

Lauri Ruohonen

# JOUTSENMERKITTYJEN RAAKA-AINEI- DEN ETSINTÄ HARJASHAMPOOLLE

Kandidaatintyö  
Tekniikan ja luonnontieteiden tiedekunta  
Tarkastaja: Yliopistonlehtori, dosentti Terttu Hukka  
Tammikuu 2024

# TIIVISTELMÄ

Lauri Ruohonen: Joutsenmerkittyjen raaka-aineiden etsintä harjashampoolle  
Searching for Nordic Swan Ecolabelled Ingredients for Brush Shampoo  
Kandidaatintyö  
Tampereen yliopisto  
Tekniikan ja luonnontieteiden TkK-tutkinto-ohjelma, teknis-luonnontieteellinen  
Tammikuu 2024

---

Ympäristötietoisuuden kasvaessa kuluttajien tuotteisiin kohdistamat vaatimukset lisääntyvät. Ympäristömerkit antavat kolmannen osapuolen arvion siitä, että tuotteen valmistuksessa on otettu huomioon ympäristöhaittojen vähentäminen. Pohjoismainen ympäristömerkki eli Joutsenmerkki kertoo kuluttajalle, että tuote täyttää sille asetetut kriteerit. Yrityksen kannalta on siis hyödyllistä saada tuotteille Joutsenmerkki, jotta ympäristötietoisten kuluttajien tarpeisiin vastataan.

Tässä työssä tarkastellaan millaisia kemiallisia vaatimuksia autonpesuaineelle, harjashampoolle, on ja millaisia rajoitteita Pohjoismainen ympäristömerkki eli Joutsenmerkki asettaa harjashampoolle. Työn tavoitteena on selvittää, millaisia Joutsenmerkin kriteerit täyttäviä raaka-ainevaihtoehtoja harjashampoolle on. Harjashampoon kemikaalien tulee olla sellaisia, että niiden avulla voidaan poistaa tarpeeksi tehokkaasti likaa auton pinnalta. Jotta harjashampoolle saataisiin Joutsenmerkki, tulee tuotteen ja sen raaka-aineiden olla Joutsenmerkin asettamien vaatimusten mukaisia.

Työssä käsitellään lianpoistossa käytettäviä pinta-aktiivisia aineita eli tensidejä. Erilaisilla tensideillä on kemiallisia ominaisuuksia, joiden avulla erityyppiset liat saadaan hajotettua sekä poistettua auton pinnalta. Pesuaineen kemiallisten ominaisuuksien käsittelyn jälkeen tarkastellaan, millaisia rajoituksia ja kieltoja Joutsenmerkin kriteerit ajoneuvojen puhdistusaineelle asettavat. Käytössä olevien harjashampoiden käyttöturvallisuustiedotteiden sekä pintakemian kirjallisuuden avulla pääteltiin, että Joutsenmerkin asettamista rajoituksista huolimatta on mahdollista valmistaa toimiva harjashampoo useiden eri raaka-aineiden avulla.

Harjashampoon raaka-aineeksi soveltuu esimerkiksi etoksylaatin ja glukosidin yhdistelmä. Etoksylaateilla on hyvä hajotuskyky ja glukosidien avulla saadaan aikaan pesulle välttämätöntä vaahtoamista. Näiden lisäksi tulee ottaa huomioon olosuhteet, joissa raaka-aineina käytetyt tensidit toimivat tehokkaimmin. Jos tensidit toimivat vain pehmeässä vedessä, tulee harjashampoossa olla veden kovuutta alentavia aineita.

Valmiin harjashampoon reseptin luomiseksi tarvitaan kokeellista työskentelyä, jossa erilaisten raaka-aineiden yhdistelmien pesutuloksia verrataan keskenään. Kokeellinen työskentely rajataan kuitenkin tämän työn ulkopuolelle. Yrityksen näkökulmasta tulee ottaa myös huomioon tuotteen valmistuksen taloudellisuus sekä tuotteen käyttökohde. Kun lopullinen tuote on kehitetty Joutsenmerkin kriteerien mukaiseksi, tulee Joutsenmerkki vielä hakea Ympäristömerkintä Suomi Oy:ltä.

Avainsanat: tensidi, Joutsenmerkki, autopesu, harjashampoo, miselli

Tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin Originality Check –ohjelmalla.

# SISÄLLYSLUETTELO

1.JOHDANTO.....	1
2.AUTOPESUN KEMIA .....	2
2.1 Tensidien kemia.....	2
2.1.1 Tensidien rakenne ja ryhmittely .....	2
2.1.2 Tensidit lian irrotuksessa .....	4
2.1.3 Misellit .....	4
2.2 Autopesun vaiheet.....	5
2.2.1 Lian poisto .....	5
2.2.2 Auton suojaus.....	5
3.JOUTSENMERKIN ASETTAMAT RAJOITTEET .....	7
3.1 Ympäristömerkit.....	7
3.1.1 Ympäristömerkit yleisesti .....	7
3.1.2 Joutsenmerkki.....	7
3.2 Kriteerit ajoneuvojen puhdistusaineille .....	8
3.2.1 Kriteerit yleisesti .....	8
3.2.2 Kielletyt vaaralausekkeet .....	9
3.2.3 Kielletyt aineet .....	10
3.2.4 Rajoitetut aineet .....	11
4.KRITEERIT TÄYTTÄVÄT RAAKA-AINEET .....	13
4.1 Sallitut kemikaalit.....	13
4.1.1 Kriteerit täyttävät tensidit.....	13
4.1.2 Käytössä olevat pesuaineratkaisut .....	13
4.2 Valmiin tuotteen toimivuus.....	14
4.2.1 Kemikaalien keskinäinen yhteensopivuus .....	15
4.2.2 Vaatimukset valmiille tuotteelle.....	15
4.2.3 Toimivuuden testaus ja Joutsenmerkin hakeminen .....	16
5.YHTEENVETO .....	17
LÄHTEET .....	18

# 1. JOHDANTO

Ympäristötietoisuuden kasvaessa kuluttajat vaativat yhä enemmän käyttämiltään tuotteilta. Yksittäinen kuluttaja ei voi kuitenkaan perehtyä jokaisen ostamansa tuotteen ympäristövaikutuksiin tai vertailla kaikkien tuotteiden ympäristövaikutuksia vastaavien tuotteiden vaikutuksiin. Tuotteiden ympäristöhaittojen vertailuun tarvitaan kolmannen osapuolen näkemys, jota erilaiset ympäristömerkit edustavat. [1]

Autopesussa syntyvä jätevesi aiheuttaa ympäristölle ongelmia, jos sitä ei käsitellä asianmukaisesti. Autopesussa syntyvä jätevesi koostuu pääasiassa autonpesuaineen tensideistä ja fosfaateista sekä auton pinnalta poistetuista aineista. [2] Asianmukaisen jäteveden käsittelyn lisäksi ympäristöhaittoihin voidaan vaikuttaa autonpesuaineen raaka-ainevalinnoilla. Esimerkiksi nopeasti biohajoava pesuainetensidi ei ehdi aiheuttamaan yhtä suuria ympäristöhaittoja kuin pitkään luonnossa vaikuttava tensidi.

Autonpesuaineen raaka-aineet tulee valita siten, että pesuaine poistaa likaa riittävän tehokkaasti. Jotta harjashampoo voisi saada Joutsenmerkin, tulee sen täyttää Joutsenmerkin asettamat kriteerit ajoneuvon puhdistusaineelle [3]. Raaka-aineiden tulee siis täyttää vaatimukset, jotka koskevat toimivuutta sekä Joutsenmerkin asettamia kriteereitä.

Tässä työssä etsitään Joutsenmerkittyjä raaka-aineita autonpesuaineelle, harjashampoolle. Tavoitteena on löytää vastaus kysymyksiin: millaisia kemiallisia ominaisuuksia harjashampoolla tulee olla, millaisia rajoituksia Joutsenmerkin kriteerit asettavat ajoneuvon puhdistusaineelle sekä lopulta millaisia Joutsenmerkin kriteerit täyttäviä vaihtoehtoja raaka-aineiksi on. Työtä apuna käyttäen autonpesuaineita valmistava yritys voi suunnitella omiin tarpeisiinsa sopivaa autonpesuainetta. Kuitenkin lopullisen tuotteen kehittämiseen vaadittava käytännön testaus rajataan työn ulkopuolelle.

Työn toisessa luvussa käsitellään autopesuun liittyvää kemiaa: millaisia ominaisuuksia pesuaineissa olevilla tensideillä on sekä mitä vaiheita autopesun lian irrotuksessa ja auton suojauksessa on. Kolmannessa luvussa käsitellään ympäristömerkkejä ja Joutsenmerkin asettamia rajoituksia ajoneuvojen puhdistusaineille. Neljännessä luvussa käsitellään Joutsenmerkin asettamien kriteerien täyttäviä raaka-aineita ja niiden keskinäistä yhteensopivuutta. Luvussa 5 esitellään yhteenvetona keskeisimmät tulokset siitä, mitä Joutsenmerkkikelpoisten raaka-aineiden valinnassa tulee ottaa huomioon.

## 2. AUTOPESUN KEMIA

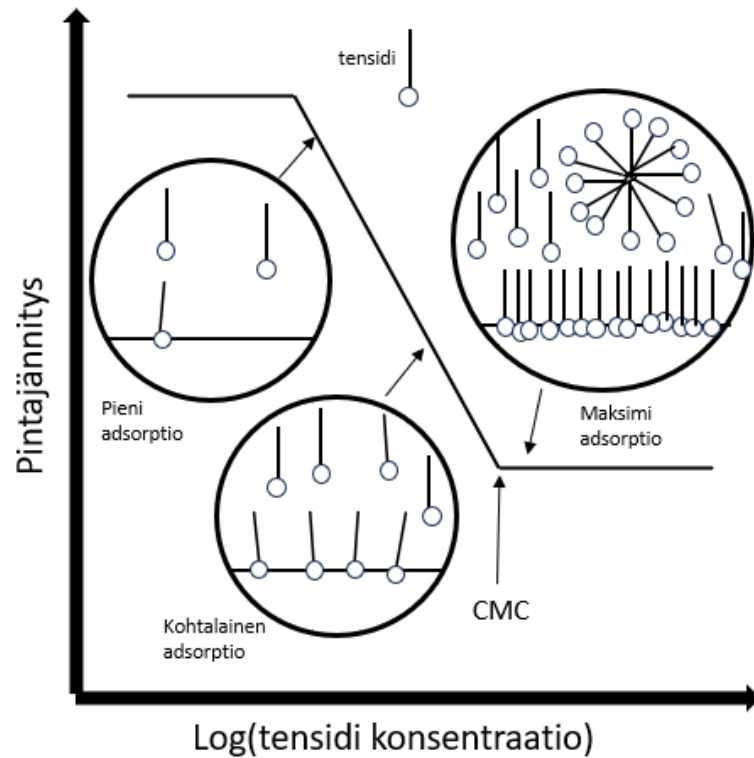
### 2.1 Tensidien kemia

Lian irrottaminen auton pinnalta on monimutkainen prosessi. Lika on tyypillisesti sekoitus keskenään hyvin erilaisia aineita, kuten poolisia ja poolittomia aineita, sekä kiinteitä ja nestemäisiä aineita. [4, s. 637] Tensidien eli pinta-aktiivisten aineiden tuntemus on erittäin tärkeää, jotta voidaan kehittää toimivia pesuaineita.

#### 2.1.1 Tensidien rakenne ja ryhmittely

Tensidit ovat pinta-aktiivisia aineita, jotka alentavat systeemin pintajännitystä. Hiilivedyt, jotka sisältävät poolittoman hiilivetyketjun sekä poolisen ryhmän, kuten esimerkiksi alkoholi- tai karboksyyliryhmän, voivat toimia tensideinä. Tämä johtuu siitä, että hiilivedyn poolinen pää hakeutuu ilma-vesirajapinnalla vesifaasiin päin, kun taas pooliton pää hakeutuu pois päin vedestä. Veden ja ilman välinen pintajännitys on huoneenlämpötilassa  $72,75 \text{ mJ/nm}^2$ , tensidin ja ilman välinen pintajännitys on luokkaa  $25 \text{ mJ/nm}^2$ . [4, s. 75] Tästä eri rajapintojen välisestä pintajännityksen erosta johtuen systeemin pintajännitys pienenee, kun tensidi hakeutuu rajapinnalle (kuva 1). Tensidi siis syrjäyttää rajapinnalla suuria veden ja ilman välisiä vuorovaikutuksia ja korvaa ne pienemmillä tensidin ja eri faasien välisillä vuorovaikutuksilla.

Shchukinin et al. [4, s. 131–134] mukaan lähes kaikki tensidit voidaan jakaa neljään ryhmään: aineisiin, jotka ovat aktiivisia pääasiassa ilma-vesi-rajapinnassa, aineisiin, jotka ovat aktiivisia monenlaisilla pinnoilla ja aineisiin, jotka muodostavat geelimäisiä rakenteita rajapinnoilla ja irrallisena. Lisäksi on olemassa tensidejä, joilla on kaikkien kolmen edellisen ryhmän ominaisuuksia, mutta jotka voivat myös muodostaa pallomaisia misellejä. Misellit ovat kolloidisia systeemejä. Pallomaisten misellien muodostuessa tensidien hydrofobiset hiilivetyketjut hakeutuvat lähelle toisiaan misellin ytimessä, kun taas hydrofiiliset ryhmät muodostavat misellin pinnan (kuva 1). [4, s. 472]



**Kuva 1.** *Systeemin pintajännitys pienenee, kun tensidien konsentraatio kasvaa. Pinnalle hakeutuvien tensidien maksikonsentraation saavuttamisen jälkeen pintajännitys pysyy vakiona, ja tensidit alkavat muodostamaan pallomaisia misellejä. Muokattu lähteestä [5].*

Jokaisen ryhmän tensideillä on tärkeitä ominaisuuksia autonpesun kannalta. Joitain ensimmäisen ryhmän tensidejä voidaan käyttää muodostamaan vaahtoa, jolla on alhainen vakaus, osaa taas vaahdotuksen estäjinä. Toisen ryhmän tensidejä voidaan käyttää kiinteiden aineiden hajottamisessa ja nesteiden emulgoinnissa. Kolmannen ryhmän tensidejä voidaan käyttää vaahtojen ja emulsioiden vakauttamiseen. [4, s. 131–134] Neljäs ryhmän muodostamien misellien avulla voidaan saada puhtaaseen veteen liukenevattomia aineita liukenemaan misellien sisällä [4, s. 488]. Kyseinen ominaisuus on tärkeä esimerkiksi rasvalian irrottamisen kannalta. Misellejä käsitellään lisää luvussa 2.1.3. Muiden ryhmien tensidejä tarkastellaan tarkemmin seuraavassa luvussa.

Tensidien muodostamat kolloidiset systeemit ovat tärkeitä lian poiston kannalta. Kolloidiset systeemit ovat epävakaita, koska kolloidisiin systeemeihin on muodostunut vapaata pintaenergiaa verrattuna homogeeniseen systeemiin. Kolloidisen systeemin elinikä voi vaihdella sekunnin osista tuhansien vuosien pituisiin aikoihin. Systeemin stabiilisuus voi-

daan määritellä kykyä vastustaa muutoksia systeemin rakenteessa. [4, s. 506–507] Va-  
kaus on tärkeää autopesussa, koska toimivan pesuaineen tulee muodostaa vaahtoa,  
joka ei hajoa välittömästi ruiskutuksen jälkeen.

### 2.1.2 Tensidit lian irrotuksessa

Kun irrotetaan partikkeleita tietyltä pinnalta, täytyy partikkelien, kuten rasvamolekyylien,  
välisten voimien eli adheesiovoimien olla pienempiä, kuin irrottavan voiman suuruus. Ad-  
heesiovoimiin voidaan vaikuttaa tensideillä. Autopesun tapauksessa suihkutettavan ve-  
den painetta ei voida kasvattaa liian suureksi, jotta auton pinta ei vahingoittuisi. Näin  
ollen partikkelien irrottamiseksi tulee valita yhdistelmä riittävän suuren voiman ja adhee-  
siota alentavien aineiden välillä. [5]

Tensidien ensimmäiseen ryhmään kuuluvia aineita voidaan käyttää pintajännityksen  
alentamiseksi ja vaahdon muodostamiseksi. Tähän ryhmään kuuluu esimerkiksi pitkä-  
ketjuisia alifaattisia alkoholeja, eli orgaanisia alkoholeja, joiden hiiliketju ei muodosta ren-  
kaita sekä pitkäketjuisia happoja. [4, s. 131] Tämän ryhmän tensidejä käyttämällä voi-  
daan siis vähentää autopesussa käytettävää hankausvoimaa, kun pintajännitys on alen-  
tunut.

Likaista pintaa puhdistettaessa on tärkeää saada sekä nestemäinen että kiinteä lika ir-  
toamaan pinnasta [4, s. 637]. Tensidien toisen ryhmän aineita käytetään irrottamaan ai-  
neita toisistaan sekä hajottamaan kiinteitä aineita. Toisen ryhmän aineita voidaan käyt-  
tää myös nesteiden emulgoinnissa. [4, s. 132] Kolmannen ryhmän aineita voidaan käyt-  
tää vaahdon ja emulsion stabiloimiseksi. Kolmanteen ryhmään kuuluu esimerkiksi pro-  
teiineja, glukosideja ja selluloosajohdannaisia. [4, s. 132]

### 2.1.3 Misellit

Auton pinnalta voidaan poistaa pieniä aineita esimerkiksi misellien avulla. Pienillä kon-  
sentraatioilla misellien muodostumiseen kykenevät tensidit ovat liunneena veteen ja  
ilma-vesirajapinnalla. Kun konsentraatiota kasvatetaan alkaa suurempi konsentraatio  
tensideistä hakeutua rajapinnalle, koska niiden hydrofobinen osa hylkii vettä. Tällöin pin-  
tajännitys alenee. Tensidien suurimmalle mahdolliselle määrälle rajapinnassa on ole-  
massa raja-arvo. Konsentraation kasvaessa tarpeeksi suureksi pinnalla tulee vastaan  
maksimitaso. Kun kyseinen taso on saavutettu, tensidit alkavat kerääntymään yhteen  
muodostaen pallomaisia rakenteita, misellejä (kuva 1). Kyseistä konsentraatiota, jossa  
misellejä alkaa muodostumaan, kutsutaan kriittiseksi misellikonsentraatioksi (cmc). [5, s.  
131–132] Kyseinen ilmiö tulee ottaa autonpesuainetta suunnitellessa huomioon, koska  
tensidien suhteen liian laimea pesuaine ei tuota pesuun vaadittuja misellejä.

Misellien avulla voidaan liuottaa poolitonta likaa ja rasvamolekyylejä. Rasvat ovat triglyseridejä, jotka ovat huoneenlämmössä kiinteitä tai puolijähmeitä [6, s. 1166]. Esimerkiksi oktaania liukenee veteen vain noin 0,0015 massaprosenttia, kun taas 10 massaprosenttisesti natriumoleaattiliuoksessa oktaania liukenee noin 2 massaprosenttia [4, s. 488] Lähes veteen liukenemattomia poolittomia aineita, kuten rasvamolekyylejä ja öljyä, voi siis misellien avulla liueta jopa muutamia prosentteja.

## **2.2 Autopesun vaiheet**

Autopesu koostuu tyypillisesti kahdesta vaiheesta. Ensimmäisessä vaiheessa poistetaan varsinainen lika käyttäen rasvanpoistoliuottimia ja tensidejä, jotta liikenteessä syntynyt lika sekä autoon kiinnittyneet hiukkaset saadaan poistettua. Toisessa vaiheessa suojataan auton pinta esimerkiksi erilasia vahoja käyttäen. [7, s. 1] Harjashampoota käytetään varsinaisessa lianpoistossa, nimensä mukaisesti harjakoneen kanssa.

### **2.2.1 Lian poisto**

Kiinteän ja nestemäisen lian erottaminen on yksi tärkeimmistä vaiheista missä tahansa puhdistusprosessissa. Erottamisen apuna tulee käyttää mekaanista sekoittamista. Sekoittamisen ansiosta pesuaineen tensidit pääsevät vaikuttamaan likamolekyyleihin, kun likamolekyylit ja pesuvesi sekoittuvat. [4, s. 636–637] Autopesun tapauksessa mekaaninen sekoittaminen tapahtuu veden paineen tai automaattisen pesukoneen harjojen avulla. Pintajännitystä alentavien tensidien avulla voidaan vähentää tarvittavan mekaanisen voiman suuruutta [5].

Kun erityyppiset liat on saatu hajotettua ja erotettua toisistaan, tulee estää suurien likamolekyyliden muodostuminen uudelleen. Jotta likamolekyylit eivät muodostuisi uudelleen, tulee käytettyjen tensidien muodostaa tarpeeksi stabiileja kolloidisia systeemejä. Vain kolloidisten misellien avulla saadaan poistettua likaa riittävän tehokkaasti, koska monien likamolekyyliden liukoisuus veteen on pieni. [4, s. 637] Harjashampoota suunniteltaessa on siis pyrittävä riittävän vakaan vaahdon muodostumiseen sekä cmc:n ylittymiseen.

### **2.2.2 Auton suojaus**

Korroosio on sähkökemiallinen reaktio materiaalin ja ympäristön kanssa, joka heikentää materiaalia ja sen ominaisuuksia. Usein korroosio voidaan havaita korroosiossa muodostuvien tuotteiden avulla, kuten esimerkiksi auton ruosteesta. Korroosiota voidaan estää esimerkiksi suunnittelemalla auton osat siten, että vesi ei jää niihin seisomaan. Myös autossa käytetyt materiaalit tulee valita siten, että sähkökemiallinen potentiaali materiaalien ja ympäristön väliselle reaktiolle on mahdollisimman pieni. [8]



Korroosion tapahtumista voidaan autopesun avulla hidastaa käyttämällä suojaavia aineita varsinaisen pesun jälkeen. [7, s.1] Esimerkiksi suojaavalla vahalla, joka levitetään auton pinnalle autopesun jälkeen, on korroosiota hidastava vaikutus. Vahan vaikutus perustuu siihen, että se eristää suojattavan pinnan ympäristöstä. [8, s. 363] Näin ollen autopesun avulla voidaan saada auton ominaisuudet pysymään hyvinä pidempään, koska pinnan materiaalit heikkenevät hitaammin.

## 3. JOUTSENMERKIN ASETTAMAT RAJOITTEET

### 3.1 Ympäristömerkit

Erilaisilla ympäristömerkeillä vastataan kuluttajien erilaisiin tarpeisiin. Esimerkiksi puu- tuotteiden merkit kertovat kuluttajalle vastuullisesta metsien hoidosta ja EU:n energiamerkin avulla voi valita energiatehokkaan lampun. Joutsenmerkityn pesuaineen avulla autopesualan yritys voi mahdollistaa ympäristöystävällisemmän autopesun.

#### 3.1.1 Ympäristömerkit yleisesti

Ympäristömerkkien avulla kerrotaan kuluttajalle, että ympäristömerkitty tuote aiheuttaa vähemmän kuormitusta ympäristölle kuin muut vastaavat tuotteet. Työssä käsiteltävä Joutsenmerkki on yksi esimerkki ympäristömerkeistä. Muita ympäristömerkkejä ovat esimerkiksi EU-ympäristömerkki, EU:n energiamerkki sekä FSC-merkki. [1] Erilaisten ympäristömerkkien tarkoitus on tarjota kuluttajille kolmannen osapuolen näkemys tuotteesta ja siten myös kasvattaa heidän ympäristötietoisuuttaan.

Yrityksillä on myös taloudellisia intressejä saada tuotteensa ympäristömerkityksi. Kuluttajaliiton ja Kantar Publicin teettämän kyselyn [9] mukaan 36 prosenttia vastaajista kiinnitti huomiota ympäristömerkkeihin aina tai useimmiten. Lisäksi 37 prosenttia kiinnitti huomiota ympäristömerkkeihin silloin tällöin. Tutkimuksen mukaan väitteen "luotan yritysten esittämiin virallisiin ympäristömerkkeihin" kanssa täysin samaa mieltä oli 12 prosenttia vastaajista ja jokseenkin samaa mieltä 55 prosenttia. Jos ympäristömerkin tunnistaminen lisää ostohalukkuutta, voi tuotteen tai palvelun saamisella ympäristömerkityksi olla vaikutusta kymmeneen prosenttiin ostopäätöksistä.

#### 3.1.2 Joutsenmerkki

Pohjoismainen ympäristömerkintä, eli Joutsenmerkki, on perustettu vuonna 1989. Joutsenmerkin tarkoitus on lisätä tietoisuutta tuotteiden ympäristövaikutuksista. Joutsenmerkki voidaan myöntää tuotteille ja palveluille, jotka täyttävät määrätyt ympäristövaatimukset. Joutsenmerkin kriteerit on määritelty yli viidellekymmenelle tuote- ja palveluryhmälle. Yksi näistä ryhmistä on ajoneuvojen puhdistusaineet. [10] Kriteerien määrittelyssä on arvioitu tuotteen tai palvelun ympäristövaikutuksia ja energian kulutusta tuotteen koko elinkaaren aikana. Elinkaareen kuuluu tuotteen raaka-aineiden valmistus, tuotteen valmistus, tuotteen kulutus sekä tuotteesta syntyvä jäte ja sen kierrätys. [11]

Saadakseen tuotteelle Joutsenmerkin tuotteen tulee täyttää kyseiselle tuoteryhmälle annetut kriteerit [12]. Esimerkiksi harjashampoon tulee täyttää kriteerit luokalle ajoneuvojen puhdistusaineet, joita käsitellään tarkemmin luvussa 3.2 [3].

## **3.2 Kriteerit ajoneuvojen puhdistusaineille**

Harjashampoo tai harjakoneshampoo on ammattilaisten käyttöön tarkoitettu ajoneuvon puhdistusaine, jota käytetään nimensä mukaisesti harjakoneen kanssa automaattipeussa. Uusin versio 6.13 Joutsenmerkin kriteereistä ajoneuvojen puhdistusaineille on tullut voimaan 21.02.2023 [3]. Kriteereitä tiukennetaan noin viiden vuoden välein, jolloin Joutsenmerkkiä on haettava uudelleen. Nykyiset kriteerit ajoneuvojen puhdistusaineille ovat voimassa 30.06.2025 asti. [3]

### **3.2.1 Kriteerit yleisesti**

Kriteerit ajoneuvojen puhdistusaineille [3] mukaan tuotteet, joilla on puhdistava ja/tai kiillottava vaikutus autoihin, kuorma-autoihin, laivoihin ja niin edelleen voidaan joutsenmerkitä kyseisessä kategoriassa. Erikoistuotteet, kuten mekaaniset puhdistusvälineet tai ruostesuoja-aineet, eivät voi saada Joutsenmerkkiä ajoneuvojen puhdistusaineiden kategoriassa.

Kriteerit koskevat kaikkia tuotteeseen sisältyviä aineita. Epäpuhtauksia ei lasketa sisältyviksi aineiksi, joten kriteerit eivät koske niitä. Sisältyviin ainesiin määritellään kuuluvan tuotteen aineosat, raaka-aineiden lisäaineet ja tuotteiden tunnetut hajoamistuotteet. Tuotannon jäämät, joiden pitoisuus tuotteessa on alle 100,0 miljoonasosaa (ppm) määritellään epäpuhtauksiksi. Jos raaka-aineen epäpuhtauspitoisuus on enemmän kuin 10 000 ppm, määritellään epäpuhtaus sisältyväksi aineeksi riippumatta sen pitoisuudesta valmiissa tuotteessa. [3, s. 7]

Saadakseen Joutsenmerkin, tuotteen tulee täyttää terveydelle ja ympäristölle vaarallisia kemikaaleja koskevat vaatimukset sekä haihtuvia orgaanisia yhdisteitä koskevat vaatimukset. Kyseisissä vaatimuksissa on määritelty esimerkiksi mitä vaaralausekkeita tai haitallisia aineosia tuote tai sen raaka-aineet eivät saa sisältää. Lisäksi kriteerit sisältävät hajoavuutta koskevia vaatimuksia. [3]

Erilaisten rajoittavien kriteerien täyttymisen lisäksi tuotteen tulee olla vähintään yhtä tehokas kuin muiden vastaavien markkinoilla olevien tuotteiden, jotta tuote voitaisiin merkitä Joutsenmerkillä. Vähintään viiden ammattikäyttäjän, kuten yrityksen, jolle tuotetta toimitetaan, tulee testata tuotetta kymmenellä eri käyttökerralla todellista käyttöä vastaa-

vissa olosuhteissa ja vähintään 80 prosentin mielestä tuotteen tulee olla riittävän tehokas. [3, s. 25] Näin ollen Joutsenmerkki on ympäristöystävällisyyden lisäksi todiste tuotteen tehokkuudesta.

### 3.2.2 Kielletyt vaaralausekkeet

Kriteereissä on määrätty, että valmis tuote ei saa sisältää tiettyjä CLP-asetuksen mukaisia vaaralausekkeita tai vaaraluokituksia. Tämän lisäksi on vastaavia vaaralausekkeita, joita tuotteen raaka-aineet eivät saa sisältää. [3, s. 8–10] Koska raaka-aineiden vaaralausekkeita on erikseen kielletty, rajaa se esimerkiksi tiettyjen väkevien raaka-aineiden käyttöä. Tämä tarkoittaa sitä, että jos itse raaka-aine on merkitty kielletyllä vaaralausekkeella väkevyytensä vuoksi, kyseistä raaka-ainetta ei voida käyttää laimentamalla valmiiseen tuotteeseen, vaikka laimeana se olisi hyväksyttävä aine valmiissa tuotteessa.

Vaaraluokkiin, joiden vaaralausekkeita ja vaaraluokituksia on kielletty, kuuluu esimerkiksi vaarallisuus vesiympäristölle, välitön myrkyllisyys ja helposti räjähtävä [3, s. 8–9]. Taulukossa 1 on esitetty vaaraluokkien kielletyt vaaralausekkeet ja kielletyt vaaraluokitukset ammattikäyttöiselle auton pesuaineelle.

**Taulukko 1.** Vaaralausekkeet ja vaaraluokitukset, joita ammattikäyttöinen auton pesuaine ei saa sisältää vaaraluokkien mukaan jaoteltuna. Muokattu lähteestä [3, s. 8–9].

Vaaraluokka	Vaaralausekkeet	Vaaraluokitukset
Vaarallisuus vesiympäristölle	H400, H410, H411, H412, H413	Aquatic Acute 1 Aquatic Chronic 1, 2, 3 ja 4
Vaarallisuus otsonikerrokselle	H420	Ozone
Syöpövaarallisuus	H350, H351	Carc. 1A, 1B ja 2
Sukusolujen perimävauriot	H340, H341, H360, H361, H362	Muta. 1A, 1B ja 2 Repr. 1A, 1B ja 2 Lact.
Välitön myrkyllisyys	H300, H310, H330, H301, H311, H331, H312, H332	Acute Tox. 1, 2, 3 ja 4
Elinkohtainen myrkyllisyys	H370, H371, H372, H373	STOT SE/RE 1 ja 2
Syövyttävä tai ärsyttävä iholle	H314	1A (sallittu, jos johtuu pH:sta)
Herkistävyys	H334, H317	Resp. Sens. 1, 1A ja 1B Skin sens. 1, 1A ja 1B
Helposti räjähtävä	H240	
Erittäin herkästi syttyvä	H224	
Hyvin herkästi syttyvä	H225	

Kuten taulukosta huomataan, ympäristöä suojelevien rajoitteiden lisäksi useita käyttäjälle ja tuotteen valmistajalle vaaraa aiheuttavia vaaralausekkeitä on kielletty. Merkittävää on lisäksi se, että ammattikäyttöinen auton pesuaine voidaan tehdä hyvin emäksiseksi kriteereitä rikkomatta, sillä osa tensideistä toimii tarkoituksen mukaisesti vain emäksisessä ympäristössä [4, s. 136].

Ammattikäyttöön tarkoitetuille tuotteille on sallittu poikkeuksia joidenkin vaaraluokitusten suhteen. Esimerkiksi ammattikäyttöön tarkoitetuille tuotteille, joita käytetään suljetussa automaattipesussa, sallitaan vaaraluokitus H314 Skin Corr 1A, jos vaaraluokitus johtuu pH:sta. [3, s. 9] Näin ollen harjashampoosta voidaan valmistaa erittäin emäksistä, ilman että Joutsenmerkin kriteereitä rikotaan.

Valmiin tuotteen kiellettyjen vaaralausekkeiden lisäksi kiellettyjä vaaralausekkeitä on tuotteeseen sisältyville raaka-aineille. Raaka-aineille kiellettyjen vaaralausekkeiden lista on lyhyempi kuin valmiin tuotteen. [3, s. 10] Taulukossa 2 on esitelty raaka-aineiden kielletyt vaaralausekkeet ja vaaraluokitukset vaaraluokan mukaan jaoteltuna.

**Taulukko 2.** Vaaralausekkeet ja vaaraluokitukset, joita auton pesuaineen raaka-aineissa ei saa olla vaaraluokan mukaan jaoteltuna. Muokattu lähteestä [3, s. 10].

Vaaraluokka	Vaaralausekkeet	Vaaraluokitus
Syöpävaarallisuus	H350, H351	Carc. 1A, 1B ja 2
Sukusolujen perimävauriot	H340, H341	Muta. 1A, 1B ja 2
Vaarallisuus lisääntymiselle	H360, H361, H362	Repr. 1A, 1B ja 2 Lact.
Herkistävyys	H334, H317 (sallittuja, jos pakkaus suunniteltu niin ettei käyttäjä joudu kosketuksiin tuotteen kanssa)	Resp. Sens. 1, 1A ja 1B Skin Sens. 1, 1A ja 1B

Taulukosta voidaan huomata, että sisältyville aineille on kielletty vain yhdeksän vaaralausekettä. Kaikki yhdeksän vaaralausekettä on kielletty myös valmiissa tuotteessa. Koska sisältyviä aineita on rajoitettu vähemmän, on mahdollista käyttää raaka-aineita, jotka sisältävät valmiille tuotteelle kiellettyjä vaaralausekkeitä. Lisäksi taulukosta huomataan, että kaikki vaaraluokat liittyvät ihmiseen kohdistuviin terveysriskeihin.

### 3.2.3 Kielletyt aineet

Rajaamalla käytettyjä aineita rajataan myös mahdollisia haittoja, joita seuraa, jos kemikaali päätyy luontoon tai sille altistutaan. Jos autopesussa syntyvä jätevesi pääsee vesistöön ilman asianmukaista prosessointia, voi jäteveden pesuaineet muodostaa vesistön pinnalle haitallisen kerroksen. Kyseinen kerros voi estää hapen kulkemisen ilmasta

veteen. [2, s. 160] Tästä syystä on tärkeää, että haitallisten aineiden määrää on rajoitettu sekä vesi käsitellään asianmukaisesti jo autopesulassa.

Jotta voidaan rajata haitallisten aineiden ympäristöhaittoja, on tunnettava eri kemikaalien aiheuttamat riskit. Nopean biohajoavuuden avulla näitä riskejä voidaan minimoida, sillä nopeasti hajoava kemikaali ei ehdi tuottamaan niin paljoa vahinkoa, kuin kauan luonnossa säilyvä kemikaali. Tensidit, joilla on suora hiiliketju, hajoavat tyypillisesti hyvin nopeasti. Tensidit, jotka sisältävät renkaita tai haaroittuneen hiiliketjun, eivät taas hajoa nopeasti luonnossa, koska mikro-organismit eivät pysty hajottamaan niitä nopeasti. [4, s. 135] Kriteereissä on määrätty, että kaikkien orgaanisten aineiden ja orgaanisten aineiden hajoamistuotteiden tulee olla helposti hajoavia sekä anaerobisesti hajoavia [3, s. 10].

Joutsenmerkin kriteerit dokumentissa on kielletty aineita ja aineryhmiä. Kiellettyjen aineosien joukossa on esimerkiksi hitaasti biohajoavia kemikaaliryhmiä. Harjashampoon kannalta merkittäviä kiellettyjä ryhmiä ovat muun muassa: Lineaarinen alkyylibentseenisulfonaatti (LAS), alkyylifenolietoksylaatit (APEO) ja/tai alkyylifenyylijohdannaiset (APD), halogenoidut ja/tai aromaattiset liuottimet sekä fluoritensidit ja muut per- ja polyfluoratut yhdisteet (PFAS) [3, s. 11–13]. LAS-, APEO-, APD- ja PFAS-yhdisteillä on tunnetusti ominaisuuksia tensideinä, joita on käsitelty kirjallisuudessa [4]. Aromaattisten liuottimien avulla voitaisiin liuottaa rasvalikaa. Harjashampoo on siis suunniteltava niin, ettei se sisällä edellä mainittuja tai muita kiellettyjä aineosia. Lisäksi on tarkistettava, että muut kriteerit täyttyvät.

### 3.2.4 Rajoitetut aineet

Kiellettyjen vaaralausekkeiden ja kiellettyjen aineiden lisäksi raaka-aineiden käyttöä on rajoitettu antamalla maksimipitoisuuksia, joita tietyillä aineilla saa olla tuotteessa. Myös tietyn vaaralausekkeen sisältävien aineiden määriä on rajoitettu tuotteessa. Maksimipitoisuudet on annettu massaprosenteina, miljoonasosina (ppm) tai grammoina litrassa käyttöliuosta (g/l). [3] Raaka-aineiden rajoittaminen maksimipitoisuuksilla mahdollistaa tuotteen suunnittelun toimivaksi ja tehokkaaksi kyseisten aineiden avulla niin, että kuitenkin ympäristöhaittoja rajataan.

Rajoitettuihin ryhmiin kuuluvat esimerkiksi siloksaanit, hajusteet ja fosfori. Siloksaaneista D4, D5 ja D6 voivat sisältyä tuotteeseen vain jääminä ja niitä voi olla tuotteessa vain alle 1000 ppm ainetta kohti. Hajusteita on rajattu niin, että useita lueteltuja hajusteaineita saa olla enintään 100 ppm yhtä hajusteainetta kohti. Jos hajusteaineosa on luokiteltu herkitäväksi vaaralausekkeella H317 tai H334, saa sitä olla enintään 100 ppm tai tuote on suunniteltava niin ettei käyttäjä joudu kosketuksiin tuotteen kanssa. Fosforia on rajoitettu

siten, että fosfonihappoa, fosforihappoa, fosfaatteja ja fosfonaatteja ei saa olla niin paljoa, että fosforin määrä ylittäisi 2,5 g/l käyttöliuosta. [3] Fosforin määrän rajaaminen on erityisen tärkeää, koska fosfori lisää vesistössä kasvien ja levien kasvua. Vesistöön päätyvä fosfaatti aiheuttaa näin ollen rehevöitymistä ja vähentää veden happipitoisuutta. [13]

Otsoni on myös esimerkki haitallisesta aineesta, jonka muodostumista pyritään rajoittamaan. Otsoni on kasvihuonekaasu, jolla on haitallisia vaikutuksia ihmisten terveydelle. Otsonin muodostuminen on auringon valon vaikutuksesta käynnistyvä reaktio, jossa on mukana hiilimonoksidia (CO), haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC, volatile organic compounds) ja typen oksideja (NO<sub>x</sub>). [14, s. 11] Eri VOC:t pystyvät luomaan eri määrän otsonia niiden kemiallisen rakenteen ja reaktiivisuuden takia. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden käytön haittojen rajoittamiseksi on kehitetty työkaluja vertailemaan aineiden välisiä kyvykkyyksiä luoda otsonia. [15]

Fotokemiallisen otsonin muodostumispotentiaalin (POCP, Photochemical Ozone Creation Potential) avulla voidaan vertailla numeerisesti keskenään, eli kvantifioida eri VOC:iden välisiä kyvykkyyksiä tuottaa otsonia. Eteenille on määritetty POCP-arvoksi 100. Muiden aineiden POCP-arvot määräytyvät vertaamalla eteeniin. [16] Joutsenmerkin kriteerit dokumentissa VOC-yhdisteitä on rajattu siten, että kilo tuotetta saa sisältää enintään saman POCP:n kuin 12 grammaa eteeniä [3, s. 15]. Eli esimerkiksi raaka-aineita, joiden POCP on 50, voisi olla tuotteessa yhteensä 24 grammaa.

Pitkäaikaisia ympäristöhaittoja on rajoitettu siten, että vaaralausekkeilla H410, H411 ja H412 luokittuvien aineiden massojen painotetulle summalle on määrätty raja-arvo. Määrätyssä summalaskussa vaarallisimman vaaralausekkeen H410 sisältämien tuotteiden massaa painotetaan sadalla ja toiseksi vaarallisimman H411 kymmenellä. Shampooiden tapauksessa summan tulee siis täyttää epäyhtälö [3, s. 16]:

$$100 \cdot m(H410) + 10 \cdot m(H411) + m(H412) < 1,0 \frac{g}{l}, \quad (1)$$

jossa  $m(H410)$  on H410-luokittuvien aineosien massa,  $m(H411)$  on H411-luokittuvien aineosien massa ja  $m(H412)$  on H412-luokittuvien aineosien massa. Shampooissa on tämän lisäksi rajoitettu H400-luokittuvien aineosien määräksi enintään 0,8 g/l käyttöliuosta.

## 4. KRITEERIT TÄYTTÄVÄT RAAKA-AINEET

### 4.1 Sallitut kemikaalit

Joutsenmerkin kriteerit ajoneuvojen puhdistusaineille rajoittaa käytettävissä olevia vaihtoehtoja tuotteiden raaka-aineiksi [3]. Rajoituksista huolimatta on olemassa useita vaihtoehtoja kemiallisesti haluttujen ominaisuuksien täyttävälle raaka-aineille. Käytössä olevien harhashampoiden sisältämiä raaka-aineita voidaan tarkastella käytössä olevien pesuaineiden käyttöturvallisuustiedotteiden avulla.

#### 4.1.1 Kriteerit täyttävät tensidit

Valittujen tensidien tulee olla sellaisia, että lianpoistoon vaadittavat ominaisuudet täyttyvät. Pintajännityksen alentamiseen, lian hajottamiseen, vaahdottamiseen ja misellien muodostumiseen ei välttämättä tarvita neljää eri tensidiä, vaan yksi tensidi voi saada useita mainittuja ominaisuuksia aikaan.

Tensidejä, jotka ovat yleisiä sekä sallittuja on niin kationisissa, anionisissa, ionittomissa, kuin amfoteerisissä ryhmissä [3][17]. Kationisia sallittuja tensidejä ovat esimerkiksi osa amiineista. Sallittuja anionisia tensidejä ovat esimerkiksi sulfaatit ja fosfaatit. Sallittuja ionittomia ovat esimerkiksi etoksylaatit ja alkyyliglukosidi. Amfoteerinen tensidi on esimerkiksi amino-oksidi. Raaka-aineille on siis olemassa monia sallittuja vaihtoehtoja, joiden avulla haluttu pesukyky voidaan saavuttaa.

Tuotteen suunnittelu Joutsenmerkin kriteereitä noudattaen on mahdollista ilman, että täytyy merkittävästi joutua halutuista ominaisuuksista. Esimerkiksi alkyylietoksylaatit ja alkyylifenolietoksylaatit ovat molemmat ionittomia tensidejä, joilla on keskenään samankaltaisia pesuominaisuuksia. Kuitenkin osa alkyylietoksylaateista on nopeasti biohajoavia, kun taas alkyylifenolietoksylaatit hajoavat hitaasti, vaikka niissä olisi pitkä lineaarinen hiiliketju. [4, s. 141] Alkyylifenolietoksylaatit on kielletty Joutsenmerkin kriteereissä [3, s. 11]. Koska alkyylietoksylaatit, joilla on samankaltaisia ominaisuuksia, ovat kuitenkin sallittuja, on mahdollista muodostaa pesuaine ilman merkittävää haittaa alkyylifenolietoksylaattien kiellosta.

#### 4.1.2 Käytössä olevat pesuaineratkaisut

Käytössä olevien ratkaisujen tarkastelua rajoittaa se, että tuotteiden reseptit eivät ole julkisia. Kuitenkin käyttöturvallisuustiedotteesta selviää osa käytetyistä raaka-aineista.



Tämä johtuu siitä, että esimerkiksi hitaasti hajoavista ja myrkyllisistä aineista pitää toimittaa käyttöturvallisuustiedote ja monet pesuaineiden raaka-aineet ovat hitaasti hajoavia tai myrkyllisiä.[2][18] Käyttöturvallisuustiedote tulee toimittaa pyynnöstä käyttäjälle, mutta niiden ei tarvitse olla yleisesti saatavilla. Käyttöturvallisuustiedotteita on kuitenkin löydettävissä esimerkiksi yritysten verkkosivuilla. [18]

Netistä löytyvien harjashampoiden käyttöturvallisuustiedotteista löytyy useita yhtäläisyyksiä. Yhtäläisyyksiä ovat esimerkiksi se, että tutkituista harjashampoista löytyy enemmän kuin yksi tensidi. Käsitellyt harjashampoot olivat myös emäksisiä niiden pH-arvojen ollessa 8,7 ja 13,5. [19][20] Useiden tensidien käyttö on hyödyllistä, koska tällöin ei tarvitse löytää yhtä erittäin monikäyttöistä tensidiä. Emäksisyydestä on hyötyä, sillä osa tensideistä toimii tehokkaasti vain emäksisissä olosuhteissa [4, s. 136].

Yhdessä harjashampoossa on käytetty tensidinä alkyylitoksylaattia [20]. Alkyylitoksylaatit ovat ionittomia tensidejä, eli ne eivät dissosioidu vedessä. Alkyylitoksylaatit ovat myös biohajoavia. Pesuaineissa käytetyille ionittomille tensideille on tyypillistä, että niillä on hyvä hajotuskyky. Hyvän hajotuskyvyn omaavat ionittomat tensidit eivät kuitenkaan juurikaan muodosta vaahtoa, vaan osaa niistä käytetään jopa vaahdotuksen estäjinä. [4, s. 140–141] Näin ollen käytettäessä alkyylitoksylaattia harjashampoossa, tulee käyttää myös toista tensidiä, joka vaahdottaa. Useassa harjashampoossa on käytetty glukosideja, joilla on tunnettuja ominaisuuksia vaahdottajana ja vaahdon vakauttajana. [4, s. 132][19][20]

Kaikkia pesuainereseptissä käytettäviä aineita ei välttämättä löydy käyttöturvallisuustiedotteista, koska käyttöturvallisuustiedotteessa ei tarvitse mainita vaarattomia aineita. Vaarattomia aineita voivat olla esimerkiksi erilaiset väriaineet. [18] Käyttöturvallisuustiedotteissa ei ole myöskään mainittu aineiden tarkkoja määriä, vaan niiden määrät on ilmoitettu jollakin välillä kuten 5–10 % [19]. Suunniteltaessa toimivaa harjashampoota ei siis voida suoraan kopioida käytössä olevia ratkaisuja, koska niiden sisällöstä ei ole saatavilla riittävästi julkista tietoa.

## 4.2 Valmiin tuotteen toimivuus

Suunnitellun harjashampoon tulee täyttää vaatimukset, jotka on asetettu sen toimivuudelle. Harjashampoolla tulee siis olla riittävä lianirrotuskyky automaattisen autopesun vaatimissa olosuhteissa. Toimivuuden saavuttamiseksi useiden raaka-aineiden tulee toimia myös keskenään. Jotta resepti harjashampoolle voidaan luoda, tulee raaka-aineita vielä testata kokeellisesti.

### 4.2.1 Kemikaalien keskinäinen yhteensopivuus

Raaka-ainekemikaalien tulee olla yhteensopivia, jotta pesuaineesta saadaan toimiva. Raaka-aineet eivät saa esimerkiksi reagoida epätoivotulla tavalla keskenään. Esimerkiksi kationisien ja anionisien tensidien välillä voi muodostua sakkaa, koska positiivinen ja negatiivinen varaus vetävät toisiaan puoleensa. Sakkautumisen ehkäisemiseksi voidaan käyttää lyhyitä hiiliketjuja omaavia tensidejä tai käyttää tensidien seosta, jossa ei ole varaukseltaan vastakkaismerkkisiä tensidejä. [17, s. 251–256]

Kahden tensidin avulla voidaan saada aikaan seos, jolla on alempi cmc kuin kummallakaan tensidillä. cmc saadaan alenemaan esimerkiksi anionisen ja ionittoman tensidin seoksella. Tämä johtuu siitä, että negatiivisen varauksen omaavat anionit ovat keskimäärin kauempana toisistaan, kun niiden välissä on ionittomia tensidejä. Näin ollen hylkivät voimat ovat pienempiä ja miselleistä tulee vakaampia, joten cmc laskee. [17, s. 251–256] Useiden tensidien avulla voidaan siis saavuttaa tehokkaampi pesutulos kuin yhden tensidin avulla. Useiden tensidien seos voi toimia myös laimeampana yhden tensidin seokseen verrattuna.

Tensidien keskinäisen yhteensopivuuden lisäksi muiden aineiden tulee olla yhteensopivia tensidien kanssa. Esimerkiksi osa tensideistä ei toimi tehokkaasti kovassa vedessä [4, s. 136]. Jos käytetään vain pehmeässä vedessä toimivia tensidejä, tulee pesuaineessa olla kovuutta alentavia aineita. Myös pesuaineen halutun käyttökohteen fysikaalis-kemialliset ominaisuudet, kuten lämpötila ja lian laatu, tulee ottaa huomioon muita raaka-aineita valitessa.

### 4.2.2 Vaatimukset valmiille tuotteelle

Pesuaineen tulee pystyä irrottamaan sekä poolista että poolitonta likaa. Lian poistamiseksi pesuaineella tulee olla kyky alentaa veden pintajännitystä, hajottaa likaa, saada pesuvesi vaahtoamaan sekä saada poolittomat molekyylit liukenemaan misellien sisällä. Jotta misellejä muodostuisi, on tensidien konsentraation ylitettävä cmc [5]. Näiden neljän kriteerin täyttämisen lisäksi raaka-aineiden tulee olla Joutsenmerkittyjä sekä keskenään yhteensopivia.

Pesukemikaaleja valmistavan yrityksen tulee ottaa huomioon tarkat olosuhteet, joissa harjashampoota tullaan käyttämään. Jos tuotetta tullaan käyttämään esimerkiksi olosuhteissa tai vuodenaikana, jolloin muodostuu vaikeasti poistettavaa likaa, tulee harjashampoon olla olosuhteisiin nähden tarpeeksi tehokas. Jos taas käytön olosuhteissa likaa on vähemmän tai se on helposti poistettavaa, voi olla taloudellisesti kannattavaa suunnitella laimeampi harjashampoo.

### 4.2.3 Toimivuuden testaus ja Joutsenmerkin hakeminen

On olemassa useita mahdollisia pesuaineratkaisuja, jotka täyttävät harjashampoolta vaaditut lianpoisto-ominaisuudet sekä Joutsenmerkin kriteerit ajoneuvojen puhdistusaineille. Lopullisen valmistettavan tuotteen suunnitteluun voidaan käyttää apuna saatavilla olevien harjashampoiden käyttöturvallisuustiedotteita. Valmiin reseptin luomiseksi tulee lopulta valita yrityksen tarpeisiin sopivin ratkaisu. Ratkaisussa on huomioitava esimerkiksi harjashampoon käyttöolosuhteet sekä harjashampoon valmistuksen taloudellisuus.

Tarpeisiin vastaavaan harjashampooreseptin tarkat raaka-ainemäärät tulee selvittää kokeellisesti, sillä käytössä olevien ratkaisujen tarkkoja raaka-ainemääriä ei ole julkisesti saatavilla [18]. Yksi tapa testata toimivuutta on muodostaa testiseoksia, joissa on toisistaan poikkeavat raaka-aineet tai toisistaan poikkeavat määrät raaka-aineita. Tämän jälkeen käyttötestien perusteella valitaan seos, jolla on parhaat pesuominaisuudet. Kyseisen seoksen raaka-ainemääristä voidaan muodostaa resepti.

Jotta tuotteelle saataisiin Joutsenmerkki, tulee sitä hakea sähköisen tai paperisen hakemuslomakkeen avulla. Joutsenmerkin saamiseksi tuotteeseen saatetaan joutua tekemään muutoksia. Tästä syystä ennen hakemuksen lähettämistä tulee olla yhteydessä Joutsenmerkki Oy:n henkilökuntaan. [12] Hakemukseen kuuluu erilaisten rajoitusten ja kieltojen noudattamisen varmistaminen sekä käyttäjätesti [3]. Kun tuotteelle lopulta on myönnetty Joutsenmerkki, saa merkkiä käyttää markkinoinnille määrättyjen rajoitusten mukaisesti [21].

## 5. YHTEENVETO

Tämän työn tavoitteena oli selvittää, millaisia kemiallisesti toimivia ja Joutsenmerkin hyväksymiä raaka-aineita harjashampoolle on. Työssä tarkasteltiin autopesun kemiallisia ja pesuaineissa käytettäviä tensidejä. Työssä esitettiin Joutsenmerkin asettamat kriteerit auton pesuaineille. Lopuksi käsiteltiin tensidejä, jotka ovat autopesuun soveltuvia, sekä täyttävät Joutsenmerkin asettamat kriteerit. Kaikki työn tarkastelu tehtiin kirjallisuuden pohjalta.

Toimiakseen tehokkaasti harjashampoon tulee pystyä poistamaan monenlaista likaa auton pinnalta. Harjashampoon tulee pystyä poistamaan erilaisia nestemäistä ja kiinteää sekä poolista ja poolitonta likaa. Harjashampoossa tulee olla riittävä määrä erilaisia keskenään yhteensopivia tensidejä, jotta lika voidaan poistaa tehokkaasti. Myös tensidien pitoisuus tulee olla riittävän suuri, jotta misellejä muodostuu, jolloin myös veteen muuten liukenemattomat aineet saadaan poistettua pesuveden mukana.

Käytettyjen raaka-aineiden tulee lisäksi olla Joutsenmerkin asettamien kriteerien mukaisia. Raaka-aineet tulee valita siten, etteivät ne ole kiellettyjen raaka-aineiden listalla. Raaka-aineet eivät saa myöskään sisältää kiellettyjä vaaralausekkeita. Jos harjashampoossa käytetään raaka-aineita, joita on rajoitettu, tulee sallitut enimmäispitoisuudet tarkistaa.

Raaka-aineena voidaan käyttää esimerkiksi jonkin alkyylitoksyylaatin sekä glukosidin yhdistelmää. Alkyylitoksyylaateilla on hyvä hajotuskyky ja glukosideilla kyky muodostaa vaahtoa. Harjashampooseen tulee myös lisätä aineita, joiden avulla siitä saadaan emäksinen. Jos valitut raaka-aineet toimivat vain pehmeässä vedessä, on harjashampoossa oltava veden kovuuutta alentavia aineita.

Yrityksen tarpeisiin parhaiten vastaavan tuotteen reseptin luomiseksi tarvitaan kokeellista työskentelyä, jossa verrataan vaihtoehtoisia raaka-aineyhdistelmiä ja raaka-ainepitoisuuksia. Reseptin kehittämisessä tulee ottaa huomioon olosuhteet, joissa tuotetta tullaan käyttämään. Kun lopullinen tuote on kehitetty Joutsenmerkin kriteerien mukaisesti, tulee Joutsenmerkki hakea Ympäristömerkintä Suomi Oy:ltä.

# LÄHTEET

- [1] Kuluttajaliitto. Vastuullinen kuluttaminen: Ympäristö ja energiamerkit. Verkkosivu. Saatavissa: <https://www.kuluttajaliitto.fi/materiaalit/vastuullinen-kuluttaminen-ymparisto-ja-energiamerkit/> (Viitattu 08.10.2023)
- [2] Stm T, Sutanto HB, Prihatmo G. THE REMOVAL EFFICIENCY OF ORGANIC LOADING, PHOSPHATES AND DETERGENTS IN WASTEWATER OF CAR WASH SERVICE BY CONSTRUCTED WETLAND SYSTEM. BIOLINK, 2022;8;2:159–170. <https://doi.org/10.31289/biolink.v8i2.5796>
- [3] Pohjoismainen Ympäristömerkitä. Joutsenmerkin kriteerit ajoneuvojen puhdistusaineille. 2023, 63 s. Saatavissa: <https://joutsenmerkki.fi/kriteerit/013-ajoneuvojen-puhdistusaineet-6/> (Viitattu 08.10.2023)
- [4] Shchukin E, Pertsov A, Amelina E, Zelenev A. Colloid and Surface Chemistry. Elsevier Science B.V., Vol. 12, 2001, 747 p.
- [5] Free M. The use of surfactants to reduce particulate contamination on surfaces. In: Mittal K editors. Particles on surfaces: detection, adhesion and removal, VSP, Rhode Island, USA; 2003;8, pp. 129–139.
- [6] Bruice P. Organic chemistry. Pearson, Vol. 8, 2017, 1340 p.
- [7] Paxéus N. Vehicle washing as a source of organic pollutants in municipal wastewater. Water Science and Technology, 1996;33;6:1–8
- [8] Davis J. Corrosion: Understanding the Basics. ASM International, Vol. 1, 2000, 571 p.
- [9] Kuluttajaliitto ja Kantar Public. Aidosti vihreää vai viherpesua? Kyselytutkimus kuluttajien suhtautumisesta ja luottamuksesta ympäristöväitteisiin ja –merkkeihin. 2022. Saatavissa: <https://www.kuluttajaliitto.fi/viherpesuviisari/>
- [10] Joutsenmerkki.fi. Tietoa Joutsenmerkistä. Verkkosivu. Saatavissa: <https://joutsenmerkki.fi/tietoa-joutsenmerkista/> (Viitattu 08.10.2023)
- [11] Joutsenmerkki.fi. Elinkaariajattelu. Verkkosivu. Saatavissa: <https://joutsenmerkki.fi/tietoa-joutsenmerkista/elinkaariajattelu/> (Viitattu 08.10.2023)
- [12] Joutsenmerkki.fi. Hakeminen. Verkkosivu. Saatavissa: <https://joutsenmerkki.fi/yriyksille/hakeminen/> (Viitattu 8.11.2023)

- [13] Conley DJ, Paerl HW, Howarth RW, Boesch DF, Seitzinger SP, Havens KE, Lancelot C, Likens GE. Controlling Eutrophication: Nitrogen and Phosphorus. *Science*, 2009;323;5917:1014–1015. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1167755>
- [14] The Royal Society. Ground-level ozone in the 21st century: future trends, impacts and policy implications. The Royal Society, Science Policy Report, 15, 2008, 134 p.
- [15] Nozière B, Kalberer M, Claeys M, Allan J, D’Anna B, Decesari S, Finessi E, Glasius M, Grgić I, Hamilton JF, Hoffmann T, Iinuma, Y, Jaoui M, Kahnt A, Kampf CJ, Kourtchev I, Maenhaut W, Marsden N, Saarikoski S, Schnelle-Kreis J, Surratt JD, Szidat S, Szmigielski R, Wisthaler A. The Molecular Identification of Organic Compounds in the Atmosphere: State of the Art and Challenges. *Chemical reviews*, 2015;115;10:3919–3983. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/cr5003485>
- [16] Jenkin ME, Derwent RG, Wallington TJ. Photochemical ozone creation potentials for volatile organic compounds: Rationalization and estimation. *Atmospheric Environment*, 2017;163:128–137. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.05.024>
- [17] Holmberg K, Lindman B, Kronberg B. *Surface Chemistry of Surfactants and Polymers*. John Wiley & Sons, 2014, 481 p.
- [18] Tukes.fi. Käyttöturvallisuustiedote. Verkkosivu. Saatavissa: <https://tukes.fi/kemi-kaalit/reach/kayttoturvallisuustiedote#364e3fd9> (Viitattu 25.11.2023)
- [19] Alfred Kärcher SE & Co. VehiclePro Brush Shampoo RM 811 Classic Safety data sheet. Käyttöturvallisuustiedote. Vol. 3, 2021. Saatavissa: [https://s1.kaercher-media.com/documents/safetydatasheets/en\\_INT/6.295-439.0\\_SDB\\_en\\_INT.pdf](https://s1.kaercher-media.com/documents/safetydatasheets/en_INT/6.295-439.0_SDB_en_INT.pdf) (Viitattu 25.11.2023)
- [20] Tammermatic Oy. Käyttöturvallisuustiedote Swanline WASH. Käyttöturvallisuustiedote. Vol. 1, 2022. Saatavissa: <https://tammermatic.com/wp-content/uploads/2023/10/Swanline-Wash.pdf> (Viitattu 25.11.2023)
- [21] Joutsenmerkki.fi. Merkin käyttö. Verkkosivu. Saatavissa: <https://joutsenmerkki.fi/yrityksille/merkin-kaytto/> (Viitattu 25.11.2023)