

Mobiilimurskaimen paloturvallisuuden parantaminen

Mika Rantasuo

Kone- ja tuotantotekniikan opinnäytetyö
Insinööri (AMK)

KEMI 2014

ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö oli osa Lapin ammattikorkeakoulussa tuotettua minesteel projektia ja se tehtiin Pohjaset Oy:n tytäryhtiö Suomen Hyötymurskaus Oy:lle. Suomen Hyötymurskaus Oy:stä haluan kiittää tulosityksikön päällikköä Ville Jaaraa sekä toimitusjohtaja Raimo Pohjasta hyvistä kommentteista. Lapin ammattikorkeakoulusta haluan kiittää työni ohjaajia Ville Rauhalaa sekä Rauno Toppilaa työtä opastavista kommentteista.

1.6.2014 Mika Rantasuo

TIIVISTELMÄ

LAPIN AMMATTIKORKEAKOULU, Tekniikka

Koulutusohjelma:	Kone- ja tuotantotekniikka
Opinnäytetyön tekijä:	Mika Rantasuo
Opinnäytetyön nimi:	Mobiilimurskaimen paloturvallisuuden parantaminen
Sivuja (joista liitesivuja):	34 (3)
Päiväys:	1.6.2014
Opinnäytetyön ohjaajat:	Ville Rauhala ja Rauno Toppila
<p>Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Pohjaset Oy:n tytäryhtiö Suomen Hyötymurskaus Oy. Tehtävän tavoitteena on estää mobiilimurskaimien tulipalot, tai vähintään pyrkiä saamaan tulipalon vahingot mahdollisimman pieniksi.</p> <p>Työ aloitettiin tutustumalla ensin Suomen Hyötymurskaus Oy:n historiaan sekä kalustoon, jonka jälkeen tehtiin esiselvitys, jossa selvitettiin hieman aiempien tulipalojen syitä sekä seurauksia. Sen jälkeen suunniteltiin huolto-ohje sekä käyttö- ja turvallisuusohje. Ohje suunniteltiin yleisen, vakuutusyhtiöiden, sekä Pohjaset Oy:n työntekijöiltä saamani materiaalin mukaan. Työssä selvitettiin myös murskaimen teknisiä vikoja sekä virheellisiä käytötapoja, jotka voivat aiheuttaa tulipalon.</p> <p>Työn tuloksena yritys saa mallin huolto-ohjeesta, huoltojen aikataulusta sekä check-listan, johon merkitään milloin tietty huoltotyö on tehty. Lisäksi yritys saa käyttö- ja turvallisuusohjeen, jossa on keskitytty lähinnä paloturvallisuuteen. Tulipalon syytymissyitä tarkastellaan myös vikapuu analyysin avulla.</p>	
Asiasanat: murskain, paloturvallisuus, huolto-ohje, turvallisuusohje	

ABSTRACT

LAPLAND UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, Technology

Degree programme: Mechanical and Production Engineering
Author: Mika Rantasuo
Thesis title: Improvement of crusher fire safety
Pages (of which appendixes):34(3)
Date: 1 May 2014
Thesis instructors: Ville Rauhala and Rauno Toppila
<p>This work was commissioned by Suomen Hyötymurskaus Oy, the subsidiary of Pohjaset Oy. The aim of the task was to prevent mobile crusher fires, or at least get the damages of fire to minimum.</p> <p>The work was started by familiarizing with to Suomen Hyötymurskaus Ltd's history, as well as its equipment, and after that, the preliminary study was performed, in which the earlier fires, causes and consequences were a bit clarified. After that the maintenance manual as well as the operating and safety instructions were planned. The guidelines were designed according to the general material, insurance company's material and material, which I got from Pohjaset Ltd's employees. The technical problems of the crusher, as well as the incorrect uses, which may cause fire, were resolved.</p> <p>As a result of this work the model of service manual, maintenance schedule were drawn up as well as a check list that registers when a specific maintenance work is done. The company also got a plan for use and safety instructions where the focus is mainly on fire safety. The reasons for crusher fires were also studied with the help of the fault tree analysis.</p>
Keywords: crusher, fire safety, maintenance manual, safety manual.

SISÄLLYS

ALKUSANAT	2
TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET	6
1. JOHDANTO	7
2. POHJASET	8
2.1 Yritys	8
2.2 Dobbstadt murskaimet	8
3. ESISELVITYKSEN TULOKSET	10
3.1 Pohjasten materiaali	10
3.2 Yleinen materiaali	13
3.3 Vakuutusyhtiöiden materiaali	13
4. TEKNISET VIAT	14
5. VIRHEELLISET KÄYTTÖTAVAT	15
6. VIKAPUU	16
6.1 Mikä on vikapuu?	16
6.2 Murskaimen vikapuu	16
7. HUOLTO-OHJEET	19
7.1 Palojen estäminen	19
7.2 Vahinkojen minimointi	19
7.3 Esimerkki huolto-ohjeesta	21
7.4 Työohjeen check-lista	22
7.5 Aikataulut	23
8. KÄYTTÖ JA TURVALLISUUSOHJEET	25
8.1 Palojen estäminen	25
8.2 Vahinkojen minimointi	26
9. POHDINTA	29
10. LÄHTEET	30
11. LIITTEET	31

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

rpm

Kierrokset minuutissa (revolutions per minute)

1. JOHDANTO

Opinnäytetyöni aiheena on mobiilimurskaimen paloturvallisuuden parantaminen ja teen sen Pohjaset Oy:n tytäryhtiölle Suomen Hyötymurskaus Oy:lle. Tämä aihe kiinnosti minua, koska siitä oli hyvin vähän aiempia tutkimuksia. Lisäksi minua motivoi se, että jos onnistun vähentämään yhdenkin tulipalon, ovat siitä saatavat säästöt merkittäviä. Keski-tyn työssäni selvittämään murskainten tulipalojen syitä. Tämän lisäksi yritän keksiä ratkaisuja siihen, kuinka estää tulipalot tai vähintään minimoida vahingot.

Opinnäytetyöni tavoitteena on suunnitella esimerkkiohjeet siitä, kuinka murskainta tulisi käyttää sekä huoltaa. Lisäksi joudun miettimään mahdollisia syttymissyitä suunnittelemalla murskaimesta vikapuu-analyysin. Rajaan vikapuu-analyysin paloturvallisuuteen liittyviin asioihin. Koska murskaimien syttymissyistä on niin vähän tietoa internetissä, minun tulee hakea tieto haastattelemalla murskaimien käyttäjiä sekä vakuutusyhtiön työntekijää.

Opinnäytetyötä tehdessä opin käyttämään internetin hakuohjelmia sekä opin ymmärtämään laitteiden kunnossapitoa. Näitä aiheita olen joutunut käyttämään opiskeluaikana ja ne ovat entuudestaan tuttuja. Lisäksi minun täytyy oppia ratkomaan erilaisia mekaanisiin ja sähköisiin laitteisiin liittyviä ongelmia, joista minulla ei ole paljoa aiempaa kokemusta.

Aion kertoa opinnäytetyössäni teoriaa Pohjaset yrityksestä sekä Dobbstadtin mobiilimurskaimista, jotta voisi alkaa ratkaista paloturvallisuuteen liittyviä ongelmia. Kerron myös hieman vikapuu-analyysin rakenteesta sekä siitä, kuinka se tehdään. Teoriaa tehdessä käytän lähteenä internetistä löytyvää tietoa. Varsinaista työtä tehdessäni lähteinä toimii vakuutusyhtiön sekä Pohjaset Oy:n työntekijät.

2. POHJASET

2.1 Yritys

Pohjaset Oy on kemiläinen perheyritys, joka on keskittynyt kuljetus- sekä logistiikka-alalle. Lisäksi yritys tarjoaa erilaisia työkonepalveluita sekä murskaa biopolttoainetta. Pohjaset konsernissa työskentelee noin 80 henkilöä ja sen liikevaihto vuonna 2011 oli 9.6 miljoonaa euroa. Pohjaset Oy:llä on kolme tytäryhtiötä: Logistiikkapalvelut Kalotti yhtiön Oy, Suomen Hyötymurskaus Oy sekä Pohjaset Tehdaspalvelut Oy. (Pohjaset Oy:n www-sivu 2014, hakupäivä 05.03.2014)

Yrityksen toiminta alkoi jo 50-luvulla, kun Martti Pohjanen toimitti puuta paikalliselle sahalle. Hän harjoitti myös 60-luvulta lähtien maanrakennusurakointia ja sitä kesti aina 90-luvulle asti. Varsinainen yritys perustettiin vuonna 1983 ja se harjoitti pelkästään maansiirtotoimintaa vuoteen 1994 asti. Tämän jälkeen toimintaan on tullut mukaan kaatopaikkojen kunnossapito, metsän viljelysauraukset, maa-ainesten myynti ja toimitukset sekä koneiden vuokraukset. (Pohjaset Oy:n www-sivu 2014, hakupäivä 05.03.2014)

Pohjaset Oy on tehnyt biojätteen murskaustyötä vuodesta 1998 lähtien ja vuonna 2002 Pohjaset Oy perusti Suomen Hyötymurskaus Oy:n jatkamaan kyseistä toimintaa. Yritys tekee murskaustyötä mm. Vaasassa, Iisalmessa, Pohjois-Suomessa sekä Pohjois-Ruotsissa. Vuonna 2011 Suomen Hyötymurskaus Oy:n liikevaihto oli 2,0 miljoonaa euroa, ja murskattuja kuutioita oli 480 000 m³. (Pohjaset Oy, powerpoint esitys, 8.1.2013; Pohjaset Oy:n www-sivu 2014, hakupäivä 05.03.2014)

2.2 Dobbstadt murskaimet

Pohjaset Oy:llä on kolme murskainta joista Kuvassa 1 on malli ak 630. Doppstadt murskaimet ovat liikuteltavia mobiilimurskaimia, jotka on tarkoitettu biopolttoaineen murskaamiseen. Murskaimia voidaan liikuttaa esimerkiksi liittämällä se kuorma-auton perään. (Pohjaset Oy, powerpoint esitys, 8.1.2013)

Doppstadt GmbH on vuonna 1965 perustettu yritys, joka valmistaa erilaisia ympäristö-tekniisiä laitteita, kuten esimerkiksi yhdyskunta-, rakennus-, sekä palavan jätteen murskaimet, rumpuseulat sekä auman ja mullan sekoittimet (Jasto Oy, www-sivut 2014, hakupäivä 12.12.2013). Materiaalin syöttö tapahtuu murskaimen yläosasta, jossa terät repivät ainetta pienemmäksi. Tämän jälkeen aine kulkeutuu hihnakuuljetinta pitkin murskausrumpuun, jossa varsinainen murskaus tapahtuu. Murskausrummussa murskaimen terät pyörivät 2000 rpm seulaverkkoja vasten murskatun materiaalin biopolttoaineeksi. Laitteessa on kaksi voimakasta magneettia, joiden tehtävänä on estää metalliesineiden pääsy murskaimeen, sillä ne voivat vahingoittaa murskaimen teriä. (Pohjaset Oy, powerpoint esitys, 8.1.2013)



Kuva 1. Doppstadt ak630 murskain (Pohjaset Oy, powerpoint esitys, 8.1.2013)

3. ESISELVITYKSEN TULOKSET

3.1 Pohjasten materiaali

Pohjaset oy:ltä sain materiaaliksi Dobbstadt ak630 mursaimen palovahinkoraportin. Tulipalo tapahtui Kemijärvellä 22.2.2012. Murskainta päästiin koeajamaan 9.5.2012 eli sen korjaamiseen kului yhteensä 77 päivää. Kuvassa 2 näkyy minkälaista vahinkoa tulipalo sai aikaan murskaimen ulkokuoressa(kuva 2). (Pohjaset Oy, palovahinkoraportti pdf, 20.5.2012)



Kuva 2. Dobbstadt ak 630 murskain tulipalon jälkeen. (Pohjaset Oy, palovahinkoraportti pdf, 20.5.2012)



Kuva 3. Moottori lähdössä huoltoon tulipalon jälkeen. (Pohjaset Oy, palovahinkoraportti pdf, 20.5.2012)

Ulkoapäin vahingot eivät näytä vielä kovin pahoilta, mutta moottoritilan sisällä, josta tulipalo sai alkunsa, vahingot ovat huomattavasti suuremmat(kuva 4, kuva 5, ja kuva 6). (Pohjaset Oy, palovahinkoraportti pdf, 20.5.2012)



Kuva 4. Moottoritila ennen huoltoa vasemmalla, sekä huollon jälkeen oikealla. (Pohjaset Oy, palovahinkoraportti pdf, 20.5.2012)



Kuva 5. Moottoritila takaapäin. Ennen huoltoa(vasemmalla), sekä huollon jälkeen(oikealla). (Pohjaset Oy, palovahinkoraportti pdf, 20.5.2012)



Kuva 6. Moottoritalan sähkökeskus ennen huoltoa(vasemmalla), sekä huollon jälkeen(oikealla). (Pohjaset Oy, palovahinkoraportti pdf, 20.5.2012)

Tulipalo sai alkunsa murskaimen moottoritalasta, jossa sijaitsevat moottorin lisäksi sähkökeskus sekä hydraulikkajärjestelmä. Tästä syystä johtuen moottoritila koki suurimmat vahingot mitä tulipalo aiheutti(liite 1). Kustannuksia kertyi vaihdetuista osista, työntekijöiden tunneista sekä menetetystä työajasta.

3.2 Yleinen materiaali

Yleistä materiaalia tarkastellessa käy ilmi, että vastaavanlaisia tulipaloja on syttynyt aiemminkin. Esimerkiksi googlesta löytyy useita uutisia, joissa kerrotaan murskaimien syttyneen tuleen, mutta suurimmassa osassa uutisista ei kuitenkaan mainita tarkemmin sitä, mikä on aiheuttanut murskaimen tulipalon.

Finanssialan keskusliiton internet sivulta löytyy kuitenkin FK 127 säännöstö, jossa määritellään millaiset sammutuslaitteistot murskaimissa tulee olla (Finanssialan keskusliitto www-sivut 2013, hakupäivä 16.12.2013). Thesus julkaisuarkistosta ei myöskään löytynyt yhtään aiempaa opinnäytetyötä kyseisestä aiheesta. Tästä syystä minun täytyy kerätä kaikki aineisto ihmisiltä, joilla on kokemusta ja tietoa koneen käytöstä.

3.3 Vakuutusyhtiöiden materiaali

Vakuutusyhtiöt tekevät aina uudelle murskaimelle tarkastuksen, jossa selvitetään täyttääkö murskain ennalta määrättyt säännöt. Vakuutustarkastajat toimivat ennalta määrätyn ohjeen mukaisesti. Ohjeessa määrätään esimerkiksi että sammutusjärjestelmä on hyväksytty säännössä FK 127, ja se, että murskaimessa tulee olla neljä sammutuspulloa (34A233DC) jokaisella laitteen neljästä kulmasta. Jos murskaimessa on kaksi voimanlähdettä, tulee säännösten mukaan molemmilla olla oma automaattinen sammutusjärjestelmä. (Pohjola Oy, powerpoint esitys, 30.1.2013)

Haastattelin puhelimen välityksellä Pohjola Oy:n vakuutustarkastajaa Tapani Vainiota, ja kyselin miten murskaimien tulipaloja tulisi estää. Yksi tärkeimmistä syistä on puhtaus. Esimerkiksi moottoritilaan joutunut puupöly sekä hydraulikkaöljy ovat erittäin helposti syttyviä. Murskainten konetila tulisi tästä syystä tarkastaa tietyin väliajoin mahdollisten vuotojen varalta. Murskaimia huollettaessa ei tulisi tehdä ns. tilapäiskorjauksia, vaan kaikki pitäisi tehdä kunnolla ja huolella suunnitellusti. (lähde: puhelinhaastattelu Tapani Vainio) FK 127 säännössä sanotaan että, sammutusainetta tulee olla 6 litraa jokaista suojattavaa kuutiota kohti. Tämä ei kuitenkaan Pohjolan mukaan ole tarpeeksi, sillä heidän mukaansa murskaimissa, joissa moottoriteho on yli 200kw ja mursan määrä on yli 100 kuutiota tunnissa, tulisi sammutusaineen määrä olla 80-100 litraa. (Pohjola Oy, powerpoint esitys, 30.1.2013 ; Vainio, 22.10.2013 haastattelu)

4. TEKNISET VIAT

Kun murskaimia on palanut, syttyminen on lähes aina tapahtunut perässä sijaitsevasta moottoritilasta. Moottoritilan korkea lämpötila on suuri ongelma, sillä sinne kertyvä puru, pöly sekä öljy ovat erittäin helposti syttyviä. Moottoritila on koteloitu ja sillä on pyritty estämään mahdollisen tulipalon hapen saanti sekä pitämään laitteesta lähtevä melu mahdollisimman pienenä. Tämä kuitenkin lisää moottoritilan lämpötilaa entisestään verrattuna siihen, jos esimerkiksi moottoritilan pohja olisi avoin ja ilma pääsisi vaihtumaan sitä kautta. Toisaalta jos moottoritila olisi avoin, aiheuttaisi se paljon suuremman melun verrattuna siihen kun moottoritila on koteloitu. Lisäksi moottoritilaan on sijoitettu iso hydraulikkaneeste säiliö, joka tulipalon sattuessa ruokkii paloa tehokkaasti. Moottorin käynnistä aiheutuva värinä saattaa aiheuttaa hydraulikkaletkujen liitoskohtien löystymistä, tai jopa niiden irtoamisen, jolloin moottoritilaan pääsee valumaan hydraulikkaneestettä, joka on erittäin helposti syttyvää ainetta.

Kaikissa murskaimissa on automaattinen sammutusjärjestelmä, jonka kuljettaja voi laukaista kaukosäätimestä. Sammutusjärjestelmää tulisi vielä kehittää, sillä tulipalo ei ole aina sammunut, vaikka järjestelmä on laukaistu. Syynä sammutusjärjestelmän toimimattomuuteen on yleensä ollut se, että suuttimet on sijoitettu väärin tai sammutusainetta ei ole ollut riittävästi. Useassa tapauksessa tulipalo on sammunut hetkellisesti, mutta hetken jälkeen se on syttynyt uudestaan. Yksi ongelma on jäädytysjärjestelmän tuuletin, joka on puhaltanut suuren osan sammutusvaahdosta laitteen keulaa kohti, mutta tätä ongelmaa on saatu lievennettyä uudelleensijoittamalla suuttimet. Tuuletin aiheuttaa myös toisenkin ongelman, sillä jos moottoritilassa syttyy tulipalo, niin tuuletin edistää tulipalon leviämistä puhaltamalla moottoritilaan lisää ilmaa. Moottoritilassa sijaitsevat laitteen sähkökytkimet, jotka tuhoutuvat mahdollisen palon syttyessä

5. VIRHEELLISET KÄYTTÖTAVAT

Murskainta tulisi aina käyttää sellainen henkilö, joka on saanut oikeanlaisen koulutuksen laitteen käytöstä, eikä sitä olisi hyvä jättää käymään hetkeksikään ilman valvontaa. Kun murskainta käytetään, tulisi aina varmistaa että, laite on käyttökunnossa, ja jos laitteessa huomataan pienikin vika, se tulisi korjata välittömästi. Vika olisi hyvä korjata välittömästi kunnolla, ja niin sanottuja tilapäiskorjauksia tulisi välttää. Murskaimen käyttämisestä tulisi välttää silloin kun siinä havaitaan jokin vika tai puute, varsinkin silloin, jos se aiheuttaa jonkin turvallisuusriskin. Jos murskaimen moottoritulassa tai jossain muualla laitteen tärkeillä alueilla on likaa, tulisi laite pestä ennen sen käyttöä, sillä mahdolliset epäpuhtaudet saattavat edistää tulipalon syttymistä. Moottorin käytössä tulisi huolehtia myös se että moottorin jäähdytysjärjestelmässä on tarpeeksi nestettä, tai se ettei neste jäädy talvella sillä jos jäähdytysneste ei kierrä, nousee moottorin lämpötila entisestään.

Paloturvallisuuden kannalta olisi hyvä tarkastaa sammutusjärjestelmän toimivuus, sekä se, että moottoritulassa ei ole öljyvuoja, eikä mitään muutakaan ylimääräistä, joka voisi aiheuttaa tulipalon. Lisäksi tulisi huolehtia, että kaikki sammutuspullot ovat paikallaan, ja se että ne ovat toimivia. Koska murskain on liikuteltava, tulisi sitä käyttää sellaisella alueella, jossa sen syttyessä tuleen tuli ei leviäisi muuhun ympäristöön kovin helposti. Vetoauto tulisi myöskin sijoittaa mahdollisimman kauas murskaimesta, tai vähintään siten, että se voidaan mahdollisimman nopeasti siirtää kauemmas murskaimesta.

6. VIKAPUU

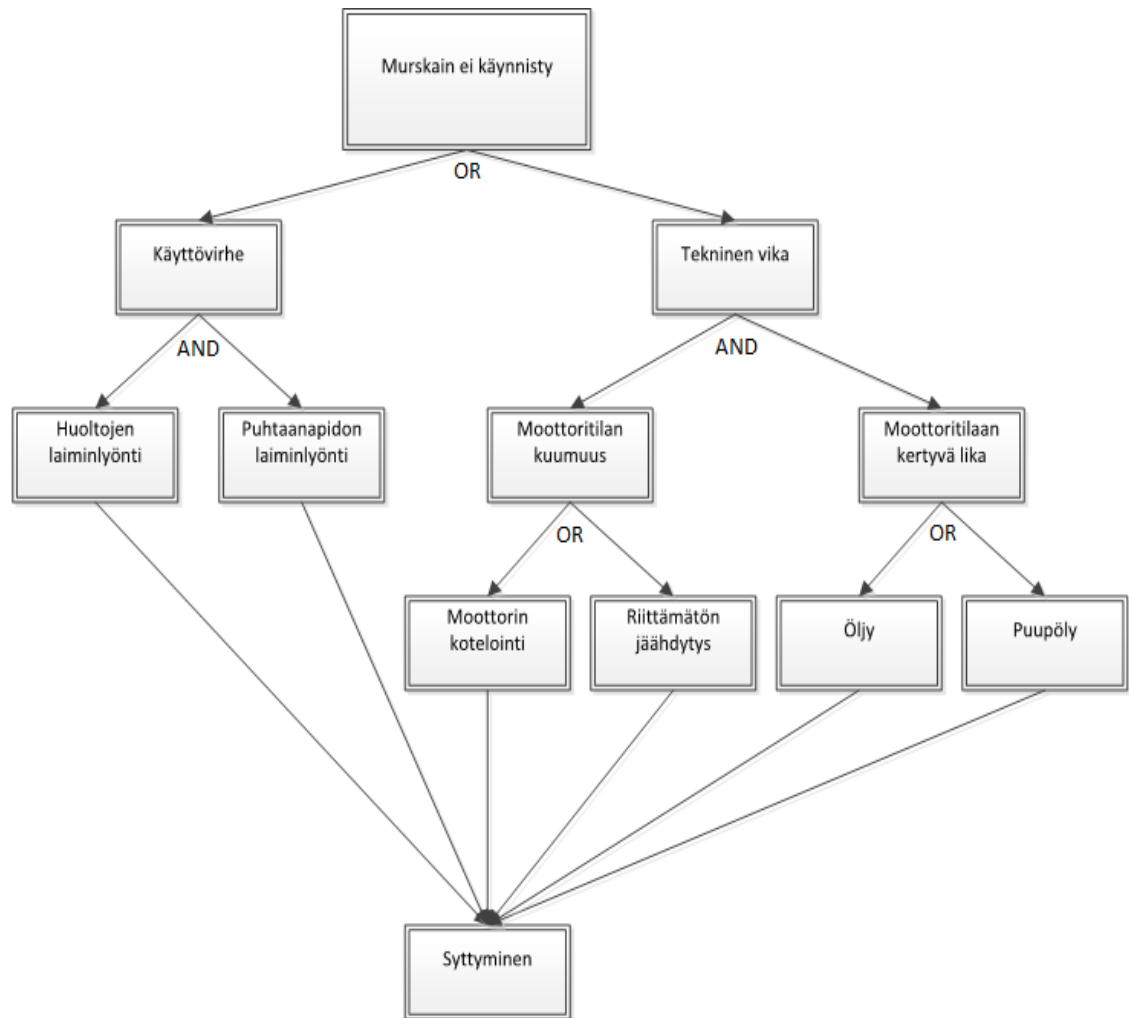
6.1 Mikä on vikapuu?

Vikapuu on graafinen esitys, joka kuvaa laitteen vikoja sekä niiden rakennetta. Vikapuun rakenteessa epätoivottu tapahtuma sijaitsee puurakenteessa ylimpänä ja tätä tapahtumaa kutsutaan huipputapahtumaksi. Huipputapahtuman alapuolella on tekijöitä, jotka vaikuttavat huipputapahtumaan. Nämä tekijät ovat yleensä laitteiden vikaantuminen tai ihmisten tekemät virheet. Tapaturmat luokitellaan niiden todennäköisyyden sekä niiden porttiehdon perusteella. (Ramentor Oy, www-sivu, hakupäivä 20.10.2013)

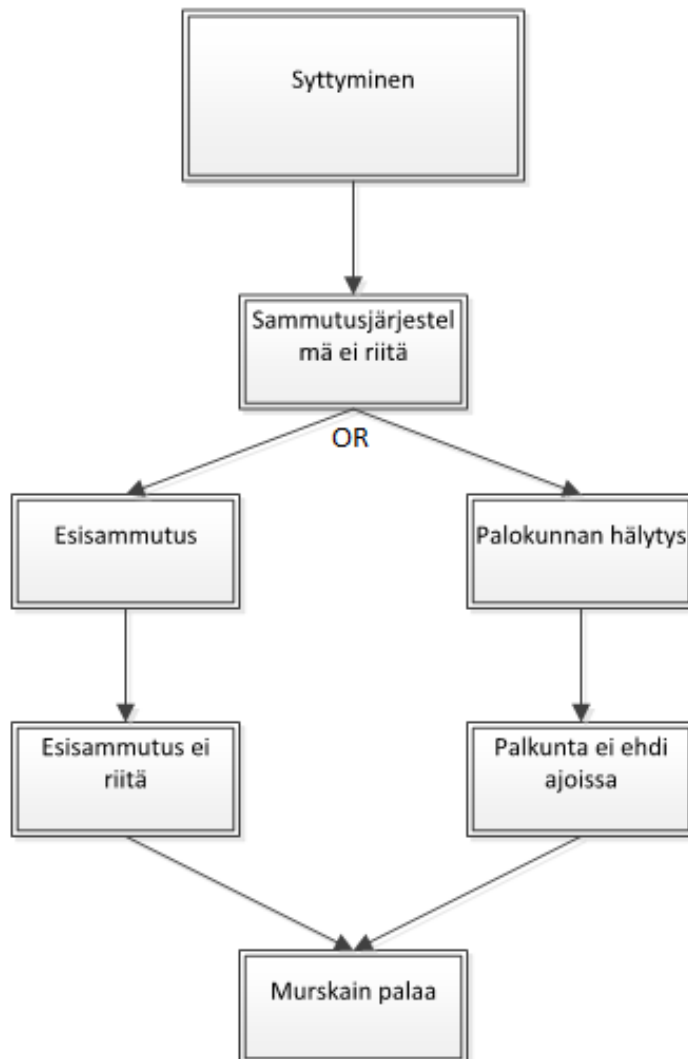
6.2 Murskaimen vikapuu

Kun suunnittelen vikapuun (taulukko 1, taulukko 2), huipputapahtumaksi tulee: "murskain ei käynnisty". Keskityn vikapuussa ainoastaan selvittämään murskaimien syttymissyitä, sillä muuten vikapuusta tulisi liian laaja.

Taulukko 1. Vikapuu murskaimen syttymissyistä



Taulukko 2. Vikapuu syttymisen seurauksista



7. HUOLTO-OHJEET

7.1 Palojen estäminen

Kun murskaimen huolto-ohjetta suunnitellaan, sen päätavoitteena tulisi olla tulipalojen estäminen. Murskaimen huoltotöillä on suuri vaikutus tulipalojen estoon, sillä murskaimen moottoritulassa oleva puupöly sekä hydrauliiKANESTE ovat erittäin helposti syttyviä aineita. Kun tähän lisätään vielä se että, murskaimen moottoritulassa on erittäin kuuma, voi tulipalo syttyä erittäinkin helposti. Tästä syystä, jos moottoritulassa havaitaan pienikin hydrauliiKANESTE vuoto, tulisi moottoritila puhdistaa välittömästi. Kaikki hydrauliiKANESTETKUT tulisi uusida vähintään kuuden vuoden välein. Murskainten hydrauliiKANESTELMÄSSÄ voisi myöskin kokeilla kaivoksissa käytettävää palamatonta hydrauliiKANESTETTÄ, sillä ne toimivat myös hyvinkin matalissa lämpötiloissa. DIN 51502 luokitus määrittää nesteet neljään eri kategoriaan, jotka ovat: HFA- öljyä vedessä emulsiot, joiden öljymäärä maksimissaan 20%, HFB- vesi öljyssä emulsiot, joissa öljymäärä maksimissaan 60%, HFC- polymeeriliuokset, joissa vesipitoisuus maksimissaan 50% sekä HFD- vedettömät nesteet (fuchs-oil, pdf-tiedosto, 13.6.2013).

Toinen tulipalon mahdollisena polttoaineena toimiva aine, eli puupöly, leviää moottoritilaan laitteen käytön aikana. Puupölyn poistamiseen tarvittaisiin jonkinlainen pölynpoistojärjestelmä, joka poistaisi pölyn ennen kuin se leviäisi moottoritilaan. Toinen vaihtoehto olisi pestä konehuone tarpeeksi usein ettei sinne ehtisi kertyä pölyä eikä mitään muutaakaan epäpuhtauksia.

7.2 Vahinkojen minimointi

Jos kaikesta huolimatta murskain syttyy tuleen, olisi hyvä valmistautua siihen, että mahdolliset vahingot olisivat niin pienet kuin mahdollista. Yksi ongelma on jäähdytysjärjestelmän tuuletin, joka ruokkii tulipalo tehokkaasti. Sillä vaikka moottori sammuu, jää tuuletin pyörimään sen suuren massan vuoksi pitemmäksikin aikaa. Tämä ongelma voitaisi ratkaista siten, että tuulettimeen kehitettäisi hätäjarru, joka pysäyttäisi tuulettimen esimerkiksi silloin, kun sammutusjärjestelmä laukaistaisiin. Jos hätäjarrusta ei kuitenkaan saada tarpeeksi tehokasta, voitaisi tuulettimeen kehittää järjestelmä, joka katkoisi tuulettimen lavat samalla kun sammutusjärjestelmä laukaistaan. Tuulettimeen pitäisi kuitenkin sen jälkeen vaihtaa lavat, mutta jos se estäisi tulipalon leviämisen, olisi se kannattavaa.

Yksi vaihtoehto voisi olla että tuulettimeen kehitettäisi järjestelmä, joka kääntäisi tuulettimeen lavat toisin päin samalla kun sammutusjärjestelmä laukaistaan. Tässäkin ongelmana on se että, lapojen tulisi kääntyä todella nopeasti ettei tulipalo ehtisi levitä yhtään.

On erittäin tärkeää, että jos tulipalo syttyy, tulee murskaimen sammutusjärjestelmän toimia ongelmitta. Aiemmissa tapauksissa sammutusjärjestelmä on lauennut, mutta se ei ole sammuttanut tulipaloa kokonaan, vaan se on syttynyt uudestaan. Tähän ongelmaan toimisi niinkin yksinkertainen ratkaisu kuin että, lisättäisiin sammutusjärjestelmään lisää sammutusainetta. Kun sammutusjärjestelmä on käyttänyt kaiken sammutusnesteen, tulisi murskaimen käyttömiehen olla välittömästi valmiina käyttämään murskaimen kulmilla sijaitsevia käsisammutuspulloja.

Murskaimen veto-auton ei tulisi olla paikallaan murskaimessa sen käytön aikana, sillä pahimmassa tapauksessa veto-auto saattaa palaa murskaimen mukana. Jos kuitenkin esimerkiksi veto-autossa on koura, jolla syötetään haketta murskaimeen, tulisi murskain olla jalaksien päällä siten, että veto-auto saadaan nopeasti siirrettyä kauemmaksi tulipalon syytyessä. Murskainta ei myöskään tulisi käyttää sellaisessa ympäristössä, jossa mahdollisen tulipalon syytyessä tuli leviäisi helposti muuhun ympäristöön. Hakkuujätettä, jota syötetään murskaimeen, ei tulisi levittää kovin suuria kasoja heti murskaimen läheisyyteen, sillä murskaimen syytyessä tuleen tulipalo saattaa levitä räjähdysmäisesti.

7.3 Esimerkki huolto-ohjeesta

Suunnittelin murskaimen huolto-ohjeesta kolmeosaisen. Ensimmäiseen osaan tulee varsinainen toimenpide mitä huolletaan (taulukko 3). Toiseen osaan tulee havaintokuva huolletusta kohteesta; kuvaa voidaan vielä korostaa teksteillä sekä nuolilla. Kolmanteen osaan tulee ohje siitä, miten huolto suoritetaan sekä joitain huomioita kohteesta.

Taulukko 3. Esimerkki murskaimen huolto-ohjeesta.

Mitä tarkastetaan/huolletaan:	Havaintokuva:	Miten tarkastus/huolto suoritetaan:
Silmämääräinen tarkastus laitteen kunnosta.		Suoritetaan silmämääräinen tarkastus laitteen kunnosta ja kiinnitetään erityistä huomiota mahdollisiin ongelma-kohtiin.
Visuaalisessa tarkastuksessa havaittujen vikojen kirjaus/korjaus.		Jos visuaalisessa tarkastuksessa havaitaan joitain vikoja, kirjataan ne ylös ja mahdollisesti korjataan.
Moottoritilan tarkastus (öljyvuodot).		Tarkastetaan ettei moottorista ole tippunut öljyä moottoritilaan. (Jos normaalissa moottorin öljyntarkastuksessa huomataan että öljyn määrä vähentynyt, kiinnitetään erityistä huomiota siihen ettei sitä ole valunut moottoritilaan.) Lisäksi tarkastetaan ettei hydraulijärjestelmässä ole vuotoja.

Automaattisen sammutusjärjestelmän toimivuuden tarkastus.		Tarkastetaan että automaattinen sammutusjärjestelmä toimii oikein, sekä se että suuttimet on suunnattu oikein.
Tarkasta sähkökaapelien kunto.		Tarkastetaan silmämääräisesti murskaimen varsinkin sähkökeskuksen läheisyydessä olevien kaapelien kunto.
Puupölyn puhaltaminen.		Puhalletaan paineilmalla, tai mahdollisesti imuroidaan moottoritalasta ylimääräinen puupöly pois.
Moottoritalan pesu.		Moottoritalan pesu esimerkiksi painepesurilla

7.4 Työohjeen check-lista

Työohjeen check-lista on lista, joka täytetään huollon yhteydessä (taulukko 4). Sen avulla voidaan pitää kirjaa siitä ktkä ovat tehneet huoltoja sekä siitä, että kaikki huollot on tehty ajallaan. Työntekijä tekee aina listassa olevan tehtävän, jonka jälkeen hän kirjoittaa kuitauskohtaan oman puumerkkinsä.

Taulukko 4. Huolto-ohjeen check-lista

Pvm.	
Laite.	
Työohje:	Tekijän kuittaus:
Suoritetaan tarvittavat turvatoimenpiteet	
Suoritetaan visuaalinen tarkastus	
Kirjataan/huolletaan visuaalisessa tarkastuksessa esiintyvät puutteet	
Tarkastetaan ettei moottorista ole valunut öljyä	
Jos öljyvuotoja on, selvitetään mistä vuotaa sekä kuinka paljon	
Mahdollinen korjaus sekä öljyn siivous	
Käydään hydraulikkajärjestelmä läpi vuotojen varalta	
Jos vuotoja esiintyy, etsitään vuotokohta ja paikataan se	
Jos nestettä on vuotanut paljon, siivotaan ne pois	
Tarkastetaan sammutusjärjestelmän toimivuus	
Jos ei toimi, selvitetään syy ja korjataan vika (toimittajan oma huoltomies?)	
Tarkastetaan sähkökaapeli kunto	
Jos on rikkinäisiä, tulisi ne vaihtaa	
Puhalletaan kaikki puupöly pois	
Moottoritilan pesu	
Puretaan turvatoimet	

7.5 Aikataulut

Aikataulut-taulukosta näkee mitä päivittäisiä ja viikoittaisia toimenpiteitä murskaimelle tulisi tehdä (taulukko 5). Taulukossa vasemmalla laidalla on tehtävä, joka tulee suorittaa ja siitä oikealle siirryttäessä on aikamääreet siitä, kuinka usein tehtävä tulee suorittaa.

Taulukko 5. Huolto-ohjeen aikataulu

Tehtävä:	Päivittäin	Viikoittain
Moottori-öljyn tarkistus	x	
Rasvareiden rasvamäärän tarkistus		x
Hydrauliikka-öljyn määrän tarkistus		x
Terien kunto	x	
Syöttönosturin kouran rasvaus	x	
Terien rasvaus (10 tunnin välein)	x	
Pyöräkoneen nostosylinterien alustan puhdistus	x	
Pyöräkoneen moottoriöljyn tarkistus	x	
Vara terien/pulttien/ kiilojen määrä		x
Huoltojen ajankohdan tarkistus		x

8. KÄYTTÖ JA TURVALLISUUSOHJEET

8.1 Palojen estäminen

Käyttö- ja turvallisuusohjeen suunnittelussa päätavoitteena on estää mahdolliset tulipalot. Suunnittelen murskaimen käyttäjille käyttö- ja turvallisuusohjeen, joka pohjautuu maahantuojan käyttöohjeeseen sekä omiin parannusehdotuksiin. Keskityn ohjeessa pääasiassa paloturvallisuuteen liittyviin asioihin.

1. Aina ennen laitteen käyttöä tulisi suorittaa visuaalinen tarkastus siitä että laite on toimintakunnossa.
2. Laitteen käyttäjällä tulisi olla kunnollinen koulutus murskaimen käytöstä. Myös murskaimen huoltajat tulisi kouluttaa.
3. Huoltovälejä tulisi noudattaa.
4. Tilapäinen korjaus sallittu vain siinä tapauksessa, että laite siirretään huolto paikalle.
5. Koneen kyljissä olevia varoituskilpiä tulee noudattaa. Merkkejä ei myöskään tulisi siirtää eikä peittää.
6. Laitetta tulisi käyttää vain silloin kun kaikki suojalaitteet ovat suljettuina.
7. Huoltotyöt tulee suorittaa aina laitteen ollessa pysähdyksissä.
8. Ennen laitteen käyttöä tulisi tarkistaa, ettei laitteessa ole puupölyä ja jos sitä on, tulisi se puhaltaa tai pestä pois.
9. Koneita käynnistäessä tulisi aina varmistaa, ettei kukaan ole koneen vaara-alueella.
10. Murskainta ei tulisi ylikuormittaa, eli sillä ei tulisi murskata liian paljon materiaalia yhdellä kertaa.
11. Murskaimeen tulisi syöttää ainoastaan ohjeessa sanottuja materiaaleja, kuten dz 750 mallin ohjeessa: puutarhajätettä, oksia, puupaletteja, puulaatikoita, juuria, patjoja, mattoja, muovitynnyreitä, talousjätteitä, tilaa vieviä jätteitä sekä lajiteltua puutavaraa. Jos jotain materiaalia ei ole mainittu laitteen ohjeessa, tulisi asia tarkastaa laitteen maahantuojalta.

12. Jos murskaimen käytön aikana ilmenee jokin vika, tulisi laite pysäyttää välittömästi ja selvittää mikä vika on.
13. Tulipalon sattuessa tulisi noudattaa suunnitellun paniikkiohjeen toimenpiteitä
14. Polttoainetta, moottoriöljyä, hydraulikkaneestettä tai jotain muuta herkästi syttyvää ainetta lisättäessä tulisi huomioida, ettei ainetta roisku mihinkään laitteen pinnalle sillä ne voivat syttyä pienestäkin kipinästä. Tupakointi on kielletty edellä mainittuja aineita lisättäessä.
15. Jos on mahdollista, tulisi erittäin kuivalla materiaalilla käyttää laitteen kastelujärjestelmää, jotta kuivaa puupölyä kertyisi vähemmän.
16. Akkuja käsiteltäessä tulisi ottaa huomioon, että akuista saattaa vapautua räjähtävää kaasua. Lisäksi akkujen päälle ei tulisi laittaa mitään metalliesineitä, sillä se saattaa aiheuttaa oikosulun.

8.2 Vahinkojen minimointi

Jos tulipalo kaikesta huolimatta syttyy, tulisi koneen käyttäjän toimia mahdollisimman nopeasti ja oikein. Monesti tulipalon syttyessä henkilö voi mennä paniikkiin eikä hän osaa tehdä oikeita ratkaisuja. Tästä syystä suunnittelen ohjeen(kuva 7), jossa on ohjeet siitä, kuinka henkilön tulisi toimia tulipalon syttyessä. Jos sammutusjärjestelmän laukaisun jälkeen tulipalo ei kuitenkaan sammu, nyrkkisääntönä on että ensin sammutusta yritetään käsiammuttimilla. Jos tulipalo ei sammu, tulisi sen jälkeen hälyttää palokunta, jonka jälkeen tulisi pelastaa vaarassa olevat henkilöt sekä minimoida vahingot.(Manninen 1.4.2014, sähköpostiviesti)

Mutta murskaimen tapauksessa tulisi toimenpiteet suorittaa seuraavassa järjestyksessä:

1. Sammutusjärjestelmän laukaisu.
2. Nopea arvio tulipalon sammumisesta.
3. Jos tulipalo ei sammu, sen jälkeen tulisi käyttää sammutuspulloja. Sammutuspulloja käyttäessä olisi hyvä muistaa, että jos on mahdollista, sammutusainetta olisi hyvä säästää siltä varalta että tulipalo leimahtaa uudelleen.

4. Jos ihmisiä on vaarassa, tulisi heidät pelastaa ja evakuoida, jonka jälkeen voidaan hälyttää palokunta.
5. Estä tulipalon leviäminen siirtämällä kalusto ja muu mahdollisesti syttyvä materiaali kauemmas tulipalosta.
6. Jos tulipalossa tapahtuu jotain muutoksia tulisi tällöin soittaa uudestaan hätänumeroon ja ilmoittaa siitä.
7. Opasta palokunta paikalle.(Manninen 1.4.2014, sähköpostiviesti)

TULIPALON SATTUESSA:

1. LAUKAISE
SAMMUTUSJÄRJESTELMÄ

2.ESISAMMUTUS

3. EVAKUOI IHMISET

4. HÄLYTÄ PALOKUNTA

5. ESTÄ LEVIÄMINEN

6. OPASTA AUTTAJIA

Kuva 7. Kuvassa esimerkki laitteeseen sijoitetusta paniikkilistasta.

9. POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena on estää mobiilimurskaimen tulipalojen syttyminen, tai vähintään tulipalon syttyessä saada vahingot mahdollisimman pieniksi. Jotta päästäisi tavoitteeseen, opinnäytetyössä suunniteltiin murskaimelle uusi huolto-ohje sekä käyttö- ja turvallisuusohje. Ohjeiden suunnittelussa on keskitytty siihen, että yrityksellä on hyvä pohja uusille ohjeille ja että he voivat tulevaisuudessa muokata ohjetta omien kokemustensa perusteella. Opinnäytetyössä on myöskin listattuna murskaimen teknisiä vikoja sekä virheelliset käyttötavat, jotka saattavat edistää tulipalon syttymistä. Nämä tiedot ovat todennäköisesti olleet jo työntekijöiden tiedossa aiemminkin, mutta nyt kun ne ovat listattuna työhön, kiinnitetään niihin todennäköisesti enemmän huomiota.

Koska kyseisestä aiheesta ei ollut mitään aiempia teoksia tuli lähes kaikki materiaali haastatteluista tai omista johtopäätöksistä. Opinnäytetyötä olisi voinut parantaa hankkimalla lisää tietoa esimerkiksi haastatteleamalla useampia henkilöitä, joilla on kokemusta murskainten käytöstä. Opinnäytetyön tekijällä ei ollut aiempaa kokemusta laitteen käytöstä minkä vuoksi aikaa kului paljon laitteeseen tutustumiseen. Toisaalta tämä on myös etu, sillä työntekijät saattavat olla liian rutinoituneita työhön ja eivät näin huomaa kaikkia ongelmia. Jos opinnäytetyön seurauksena Pohjaset Oy, tai jokin muu vastaavan alan yritys pystyy estämään tulipalon, tai edes saamaan vahinkoja hieman pienemmiksi, on opinnäytetyö onnistunut.

10. LÄHTEET

- Finanssialan keskusliitto www-sivu, ohje FK 127, <www.fkl.fi>
Fuchs-oil pdf-tiedosto. 22.12.2010. Hydroterm 46M-1.pdf
Hakupäivä 27.5.2014
- Manninen Lauri, palotarkastaja, Lapin pelastuslaitos, Re: Kysymys paloturvallisuudesta, sähköpostiviesti mika.rantasuo@edu.token.fi, 1.4.2014
- Pohjaset Oy www-sivut<www.pohjaset.com> Hakupäivä20.12.2013
- Pohjaset Oy 2014. Suomen Hyötymurskaus Case_esitys. Pohjaset powerpoint esitys
Hakupäivä 19.2.2013
- Pohjaset Oy 2014. palovahinkoraportti 20.5.2012. Pohjasten diasarja
Hakupäivä 9.10.2013
- Pohjola Oy 2013 Hakkurin ennakkotarkastus. diasarja. Pohjola powerpoint esitys
Hakupäivä 22.10.2013
- Ramentor Oy www-sivut. Hakupäivä 10.10.2013 <www.ramentor.com/etusivu>
- Vainio Tapani, vakuutustarkastaja, Pohjola Oy. Puhelinhaastattelu 22.10.2013.

11. LIITTEET

Liite 1 Dobbstadt ak 630 murskaimeen vaihdetut osat

Tulipalon seurauksena murskaimeen vaihdettiin seuraavat osat:

- D-AK630 Vaihtomoottori, ei sisällä starttia eikä laturia
- D-moottorin ohjainyksikkö
- D-öljyntyhjennysletku
- D-moottorin tukityyny
- D-AK630 turbokytkimen sulakekatkaisija
- D-1 40 asteen lämpösulake
- D-AK630 ahtoilman muhvi
- D-AK630 ahtoilmamuhvin klemmari
- D-AK630 ahtoilmaputki, ala
- D-AK630 ahtoilmaputki, ylempi
- D-AK630 esi-ilmansuodatin+adapteri Turbo
- D-AK630 ilmansuodatin
- D-AK630 imuletku ilmansuodattimen ja y-putken väliin
- D-AK630 kulmaletku 90 astetta
- D=1 52,4/140 y-putken ja moottorin väliin
- D-AK630 imuletku ilmansuodattimen ja Turbo II:n väliin
- D-AK630 imupuolen y-putki
- D-AK630 jäähdytinpaketti
- D-AK630 alavesiletkun lähtö
- D-AK600/630 ylä/alavesiletku
- D-AK600/630 vesiletku
- D=28/28x2400-50/paisuntasäiliö-moottori
- D-AK600/630 vesiletku lyhyt/paisuntasäiliö-moottori

- D-D7750/AK630/DH9 10 jäähdytinnesteen tasoanturi
- D-AK630 pakoputki
- D-AK630 kumikytkin
- CF-A-028-1 -S-50-69557
- D-AK630 Hydrauliletku paketti 1
- D-AK630 Hydrauliletkun paketti 2
- D-AK630 magneettiventtiili 665001 R 1/4 24V
- D-AK630 termostaattiventtiili 664004
- D-AK630 sähköpumppupaketti, täydellinen
- D-99530664025 painekatkaisija
- D-99530664026 painekatkaisija
- D-99530664027 painekatkaisija
- D-99530664028 painekatkaisija
- D-AK630/DZ750 tuulettimen moottori
- D-AK630/D7750 tuulettimen moottorin
- Tukilaakerointi
- D-AK630 hydraulipumput+hammasrataspumppuyhdistelmä
- Ohjaustanko, mängeetti ja alakuljetin
- D-AK600/630/DZ 750
- Hydraulipumppu/tuuletin
- D-99530840070 johtosarja AK630
- Moottoriohjaus
- D-99590840275 johtosarja AK630
- D-99590840280 sarja AK630 hätä seis taka
- D-99590840295 sarja AK630
- Paineatkaisijat

- D-99590840300 sarja AK630
- D-99590840305 sarja AK630
- D-AK630 sähkökaappi ilman radio-ohjainta
- D-AK600/630/750 16-kanavainen
- Radio-ohjauksen vastaanotin Terra
- D-AK630 kiilahihnasarja (6*hihna)
- D-QM5O2LA polttoaineen esisuodatin
- DAK63O pumpunhihna DIN 7753-XBP-1600
- D-AK630 moottoritalan katoneriste
- Tehtaan huoltomiesten korjaustyö 280,00 h
- Pientarvikkeet

(Pohjaset Oy: palovahinkoraportti 20.05.2012)