuksia, mutta selviä eroja näiden välillä ei juuri ole. Suurin osa turvavöistä kudotaan toimikkaina ja kalanruotokuvio saadaan aikaiseksi vaihtamalla toimikkaan suuntaa. Isossa Britanniassa, Ranskassa, Espanjassa ja Italiassa suositaan loimilankana 1100 desitexin polyesterilankaa, kun taas Saksassa ja Ruotsissa 1670 desitexin polyesterilanka on käytetympää. Suurin osa kudeloista on 550 desitexin polyesteriä. Tukevammista filamenteistä valmistettu lanka osoittautui testeissä Mukhopadhyayn mukaan hankauskestoltaan ja sivusuuntaiselta repeämisen kestoilta hieman paremmaksi, mutta muodosti heikomman nauhakudoksen. Ohuemmista filamenteistä valmistettu lanka oli myös hieman alttiimpi filamenttien epäpuhtauksille. Langan kierteellä tai sen puuttumisella ei ole selviä vaikutuksia turvavöiden teknisiin ominaisuuksiin, mutta kierreteeton lanka osoittautui valmistuskustannuksiltaan hieman kierrettyä lankaa edullisemmaksi. Kierreettömien lankojen käyttö sai lopputuotteen tuntumaan pehmeämmältä ja taipuisam-

malta. Tämä johtui lankojen pakkautumisesta lähemmäksi toisiaan johtaen ohuempaan tuotteeseen. Mukhopadhyay huomauttaa kuitenkin, että kierteen puuttuessa lankoihin tarvitaan usein päällystys suojaamaan sitä hankaukselta ja tämän hintaa ei ole testeissä huomioitu. (Mukhopadhyay 1999, 58–59.)

Turvavyökankaana käytettävän nauhakudoksen minimileveys tulisi olla vähintään 46 millimetriä vyötäröville ja 35 millimetriä olkapäivöille. Nauhan tulee myös olla tasa-paksua ja noin 1–1,2 millimetrin paksuista. Paksuusmittaukset tulee suorittaa seitsemän kilopascalin jännityksessä. Murtolujuuden testaukset tulee suorittaa standardin (ISO 13934-1:2013) mukaisesti ja murtolujuuden tulee olla päälle 13,3 kilonewtonia vyötäröville ja 10 kilonewtonia olkapäivöille. Fung ja Hardcastle toteavat kuitenkin kirjassaan eräiden valmistajien vaativan 30 kN/5 cm murtolujuutta. Turvavyöiden valmistajia valvotaan tarkasti kansainvälisellä tasolla. (Fung & Hardcastle 2001, 230.)

4.2 Turvatyyny

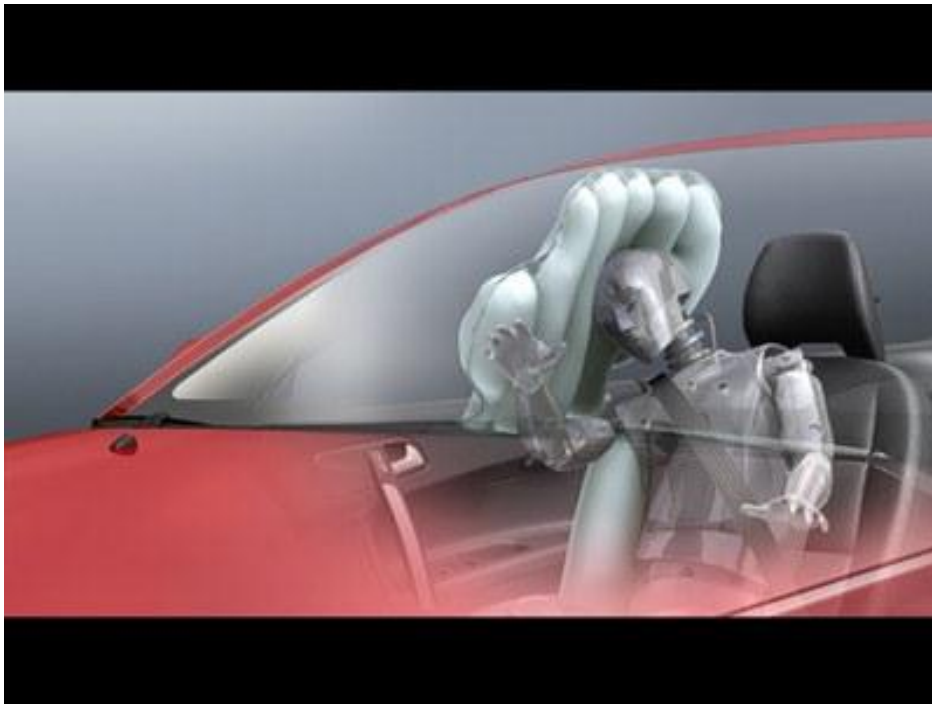
Turvatyyny autoissa ovat yleistyneet vasta viimeisen viidentoista vuoden aikana merkittävästi, mutta itse turvatyyny on keksitty jo vuonna 1951 John Hedrikin ja Walter Lindererin toimesta. Niiden suosion osasyynä on ollut Yhdysvaltojen lakisäädökset, jotka vaativat kaikissa Yhdysvalloissa myytävissä autoissa ilmatyyny, sekä kuljettajan että etuistuimen matkustajan puolelle. Ilmatyynyjä käytetään kuvissa 12 ja 13 esiteltävien perinteisten, edestä laukeavien ilmatyynyjen lisäksi sivuttaissuojina, sekä päälle että ylävartalolle (kuvat 14 ja 15). Polviin suunnatut ilmatyyny (kuva 16) ovat vielä hieman harvinaisempia ja niitä on lähinnä vain kalleimmista automalleista, mutta ovat yleistymässä myös keskiluokan autoihin. (Fung & Hardcastle 2001, 231; Knee Airbags; Airbag History.)



KUVA 12. Kuljettajan ilmatyyny (Volvo Cars airbag celebrates 20 years 2007).



KUVA 13. Kuljettajan ja etuistuimen matkustajan ilmatyynyt (Volvo Cars airbag celebrates 20 years. 2007).



KUVA 14. Pään sivusuoja (Volvo Cars airbag celebrates 20 years. 2007).



KUVA 15. Sivuttaisen törmäyksen ilmatyynyt istuimissa (Volvo Cars airbag celebrates 20 years. 2007).



KUVA 16. Polvia suojaava ilmatyyny (Knee Airbags).

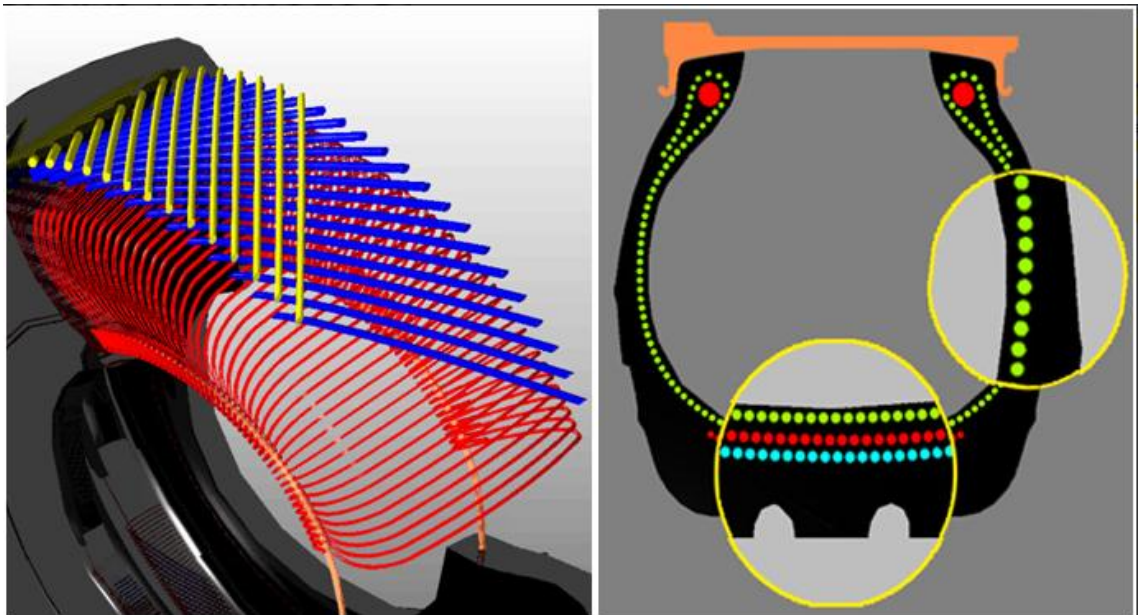
Tyypillinen moderni ilmatyyny on tehty erittäin vahvoista ja useista säikeistä koostuvista polyamidilangoista, joiden lankanumero vaihtelee 210 dtexistä 840 dtexiin. Euroopassa ja Japanissa käytetyin vahvuus on 470 dtex. Kankaan paino vaihtelee päällystämättömänä 170 ja 220 g/m² välillä. Ilmatyynykankaiden valmistuksessa huolellinen puhdistus ja lämpökäsittely ovat oleellinen osa viimeistystä. Tällä menettelyllä varmistetaan, että valmiiseen tuotteeseen ei päädy epäpuhtauksia, jotka voisivat aiheuttaa homehtumista tai heikkouksia rakenteessa. (Fung & Hardcastle 2001, 232.)

Ilmatyynyiltä vaadittuja ominaisuuksia ovat esimerkiksi korkea repeytymisenkesto, kestävät saumat, hallittu ilmanläpäisy ja kuumien laukaisukemikaalien kesto. Fung ja Hardcastlen mukaan ilmatyynykankaiden vaaditaan säilyttävän 75 % niiltä vaadituista ominaisuuksista altistuttuaan ensin 4000:n tunnin lämpökäsittelylle 90–120 °C lämpötiloissa. Tämä simuloi kymmenen vuoden altistusta UV säteilylle. Toinen heidän mainitsemista testeistä oli kylmänkesto -40 °C lämpötilassa. Tässä lämpötilassa halkeilua ei vielä saanut tapahtua. Ilmatyynykankaiden on myös kestävä pieneen tilaan viikattuna yli kymmenen vuotta menettämättä ominaisuuksiaan. (Fung & Hardcastle 2001, 232.)

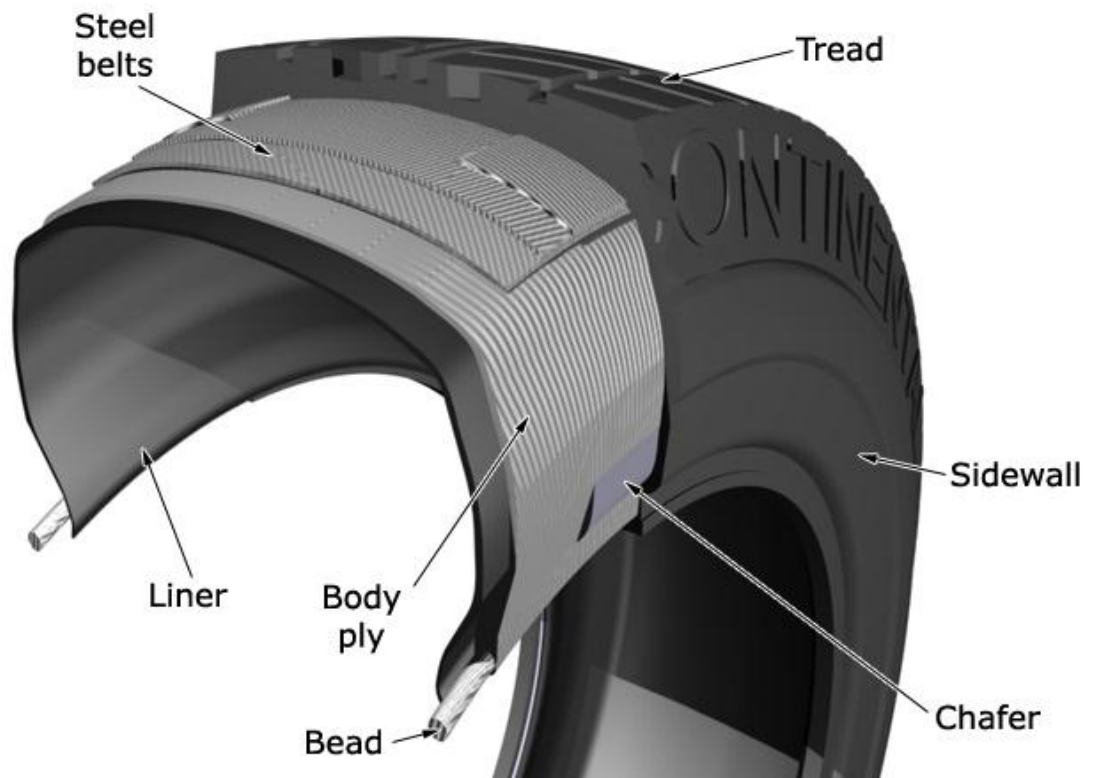
4.3 Renkaat

Nykyaikaisten renkaiden juuret ulottuvat vuoteen 1839, jolloin Charles Goodyear keksi kumin vulkanointiprosessin. Vuonna 1845 Robert William Thompson kehitti ja patentoi ilmatäytteen renkaan, jota John Boyd Dunlop paranteli vuonna 1888 lisäämällä renkaan rakenteeseen kangasta vahvikkeeksi. Renkaiden voidaan sanoa olevan yksi auton tärkeimmistä turvavälineistä, sillä niiden tehtäviä ovat koko auton painon kannatteleminen, teiden epätasaisuuksien vaimentaminen ja moottorin voiman välittäminen tien pintaan. Tekstiilit taas suurelta osalta määräävät sen, miten rengas käyttäytyy eri olosuhteissa. Tänä päivänä tekstiilien osuus vyörenkaissa on noin neljästä seitsemään prosenttia vyörenkaiden kokonaispainosta ja ristikudosrenkaissa jopa 21 %. (Mukhopadhyay 1999, 51–52; Fung & Hardcastle 2001, 244; Shishoo 2008, 270.)

Tekstiilien tehtävä renkaissa on toimia tukirakenteena. Se, mitä rakennetta käytetään, luo suuria eroja rengasmerkkien välille. Vyörenkaan tukirakenne (kuvat 17 ja 18) koostuu yhdestä sivulta sivulle ulottuvasta tekstiilirakenteesta ja kulutuspinnan alla olevista vahvikkeista, jotka ovat tekstiiliä sekä monesti myös terästä. Toisiinsa 90 ° kulmassa olevat keltaiset ja siniset kudokset jäykistävät renkaan rakennetta, ehkäisten sivuttaisten voimien aiheuttamia muutoksia. Näitä parittaisia kerroksia voi rengasmerkistä riippuen olla useita. Punaiset sivuvallin muodostavat kudokset sallivat näiden elementtien toimia itsenäisinä komponentteina verrattaessa ristikudosrenkaihin. Tämä auttaa ehkäisemään renkaiden lämpenemistä ja lisää haluttua joustoa, sallimalla vapaamman sivuvallien liikkeen. Vyörenkaissa maakosketusala pysyy vakiona ja ne kuluvat vähemmän kuin vanhanaikaiset ristikudosrakenteet. (Mukhopadhyay 1999, 51–52; Radiaalirengas.)



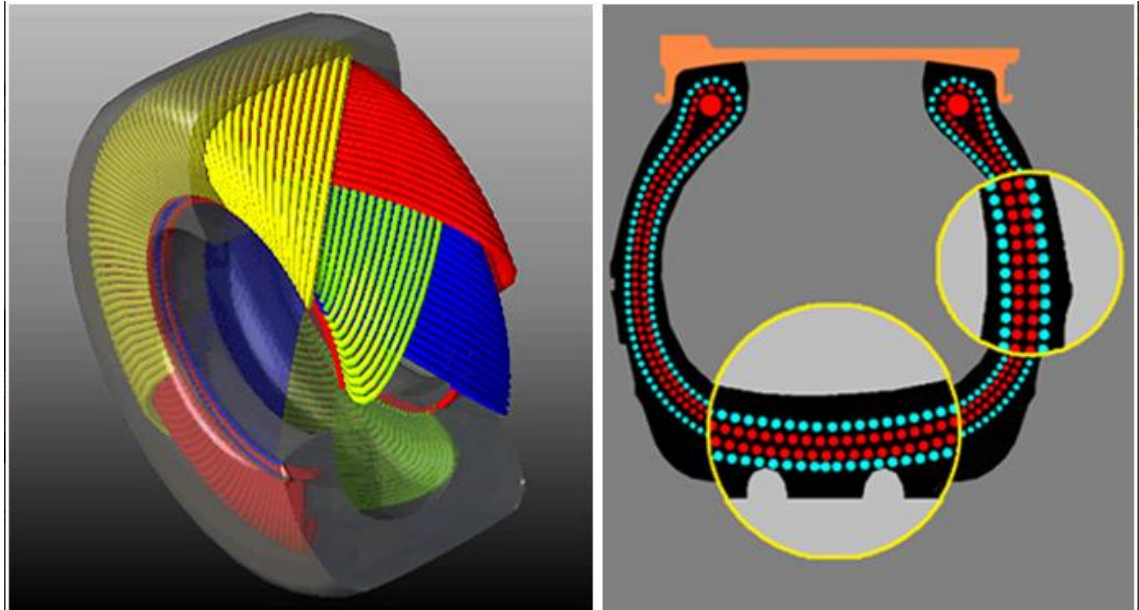
KUVA 17. Vyörenkaan rakenne (Radial vs. Bias technology).



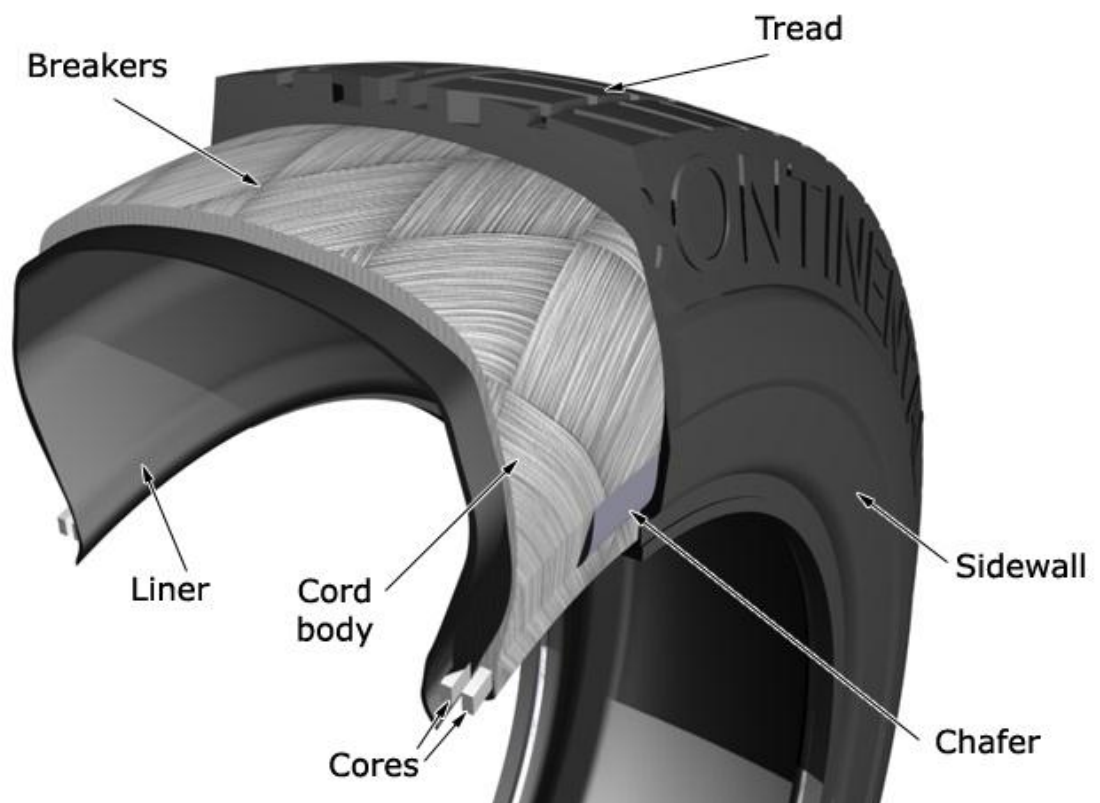
KUVA 18. Vyörenkaan rakenne (Car bibles).

Kuvissa 19 ja 20 on nähtävissä ristikudosrenkaan rakenne, joka koostuu ristikkäin ladataista tekstiilivöistä. Tämän tyyppisissä renkaissa sivurakenne on aina yhtä kulutuspinnan kanssa. Tämä jäykistää renkaan rakennetta ja vaikeuttaa ajaessa syntyneen lämmön pääsyä pois renkaasta. Ristikudosrenkaat kestävät käytössä keskimäärin vain 48 000

kilometriä eli noin kolmannesosan vyörenkaiden 160 000 kilometristä. (Radiaalirengas; What are Radial Tires?.)



KUVA 19. Ristisidosrenkaan rakenne (Radial vs. Bias technology).



KUVA 20. Ristisidosrenkaan rakenne (Car tires).

Renkaiden runkojen tekstiilimateriaaleina käytetään pääosin polyamideja ja polyesteriä. Polyamidien etuina on niiden vahvuus, tarttuvuus sekä korkea kulutuksenkesto ja siksi niitä käytettiinkin suurilta osin ristikudosrenkaiden materiaalina. Niiden heikkoutena oli kuitenkin muodon menettäminen eli tasaisten kohtien muodostuminen autojen seistessä pitkiä aikoja paikallaan. Polyesteri vastasi tähän ongelmaan pysymällä huomattavasti paremmin muodossa ja siksi sitä käytetään monissa vyörenkaissa. Haittapuolena mainittakoon polyesterin vaatima kaksivaiheinen kastoprosessi, verrattaessa polyamidien ja viskoosin vaatimaan yksivaiheiseen kastoprosessiin renkaiden valmistuksessa. Jotkut valmistajat käyttävät myös pieniä määriä viskoosia renkaidensa valmistuksessa, sen korkean iskunkeston takia. Viskoosista on myös hieman halvempaa valmistaa renkaita kuin polyesteristä ja polyamidista. Polyparafenyleenitereftaaliamia eli Kevlaria käytetään joissakin korkeamman hintaluokan erikoisrenkaissa vyöosan materiaalina. (Wrangler MT/R with Kevlar; Mukhopadhyay 1999, 52–53.)

Suorituskyvyltään hyvä rengas on monien tekijöiden summa. Se, miten tekstiilimateriaalit toimivat renkaiden jänteiden rakenteessa, ratkaisee monesti eron hyvän ja huonon renkaan välillä. Jännemateriaaleilta vaadittavia tärkeitä ominaisuuksia ovat muun muassa lämmönkesto, tarttuvuus kumiin, lujuus, hidas viruminen, hallittu elastisuus, korkea kosteudenkesto, äkillisen kuormituksen kesto, kestävyys ja muodossa pysyminen. Kuvissa 22 ja 23 on vertailuja eri rengasmateriaalien ominaisuuksista suhteessa toisiinsa. Kuva 21 kertoo polyesterin, viskoosin ja polyamidin eroista. Monet rengasmateriaaleille tehtävistä etukäteiskäsittelyistä on tarkoitettu parantamaan tarttuvuutta kumin kanssa. (Mukhopadhyay 1999, 55.)

Important Fibre Characteristics for Automotive Tyre Reinforcement			
Behaviour	Polyester	Viscose (Rayon)	Nylon
Tenacity (cN/dtex)	~ 8.0	~ 6.0	~ 10.0
Shrinkage at 160°C (%)	2.0	0.1	~ 4.0
Heat generation (after a few hours running)	Depends on driving conditions and tyre structure	Very low	Low

KUVA 21. Rengasmateriaalien ominaisuuksia (Mukhopadhyay 1999, 53).

Table 11
Relative Properties of Tyre Cord Materials

Relative Property	Viscose	Nylon	Polyester	Glass	Aramid	Steel
Weight for equal strength	100*	58	68	58	27	130
Strength for equal volume	100*	152	157	270	380	540
Stiffness for equal load	100*	25	58	150	130	500
Ease of bonding to rubber	Good	Good	Moderate	Good	Moderate	Good
Resistance to fatigue	Good	V. good	Good to moderate	V. poor	Moderate	Good
Dimensional stability when hot	Good	Moderate	Moderate	Good	Good	Good

Source: *Given as 100 as a basis for comparison [231,232]

KUVA 22. Rengasmateriaalien ominaisuuksia (Mukhopadhyay 1999, 56).

Table 12
Relative Effect of Heat on Strength Retention of Various Tyre Cord Materials

Temp (°C)	Cotton	Viscose	Nylon	Glass	Aramid	Steel
20	100*	164	216	360	520	700
80	73	132	170	360	440	700
100	62	132	150	360	430	700

Source: *Given as 100 as a basis for comparison [231,232]

KUVA 23. Rengasmateriaalien ominaisuuksia (Mukhopadhyay 1999, 56).

5 SISUSTUS JA VISUAALISUUS

5.1 Sisustukselta vaadittavia ominaisuuksia

E. Söderbaum luettelee kirjassa *Textile advances in the automotive industry* (2008, 7) Volvon tehtaiden asettamia yleisiä vaatimuksia sisustusmateriaaleille. Osa seuraavista vaatimuksista on käytössä vain Volvon tehtailla, mutta monet niistä pätevät yleisesti suurimpiin autovalmistajiin.

Sisustuksen ja materiaalien tulee edustaa laatua ja harmoniaa, niiden kuuluu näyttää uudelta jopa kolmen vuoden kuluttua ostopäivästä olettaen että käyttö on ollut normaaleissa rajoissa. Sisustus on oltava helposti siistittävässä ja materiaalien on ikääntyttävä samaa tahtia, eivätkä ne saa haista epämiellyttäviltä. Pintamateriaalien on kestävä neljä vuotta ilman ongelmia. Mikäli mahdollista, materiaalit eivät saa kolista tai vinkua. Verhoilumateriaalit on sijoitettava siten, että kolina ja vinkuminen on minimoitu. (Shishoo 2008, 7.)

Söderbaum listaa materiaaleille vaatimuksina seuraavaa: Kaikki vaatimukset tulee täyttää ilman kemiallisia käsittelyjä. Kemiallisia käsittelyjä voidaan antaa vain, jos mitään muuta ratkaisua ongelmaan ei ole löydetty. Kaikkien tekstiilien ja nahkamateriaalien tulee täyttää Ökö-tex 100 standardin mukaiset vaatimukset luokassa neljä, sekä lasten käytössä olevien tekstiilien tulee täyttää Ökö-tex 100 standardin mukaiset vaatimukset luokassa kaksi. Volvo ei käytä materiaaleja ja kemikaaleja, joiden käyttöä on rajoitettu standardin (WSS-M99P9999-A1) mukaisesti. Harvinaisten metallien käyttöä on vältettävä. Mikäli niitä on käytettävä, on käyttö dokumentoitava siten, että kyseiset metallit saadaan asianmukaisesti kierrätettyä auton elinkaaren lopussa. Sisustusten pinnoitteet eivät saa sisältää kromia. Kadmiumia saa esiintyä vain häviävän pienissä määrissä ja pinnoitteissa määrä ei saa ylittää 50 mg/kg. Polyvinyylidikloridin käyttöä on vältettävä sisätiloissa. (Shishoo 2008, 8.)

5.2 Ominaisuuksien selvittämiseen tarvittavia testejä

Autojen palonkeston testaus on monissa maissa laissa määritelty ja se tulee suorittaa kaikille auton sisätilojen materiaaleille. Palonkeston testaus tulee suorittaa standardin (MVSS 302) mukaisesti. Palonopeuden tulee olla enintään 102 mm/min, mutta jotkut autovalmistajat vaativat alempia palonopeuksia. (Shishoo 2008, 8–9.)

Käyttövuosien aikana autojen ikkunat päästävät lävitseen valtavat määrät auringonvaloa. Tämä ei saa merkittävästi muuttaa sisustusmateriaalien väriä, etenkin ensimmäisinä käyttövuosina, sillä se viestittäisi kuluttajille auton olevan huonolaatuinen sisustuseltaan. Valonkesto tulee suorittaa standardien (ISO 105-B02) tai (ISO 105-B06) mukaisesti. Maksimaalinen hyväksyttävä värin vaihtuminen siniasteikolla on 7 tai enemmän. (Shishoo 2008, 9.)

Sisälämpötilat autoissa vaihtelevat huomattavasti niiden myyntimaan perusteella. Joissain kohdemaissa voidaan olla -30 °C pakkasen puolella, kun taas lämpimämmissä ilmastoissa 110 °C saavuttaminenkaan ei ole mahdottomuus. Ilmankosteus vaihtelee myös eri ääriolosuhteista toiseen ja variaatioita olosuhteisiin voi syntyä myös erilaisina vuosina. Autoja kuljetetaan ympäri maailmaa ja ne saattavat jo matkan varrella kohdata molemmat ääripäät lämpötiloissa ja ilmankosteudessa. Ikääntyminen testataan ilmastuhuoneessa, jossa prosessia nopeutetaan luonnon ääriolosuhteita vastaavilla asetuksilla. Prosessi kestää viikkoja ja riippuen tarkoituksesta, huone voidaan säätää tiettyyn lämpötilaan tai automatisoida vaihtumaan sykleittäin. (Shishoo 2008, 9.)

Ikkunoiden sumuuntuminen johtuu materiaaleista irtoavista höyryistä, etenkin lämmitettäessä. Nämä kaasut sisältävät esimerkiksi palosuojausaineita ja muita lisäaineita. Joutuessaan kosketuksiin viileiden ikkunoiden kanssa, kaasut tiivistyvät niiden pintaan häiriten näkyvyyttä. Testaus suoritetaan asettamalla haluttu materiaali dekantterilasiin ja kuumentamalla sitä öljyhauteessa useita tunteja. Dekantterilasin aukko peitetään alumiinifoliolla tai lasikannella ja sitä jäähdytetään samanaikaisesti. Tulos määritetään joko mittaamalla käytetyn lasikannen kiiltoa ennen ja jälkeen käsittelyn tai punnitsemalla alumiinifolio käsittelyä ennen ja sen jälkeen. Testaus suoritetaan yleisesti standardin (ISO 6452) mukaisesti. (Shishoo 2008, 10.)

Nykyaikaisissa autoissa on tärkeää, että tekstiilipinnat ovat helposti puhdistettavissa erilaisista tahroista, joita arkipäiväisessä käytössä niihin syntyy. Näitä tahroja voi aiheuttaa esimerkiksi autoissa syötävät ruuat, juomat sekä vaatteiden ja tuulen mukana kulkeutuvat liat. Likaantuminen ja puhdistettavuus testataan tahramalla testattava materiaali erilaisilla joka päiväsillä aineilla, kuten kolajuoma, kahvi, ketsuppi ja monia muita. Tahrojen visuaalisuus arvioidaan ja samoin niiden puhdistettavuus tavallisilla kotoa löytyvillä puhdistusmenetelmillä. (Shishoo 2008, 10.)

Autojen tekstiilipintojen tulee kestää käytössä kymmenestä viiteentoista vuotta ja ne altistuvat tuona aikana merkittävälle määrälle hankausta. Niiden tulee kestää rikkoutumatta suurin osa tästä ajasta. Hankauksenkesto testataan standardin (SFS-EN ISO 12947-2) mukaisesti Martindale testauslaitteistolla tai standardin (SFS-EN ISO 5470-1) mukaisesti Taber testauslaitteistolla. Testattavat kankaat voidaan altistaa jopa 50000 hankauskierrokselle. (Shishoo 2008, 11.)

Metamerismi on ilmiö jossa kaksi eri väriä tuottaa saman näköelämyksen tarkasteltaessa tietyn aallonpituusisessa valossa, mutta valonlähteen vaihtuessa värit näyttävätkin erilaisilta. Tämä voi aiheuttaa ongelmia, mikäli autoesittelyssä käytetyssä valossa sisustus näyttää erilaiselta kuin mitä se näyttäisi luonnonvalossa. Volvo testaa sisustuksensa yhdessä materiaalien toimittajien kanssa. (Shishoo 2008, 11; Iftikhar Alam.)

5.3 Sisustuksessa käytettävät neulokset ja kudokset

Autoteollisuuden käyttämien tekstiilien on oltava ominaisuuksiltaan huippuluokkaa. Niiden on luotava käyttäjälle, sekä vaikutelma huolellisesta ja huippuluokkaisesta valmistuksesta että täytettävä korkeat tekniset vaatimukset. Näiden kudosten ja neulosten tehtävät vaihtelevat suuresti ja ne voidaan jakaa tuotannon ja käytön aikana vaadittaviin ominaisuuksiin. Nämä seikat on syytä ottaa huomioon jo raaka-aineita ja tuotantotapoja suunniteltaessa. Tuotannon aikana tekstiileille tärkeitä ominaisuuksia ovat värjäytyvyys, ommeltavuus, sauman kestävyys, sauman liestyvyys, jäykkyys, venymä ja murtolujuus. Näitä ominaisuuksia saavutetaan valitsemalla oikeisiin kohteisiin oikeanlaiset kudokset ja materiaalit. (Shishoo 2008, 44.)

Käytön aikana huomioitavia ominaisuuksia ovat mekaaninen käyttäytyminen kuten lujuus, venymä, taivutuslujuus, repäisyjuuus ja mittapysyvyys. Muita huomioitavia ominaisuuksia ovat tekstiilien ikääntymiseen liittyvät käyttäytymiset kuten lämmön-, kylmän-, lämmönvaihtelun-, kosteuden- ja valonkesto. Värinkeston käyttäytymiseen kuuluvat hankauksen-, valon-, kemikaalien- ja hienkesto. Kitkakäyttäytymiseen kuuluvat hankauksenkesto, nyppyntyminen ja kuitumigraatio. Fysiologiset vaatimukset ovat ilmanläpäisy ja lämmön sekä kosteuden kuljetus pois käyttöpinnalta. Päästötekijöihin sisällytetään myrkylliset materiaalit, hajut, sumuuntuminen (fogging) ja jätteet. Muita tärkeitä aiheita ovat pilaantumisen estäminen, puhdistuksen helppous, elektrostaattinen käyttäytyminen, palonkesto, visuaaliset ominaisuudet, kankaan tuntu ja kuviointi. (Shishoo 2008, 44–45.)

5.4 Istuimien päällysteet

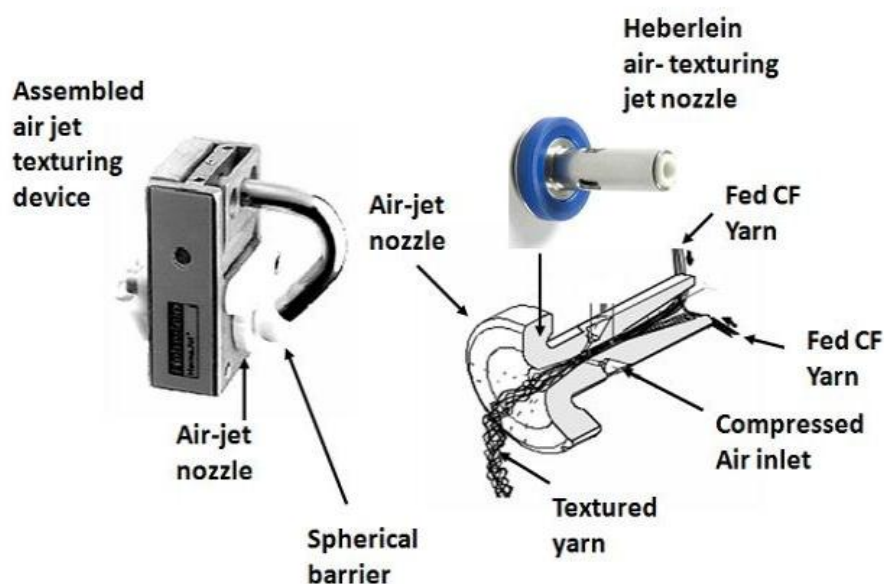
Istuimet ovat auton sisustuksen tärkeimpiä esineitä (Fung & Hardcastle 2001, 195). Niiden päällystysten tulee kestää vuosien ajan kovaa rasitusta, hankausta, ultravioletivaloa, kosteuden- ja lämpötilojen vaihteluja sekä erilaisia nesteitä ja ruoka-aineita tahriintumatta. Ne eivät saa irrottaa väriaineita käyttäjien vaatteisiin eikä niiden tule rypistyä vuosienkaan kohtuullisen käytön jälkeen. Istuimien päällysteet valmistettiin aikanaan lähinnä villasta ja puuvillasta, mutta synteettisten raaka-aineiden yleistyttyä polyesteri on istuimissakin vallannut pääosan markkinoista. Liitteessä 3 on listattuna eri istuinmateriaalien vesihöyrynläpäisykykyjä. Vesihöyryn läpäisykyvyllä on suuri merkitys istuimien käyttömukavuuden kannalta, sillä ihmiset istuvat jopa useita tunteja yhtäjaksoisesti autojen istuimissa, toisinaan hyvinkin kuumissa olosuhteissa.

Istuimien päällysteet valmistetaan nykyisin kolmella erilaisella tekniikalla, jotka ovat perinteinen menetelmä, Foam-in-Place-menetelmä ja 3D-neulotut päällysteet. Perinteisessä menetelmässä osat leikataan kankaasta erikseen, kuten myös pehmusteet ja vahvikkeet. Ne ommellaan yhteen ja vedetään istuimien runkorakenteiden päälle yhtenä palasena ja kiinnitetään erilaisilla kiinnikkeillä. Foam-in-Place-menetelmässä päällystemateriaaleista neulotaan pussi, jonka sisään kaadetaan vaahtoa muodostavat kemikaaliliuokset. Kemikaalit reagoivat lähes välittömästi muodostaen koko istuimen kattavan vaahtokerroksen. Tätä menetelmää varten istuimien pintamateriaalien sisusta pitää käsitellä kosteutta läpäisemättömällä polyuretaanikerroksella. Tämä polyuretaanikerros es-

tää kuitenkin myös hikoilusta aiheutuvan kosteuden kulkeutumisen pois päällystemateriaaleista ja siksi menetelmän käyttö onkin nykyisin rajoittunut lähinnä niskatukiin ja käsinojiin. 3D-neulotut päällysteet hyödyntävät tietokonekontrolloituja neulontatekniikoita, joissa tuotteet muotoonneulotaan jo neulontakoneella. Tällä menetelmällä säästetään huomattava määrä materiaalia, jota leikkaamisessa muuten jäisi yli. (Fung & Hardcastle 2001, 195–198.)

5.5 Korin verhoilu

Eräs perinteisimmistä autojen verhoilukankaista on ollut palttina, joka on valmistettu teksturoidusta polyesterifilamenttilangasta. Kankaiden ominaisuudet määräytyvät käytettyjen lankojen mukaan. Verhoiluun parhaiten soveltuvat langat ovat usein kevyitä ja kookkaita, mutta niiden tekniset ominaisuudet voivat vaihdella kohteesta toiseen merkittävästi. Ominaisuudet saavutetaan käyttämällä langan ytimenä usein jämääkää polyesteriä tuomaan sille haluttu vetolujuus. Ulkopinnalle halutut ominaisuudet taas saadaan aikaiseksi efektilankojen tyyliin toisella langalla, joka kiertyy ydinlangan ympärille. Ilmateksturoidut polyesterilangat kestävät erittäin hyvin hankausta johtuen teksturointimenetelmän lankamateriaaliin luomista silmukoista ja mahdollisesta jälkikäteen tehdystä lämpökäsittelystä. Kuvassa 24 on nähtävissä ilmakehruulla tuotetun langan rakennetta ja ilmakehruun peruseriaate. (Mukhopadhyay 1999, 9.)



KUVA 24. Ilmateksturoidun langan valmistuseriaate. (Texturing 2014.)

5.6 Matot

Autojen mattojen roolin muuttuminen luksusesineestä välttämättömäksi osaksi autoa, kertoo kuinka nykyaikaisessa autossa huomioidaan seikkoja, kuten äänieristys ja visuaalinen miellyttävyys. Keskimäärin autot sisältävät 3,5–4,5 m² mattoa, riippuen valmistajasta ja valmistusmaasta. Matot valmistetaan joko tuftaamalla tai neulaamalla. Länsi-Euroopassa noin yksi kolmasosa autojen matoista valmistetaan tuftaamalla BCF polyamideista, eli monifilamenttisista polyamidilangoista. Loput eli noin kaksi kolmasosaa valmistetaan neulaamalla polyesteristä tai polypropeenista. Japanin markkinoilla tuftaamisen ja neulauksen suhteet ovat samat, mutta käytetyt materiaalit ovat pääosin BCF polyamideja. Yhdysvalloissa lähes kaikki matot valmistetaan tuftaamalla BCF polyamideista. (Fung & Hardcastle 2001, 234.)

5.7 Ovet ja hattuhyllyt

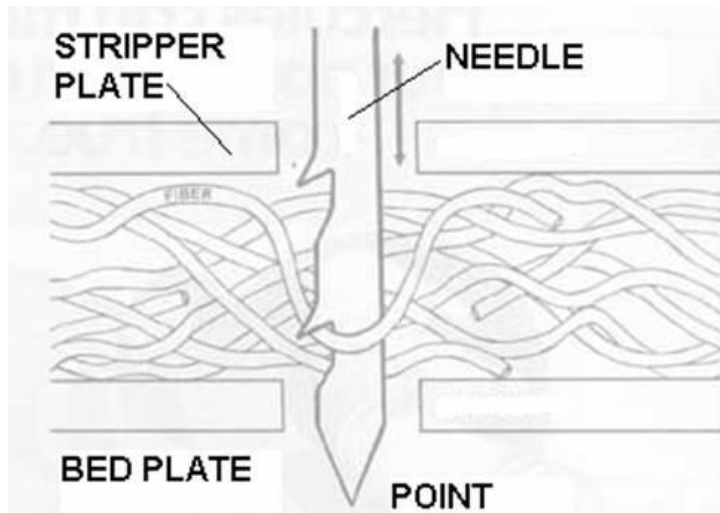
Ovien ja hattuhyllyjen valmistuksessa vahvikkeet koostuvat kuitukankaista, joiden päällä on yleisesti neulaamalla (needlepunch) tai vesineulausmenetelmällä (spunlace) tuotettuja kankaita. Etenkin hattuhyllyjen kohdalla UV-säteilyn määrä on huomioitava jo valmistuksen yhteydessä. Kuidunvalmistuksen yhteydessä värjättyjä kuituja suositaan juuri niiden parempien UV ominaisuuksien vuoksi. Yhdysvalloissa neulatut kankaat valmistetaan yleensä 15–18 denierin polypropeenikuiduista, kun taas Euroopan ja Japanin markkinoilla suosituinta on käyttää kuuden denierin tai sitä hienompia polyeteenitereftalaatista valmistettuja kuituja. Tämä juontuu Yhdysvaltojen tiukemmista hankauskeston määräyksistä.

(Shishoo 2008, 72.)

5.8 Takakontin suojamatto

Autojen takakonttien pohjapinnassa käytettävässä suojamatosta käytetään monesti kuitukankaita vahvikkeina. Euroopassa noin 85 % näistä suojamatoista tuotetaan kuitukankaista, 10 % tuftaamalla ja 5 % muista materiaaleista. Näiden tasoneulottujen kankaiden

painot neulattuna vaihtelevat 180–350 g/m² välillä ja neulottujen veluurikankaiden painot ovat noin 400 g/m². Yhdysvalloissa suuri osa takakonttien suojamatoista valmistetaan neulaamalla. Käyttöpuolella käytetään yleisesti polyeteenitereftalaatista tai polypropeenista tasoneulottuna tai veluurina valmistettuja kankaita. Äänieristyksen parantamiseksi tukimateriaalina käytetään yleensä kierrätettyjä tai heikkokuntoisia kuituja. (Shishoo 2008, 71.)



KUVA 25. Neulauksessa käytettävän neulan liikkeen kuvaus (Praveen Jana & Xinli Liu 2004).

6 POHDINTA

Työn ideana oli tutkia, mitä tekstiilejä autosta löytyy, minkälaisia nämä tekstiilit ovat, minkälaisissa olosuhteissa niitä käytetään, mitä materiaaleja niissä käytetään ja minkälaisilla valmistusmenetelmillä tekstiilejä valmistetaan. Tarkoituksena oli antaa kattava kuvaus autotekstiileistä ja niiltä vaadittavista ominaisuuksista.

Autoissa käytettävät tekstiilit ovat hyviä esimerkkejä teknisistä tekstiileistä. Kosteusprosentin ja lämpötilan vaihtelu vuodesta toiseen asettavat rakenteille kovat vaatimukset. Sisustusmateriaalien ja eristeiden pitää kestää jopa 15 vuotta vaihtelevissa olosuhteissa menettämättä ominaisuuksiaan. Uusittavien ja kuluvien osien kuten suodattimien ja renkaiden käyttöikä on huomattavasti lyhyempi. Näissä kohteissa muut ominaisuudet kuten renkaissa ajo-ominaisuudet ja suodattimissa hyvä suodatuskyky ovat tärkeämpiä. Mikäli kuluvien osien käyttöikää pidennettäisiin merkittävästi, niiden muut tärkeät ominaisuudet kärsisivät liikaa.

Käsittelemättä jäi osa autotekstiileistä, esimerkiksi letkut ja joitakin eristeitä. Tämä ei kuitenkaan vaikuttanut merkittävästi työn kokonaisuuteen, sillä suurin osa tärkeistä aiheista on laajasti esitelty.

Olen tyytyväinen työhön kokonaisuudessaan. Työn sisältö on muuttunut merkittävästi alkuperäiseen suunnitelmaan nähden. Alkuperäisessä suunnitelmassa oli tarkoituksena tutkia vain muutamia merkittävimpiä autojen tekstiilejä ja perehtyä hieman enemmän myös niiden valmistusmenetelmiin. Työn edetessä aihepiiri laajeni kaikkiin autotekstiileihin ja valmistusmenetelmien osuus suppeni. Koen, että tämä oli kuitenkin parempi ratkaisu, sillä onhan kaikki autossa käytettävät tekstiilit yksi kokonaisuus ja jokainen osa on auton käytön kannalta tärkeä.

LÄHTEET

Airbag History. Airbag solutions. Luettu 15.3.2014.

<http://www.airbagsolutions.com/history2.aspx>

Anita A Desai. Properties of automotive seat belt fabrics. 2013. The Indian Textile Journal. Luettu 13.3.2014.

<http://www.indiantextilejournal.com/articles/FAdetails.asp?id=4986>

Cabin Air Filter. Coolmate corporation. Luettu 13.3.2014. http://densoservice-phil.com/new_site/products-and-services/cabin-air-filter/

Car bibles. Luettu 19.3.2014. <http://www.carbibles.com/images/biasconstruction.jpg>

Car bibles. Luettu 19.3.2014. <http://www.carbibles.com/images/radialconstruction.jpg>

Formula 1 in real life. 2013. Kaspersky lab official blog. Luettu 9.4.2014.

<https://blog.kaspersky.com/formula-1-in-real-life/>

Fung, W., Hardcastle, M. 2001. Textiles in automotive engineering. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.

Haoming Rong & Ramaiah Kotra. 2004. Melt blown technology. University of Tennessee's College of Engineering. Luettu 11.3.2014.

<http://www.engr.utk.edu/mse/Textiles/Melt%20Blown%20Technology.htm>

Haoming Rong & Ramaiah Kotra. 2004. Wet-laid nonwovens. University of Tennessee's College of Engineering. Luettu 11.3.2014.

<http://www.engr.utk.edu/mse/Textiles/Wet%20Laid%20Nonwovens.htm>

Neste Oil, ajoneuvojen voiteluaineet, opas. Luettu 12.3.2014

http://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CC4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.neste.fi%2Fbinary.asp%3Fpath%3D2589%252C2655%252C2698%252C2706%252C3306%252C3308&ei=63lZU4TqLliYAPokYDIAQ&usg=AFQjCNEwAo8N4Wwg09egVd5_8XLcmgSX2w&sig2=jnnyBaCjjBgnDNfO_dm3nA&bvm=bv.65397613,d.bGQ&cad=rja

Iftikhar Alam. What is metamerism?. Textile informations. Luettu 31.3.2014.

<http://textileinformations.blogspot.fi/2009/04/what-is-metamerism.html>

Knee Airbags. Autoliv. Luettu 15.3.2014.

<http://www.autoliv.com/ProductsAndInnovations/PassiveSafetySystems/Pages/Airbags/KneeAirbags.aspx>

Laura Lähdevuori. Onnea, 50-vuotias turvavyö! 2009. Tekniikka & talous. Luettu 13.3.2014. www.tekniikkatalous.fi/duuniauto/article316831.ece?s=u&wtm=tt-13082009

Martti Putkonen. Suodattimien säännöllinen vaihto säästää autoa ja ympäristöä. 2006. Örum. Luettu 12.3.2014. <http://news.cision.com/fi/orum-oy-ab/r/suodattimien-saannollinen-vaihto-saastaa-autoa-ja-ymparistoa.c210940>

- Matti Lehtimäki. Pieni ja tehokas ilmansuodatin autoihin. 2007. VTT. Luettu 12.3.2014. <http://www.vtt.fi/uutiskirje/022007art04.jsp>
- Meltblown Manufacturing Process. IREMA. Luettu 11.3.2014. <http://www.irema.com/pop-ups/meltblown-manufacturing-process/>
- Mercedes-Benziltä turvavyö turvavöihin. 2012. Tekniikan Maailma. Luettu 13.3.2014. <http://tekniikanmaailma.fi/uutiset/mercedes-benzilta-turvavyony-turvavoihin>
- Mukhopadhyay, S. K. 1999. Automotive Textiles, Oxford: Textile progress volume 29 number ½, The textile institute.
- Nonwovens In Filtration. 2005. Nonwovens industry. Luettu 11.3.2014. http://www.nonwovens-industry.com/contents/view_features/2005-08-17/nonwovens-in-filtration/
- Öljynsuodatin - alkuperäinen vai tarvike. Vaihdokit. Luettu 10.3.2014. <http://www.vaihdokit.info/artikkelit/oljynsuodatin>
- Parvinen, H. 2011. Öljynsuodattimet. Tekniikan Maailma 20/2011 63–67.
- Petrell Lasse. Ajoneuvo-, kone- ja laitesuodattimet, marine. Luettu 22.4.2014. <http://m-filter.fi/filter.php?id=suodattimet>
- Praveen Jana & Xinli Liu. Needle punched nonwovens. 2004. University of Tennessee's College of Engineering. Luettu 24.4.2014. <http://www.engr.utk.edu/mse/Textiles/Needle%20Punched%20Nonwovens.htm>
- Principles of air filtration. Mueller environmental designs. Luettu 13.3.2014. <http://www.muellerenvironmental.com/documents/200-055.pdf>
- Radiaalirengas. Michelin. Luettu 19.3.2014. <http://www.michelintransport.com/ple/front/affich.jsp?codeRubrique=33&lang=FI>
- Radial vs. Bias technology. Michelin. Luettu 19.3.2014. <http://www.michelinag.com/Innovating/Radial-vs.-Bias-technology>
- Shishoo, R. 2008. Textile advances in the automotive industry. Cornwall: Woodhead publishing.
- Stephen Edelstein. Mercedes-Benz to introduce inflatable seat belts. 2012. Digital Trends. Luettu 13.3.2014. <http://www.digitaltrends.com/cars/mercedes-benz-to-introduce-inflatable-seat-belts/#!/FKJVV>
- Suodattimien tehtävät - Öljynsuodattimet, Ilmansuodattimet ja Polttoainesuodattimet. 2014. Kaha. Luettu 10.3.2014. <http://www.kaha.fi/category.php?cid=172>
- Tapio Ketonen. Öljyn lämpötila. 2013. Tuulilasi. Luettu 12.3.2014. <http://www.tuulilasi.fi/kysymykset/oljyn-lampotila>
- Texturing. 2014. Textile Centre of Excellence. Luettu 7.4.2014. <http://www.tikp.co.uk/knowledge/technology/texturing/>

Volvo Cars airbag celebrates 20 years. 2007. The Volvo owners club. Luettu 15.3.2014.
http://www.volvoclub.org.uk/press/releases/2007/20_years_air_bags.shtml

What are Radial Tires? Wise geek. Luettu 19.3.2014. <http://www.wisegeek.org/what-are-radial-tires.htm>

Wrangler MT/R with Kevlar. Tire rack. Luettu 19.3.2014.
<http://www.tirerack.com/tires/tires.jsp?tireMake=Goodyear&tireModel=Wrangler+MT%2FR+with+Kevlar>

LIITTEET

Liite 1. Auton tekstiilit, liitteen 2 sanasto.

Backing for turfed carpeting = kuramaton vahviste

Backing material for interior roof = sisäkaton tukimateriaali.

Battery separators = akun erotin

Bodywork parts = korin osat

Boot floor covering = peräkontin lattiaverhoilu

Boot liners = peräkontin vuoraus

Carpeting = lattiamatto

Carburettor filters = kaasuttimen suodattimet

Covering for inside roof lining = sisäkaton vuorauksen verhoilu

Covering for moulded seats = kuppisituimien verhoilu

Covering for seat belt anchorage = turvavöiden kiinnikkeiden verhoilu

Covering for seat belts = turvavöiden verhoilu/päällyste

Covering material for sun-visors = häikäisysuojan päällystemateriaali

Decorative fabric = koristekangas

Door trim parts = ovien reunusteiden osat

Filters = suodattimet

Insulation = eriste

Padding for sun-visors = häikäisysuojan täyte

Polyurethane coated backing = polyuretaanilla päällystetty tukiranka

Saloon roof = henkilöauton katto

Silencer warps = äänenvaimentimen päällyste

Sound proofing = äänieristys

Sunroof = kattoluukku

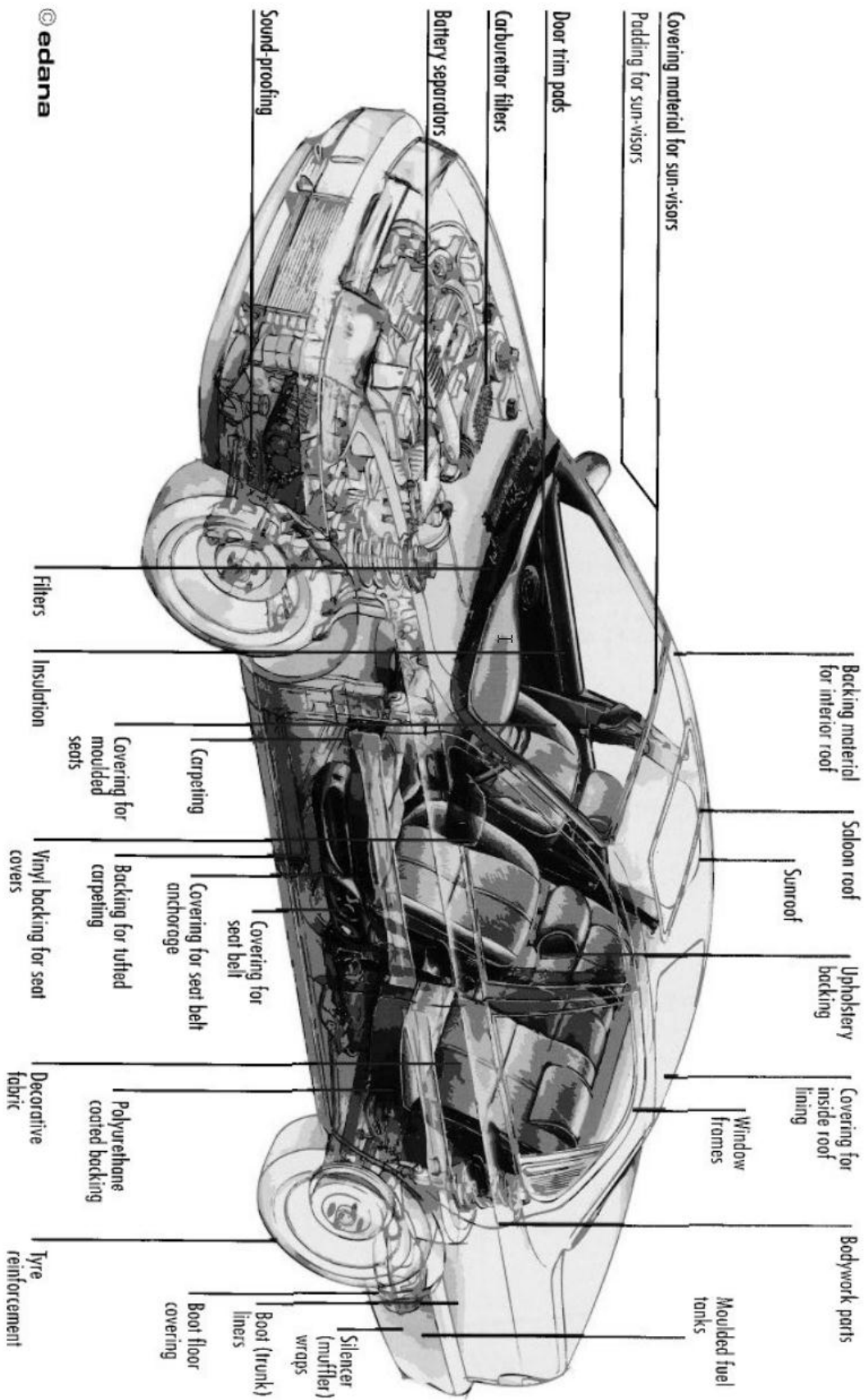
Tyre reinforcements = renkaiden vahvikkeet

Upholstery backing = verhoilun vuori, verhoilun vahviste

Vinyl backing for seat covers = vinyyli/etenyyli istuimen päällyste

Window frames = ikkunankehykset

Liite 2. Autoissa käytettävät tekstiilit (Fung & Hardcastle 2001, 97).



Liite 3. Istuinmateriaalien vesihöyrynläpäisykyky

Table 6.2 Water vapour permeability (breathability) of some car seat materials

Material	Weight (g/m ²)	Thickness (mm)	Porosity	Water vapour permeability (g/m ² 24 h)	
				LDF (21 °C)	HDF (34.5 °C)
Seat cover material					
Polyester woven fabric	297	1.44	4.0	628	3799
Polyurethane foam	295	8.53	14.0	491	2336
Tri-laminate (includes scrim)	648	9.42	3.0	472	2256
Polyester knitted fabric	236	1.39	26.0	659	3788
Polyurethane foam	180	4.07	8.0	536	2941
Tri-laminate (includes scrim)	455	4.99	6.0	540	2689
Woven velvet trilaminate includes backcoating	829	10.70	3.2	388	1721
Natural leather 1	727	1.61	0	204	1511
Natural leather 2	890	1.29	0	217	834
Alcantara/scrim	404	1.26	1.0	596	3541
Lorica/scrim	510	1.30	0	526	2835
PVC 1/scrim	568	0.92	0	15	416
PVC 2/scrim	818	1.58	0	30	168
Other seat materials					
Seat squab foam	1200	20.00	13.5	294	1168
Seat cushion foam	1050	15.00	14.0	352	1458
Rubberized 'horse hair'	606	2.00	Infinity	703	1779
Polyester needle-punched non-woven	405	5.38	50+	556	2881
Kunit	422	12.40	22.00	627	2807
Spacer fabric	240	3.60	50+	601	3377
Adhesive films					
Polyurethane adhesive film	42	0.10	0	68	263
Polyurethane adhesive film after lamination	—	—	—	260	1673
Polyurethane adhesive film with holes	31	0.22	—	351	1124
Polyolefin adhesive film	42	0.10	0	68	263
'Breathable' films					
Gortex Clothing Triple Laminate (WL Gore)	172	0.40	0	423	2862
Sympatex Clothing Double Laminate (AKZO)	137	0.31	0	532	3343
Porelle Film Only (Porvair)	28.4	0.11	0	576	3196
Scotch Microporous Polypropylene Film (3M)	29.4	0.11	0	576	3196

Test methods
 ASTM E-96 80 (evaporative method) with an airgap of 2.0 cm.
 LDF = low driving force, 21 °C ambient, 21 °C inside test vessel.
 HDF = high driving force, 21 °C ambient, 34.5 °C inside test vessel.
 Porosity (air permeability) BS 4442 Pt 6 Method 16.
 Source: Reference 57 and BRITE EURAM PROJECT 5549.

Liite 4. Auton tekstiilirakenteiden materiaaleja (Fung & Hardcastle 2001, 16).

Osa	Koristeelliset päällysteet	Keskkitason tai pehmytmateriaalit	Kantavat ja jäykät rakenteet
Istuimet	Polyesteri, kudotut ja neulotut	Polyuretaanivaaho	Polyuretaanivaaho
	Villa ja villa/polyesteri seokset	Polyesteri kuitukankaat	Metallinen tukiranka
	Nahka		
Ovipanelit	Polyesterikangas, PVC	Polyuretaanivaaho	Puukuidut, PO/puukuidut
	PVC/ABS kalvo, TPO kalvo	Polyesteri kuitukankaat	PP/luonnonkuidut, PP/lasivilla
	Polyesterikalvo, Nahka	PO vaaho	PP/talkki, PU/lasivilla
		PP vaaho	PU/luonnonkuidut
Katon sisäverhoilu	Polyesteri kuitukankaat	Polyuretaanivaaho	Puolijäykkä PU
	Neulottu Nylon/Polyesteri	Polyesteri kuitukankaat	Lasivilla/vaaho
	PVC kalvo	PO vaaho	Pahvi, Hartsattua puuvillan
		PP vaaho	ja synteettisten kuitujen sekoitetta
Hattuhylly	Polyesteri kuitukankaat	-	Puukuidut, Hartsattua puuvillan
	Polypropeeni kuitukankaat	-	ja synteettisten kuitujen sekoitetta
		-	Polypropeeni
		-	PU/lasivilla
Häikäisysoja	Polyesterikangas	PU vaaho	Puolijäykkä PU vaaho
	PVC kalvo	Polyesteri kuitukankaat	Pahvi
		PO vaaho	Metallinen tukiranka
Matto	Nylonkuitu	-	Polyesteri kuitukangas
	Polypropeenikuitu	-	SBR sidosaine, PE, EPDM
		-	Hartsattua puuvilla ja synteettisten
		-	kuitujen sekoitetta/PU vaaho
		-	PU vaaho
Kojelauta	PVC/ABS, PVC, TPO	PVC	PVC, PVC/ABS
	Polyuretaanikalvo	PP vaaho	Polyuretaani
			PU/lasivilla
			PP/talkki
			Metalli
Takakontin verhoilu	Polyesteri kuitukangas	-	-
	Polypropeeni kuitukangas	-	-
Nokkapellin verhoilu	Polyesteri kuitukangas	PU vaaho	Polyuretaanivaaho
	Polypropeeni kuitukangas		Hartsattua puuvilla ja synteettisten
			kuitujen sekoitetta
			Polyuretaanivaaho
			Lasivilla
Tukipylväät	PVC/ABS, PVC, TPO tai PU kalvo	PU vaaho	PP, PVC/ABS
		PP vaaho	
		Polyesteri kuitukankaat	
Ilmatyynyt	Nylon 66, 6, 46 kudottuna	-	-
Turvavyöt	Polyesteri kudottuna	-	-

TPO = Termoplastinen polyolefiini, ABS = Akrylinitriili-butadienistyreeni, PP = polypropeeni,

PU = polyuretaani, PO = Polyolefiini, PE = polyeteeni, EPDM = eteenipropeeni, SBR= styreenibutadienikumi

TPO, thermoplastic polyolefn; ABS, acrylonitrile-butadiene-styrene; PP, polypropylene;

PU, polyurethane; PO, polyolefn; PE, polyethylene; EPDM, ethylene – propylene – dienemonomer rubber.