

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka / käynnissäpito

Seppo Aalto

SPONGE-JET-PUHALLUKSEN EDUT JA HYÖDYT KUNNOSSAPIDOSSA

Opinnäytetyö 2011

## TIIVISTELMÄ

### KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

#### Kone- ja tuotantotekniikka

SEPPO AALTO	Sponge-jet-puhalluksen edut ja hyödyt kunnossapidossa
Opinnäytetyö	38 sivua + 2 liitesivua
Työn ohjaaja	Lehtori Jaakko Laine
Toimeksiantaja	TEKE Oy
Toukokuu 2011	
Avainsanat	Sponge-Jet-puhallus, pinnan profiili, pölytön puhallus, puhallus

Kouvolaissa toimiva yritys nimeltä TEKE Oy alkoi vuonna 2011 tutkia tarkemmin yhdysvaltalaisista keksintöistä Sponge-Jet-puhallus. Menetelmä on hiekkapuhalluksen kaltaisen kuivapuhallusmenetelmä, jossa pölyn syntyminen on saatu erittäin vähäiseksi. Vähäinen pölyn syntyminen perustuu puhallusmateriaaliin, joka on polyuretaanisientä, johon on tarvittaessa lisätty hiomapartikkeleiksi kovempaa materiaalia.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää testipuhalluksien avulla TEKE Oy:lle Sponge-Jet-puhallusmenetelmän mahdollisuuksia, löytää sille uusia käyttökohteita sekä parantaa tehokkuutta jo käytetyissä kohteissa. Erilaisten kohteiden puhallukseen tarvitaan erilaiset puhallusmateriaalit, paineet, suuttimet ja puhallusetäisyydet parhaan mahdollisen lopputuloksen saavuttamiseksi. Tavoitteena oli selvittää nämä sekä puhallusajat erilaisten pintojen puhalluksessa. Testipuhallukset järjestettiin Kouvolan Voikkaalla parhaissa mahdollisissa olosuhteissa sekä eri tehtaissa ympäri Suomea.

Testipuhalluksista saatujen tulosten perusteella löydettiin uusia käyttökohteita menetelmälle, kuten muovin ja lasikuidun puhdistus. Muovin puhdistuksessa huomattiin määrän polyuretaanisienen toimivan kuivaa paremmin. Erilaisiin pintoihin löydettiin parhaat puhallusmateriaalit, suuttimet, paineet ja puhallusetäisyydet. Testipuhallusten yhteydessä onnistuttiin laskemaan myös puhallusajat erilaisille materiaaleille.

## ABSTRACT

KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULU

University of Applied Sciences

Mechanical Engineering and Production Technology

SEPPO AALTO

Advantages and Benefits of Sponge-Jet Blasting in Maintenance

Bachelor's Thesis

38 pages + 2 pages of appendices

Supervisor

Jaakko Laine, Senior Lecturer

Commissioned by

TEKE Oy

May 2011

Keywords

Sponge-Jet blasting, surface profile, dust free blasting

In the year 2011 TEKE Oy started researching more about the Sponge-Jet blasting system, which was invented in the United States in the late 1980's. Method is similar to sandblasting. It is a dry and almost dust free blasting method. It generates very little dust because the blast particles are sponges and, if needed, the abrasive particles are inside the sponges.

The purpose of this thesis work was to find out more about the Sponge-Jet blasting system and its possibilities by doing blast tests. Different kinds of surfaces need different kinds of sponges, pressures, nozzles and blasting distances to achieve the best results possible. The purpose was to find out best alternatives and the time how long it would take to blast different kind of surfaces. The tests were executed in the best possible conditions in Kouvola and different factories in Finland.

With the help of the results from the blast tests we found new ways to use Sponge-Jet blasting, like how to blast plastic or fiberglass surfaces. When blasting a plastic surface, we found out that wet sponges clean the surface better than dry ones. We also found the best sponges, nozzles, pressures and blasting distances for different surfaces. In the course of the tests the blasting times for different materials were also calculated.

## ALKUSANAT

Tämä opinnäytetyö on tehty TEKE Oy:lle. Haluan kiittää työn ohjaajana toiminutta TEKE Oy:n asennus- ja projektipäällikköä Aki Juntusta ja koko TEKE Oy:n henkilökuntaa, jotka ovat auttaneet tiedon keräämisessä, testipuhalluksissa ja mahdollistaneet tämän opinnäytetyön kirjoittamisen.

6.5.2011

Seppo Aalto

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

1	JOHDANTO	7
1.1	Työn aihe ja tavoite	7
1.2	TEKE Oy	7
2	SPONGE-JET-PUHALLUS	8
2.1	Toimintaperiaate	8
2.2	Käyttökohteet	9
3	LAITTEET	10
3.1	Yleistä	10
3.2	Sponge-Jet-puhalluslaite	10
3.3	Sponge-Jet-kierrätyslaite	12
3.4	Letkut ja suuttimet	13
3.5	Suojavarusteet	14
4	POLYURETAANISIENET	16
4.1	Yleistä	16
4.2	Silver ja Red	16
4.3	White	17
4.4	Green ja Blue	18
5	TESTIPUHALLUKSET JA TULOKSET	19
5.1	Yleistä	19
5.2	Muovin puhdistus	20
5.3	Raitisilmasuodatin	23
5.4	Haponkestävä teräs	23
5.5	Kaasuturbiini	25
5.6	Metalliovi	27

5.7 Sinkitty teräs	28
5.8 Lasikuitu	29
6 PÄÄTELMÄT	33
LIITTEET	
Liite 1. Raekokojen muunnostaulukko (26.)	
Liite 2. Taulukko testipuhallusten tuloksista	

## 1 JOHDANTO

### 1.1 Työn aihe ja tavoite

Sponge-Jet-puhallusmenetelmä on raepuhalluksen kaltainen kuivapuhallusmenetelmä, jossa on raepuhalluksesta poiketen saatu pölyn syntyminen minimaaliseksi. Pölyn vähäinen muodostuminen sekä erilaiset puhalluspartikkelit mahdollistavat menetelmälle laajemmat käyttömahdollisuudet. Menetelmän on kehittänyt ja patentoinut yhdysvaltalainen yritys nimeltä Sponge-Jet, inc. 1980-luvun loppupuolella. Yritys myy tuotettaan aktiivisesti yli 40 maahan ympäri maailmaa. Suomessa tätä menetelmää on käytetty vasta hyvin vähän, mutta sen käyttö kasvaa ja monipuolistuu jatkuvasti. Suomessa yhtenä maahantuojaana Sponge-Jet-puhallustarvikkeille toimii TEKE Oy. (1.)

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli testipuhallusten avulla selvittää TEKE Oy:lle enemmän menetelmän käytön mahdollisuuksia, löytää uusia käyttökohteita sekä parantaa tehokkuutta jo käytetyissä kohteissa. Testipuhallukset suoritettiin erilaisilla polyuretaanisienillä erilaisiin materiaaleihin Kouvolan Voikkaalla puhalluksiin varatussa tilassa sekä paikan päällä eri tehtaissa ympäri Suomea. Työssä olevat kuvat 10-27 ovat tekijän omia.

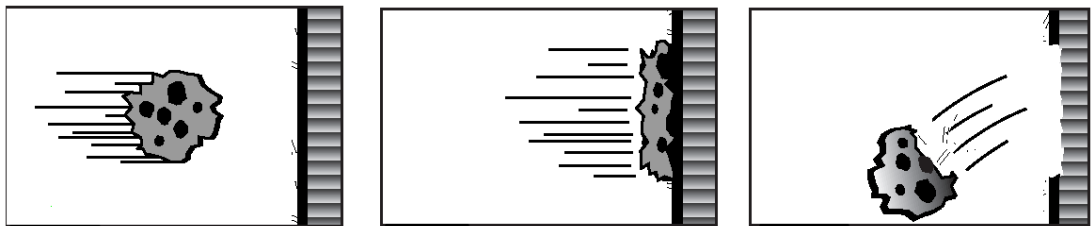
### 1.2 TEKE Oy

TEKE Oy, alkuperäiseltä nimeltään Kymen Teollisuuskehitys Oy, on perustettu vuonna 1995, mutta se aloitti varsinaisen toimintansa vasta vuonna 1998. Yrityksen päätoimipaikka sijaitsee Kouvossa ja se työllistää toistakymmentä henkilöä sekä käyttää paljon ulkopuolista työvoimaa. TEKE Oy on erikoistunut erilaisiin metalli- ja betonipinnoituksiin, rakennevahvistuksiin sekä erikoispuhalluksiin. Kattila- ja voimalaitospuhdistukset, joista yritykselle on myönnetty energiatehokkuutta parantavan puhdistuksen takia ekoenergia-merkki, sekä Sponge-Jet-puhallus kuuluvat erikoispuhalluksiin. TEKE Oy:llä on pohjosmaisessa verkossa jo 10 Sponge-Jet-puhallusyksikköä, joista Suomessa on neljä. (2.)

## 2 SPONGE-JET-PUHALLUS

### 2.1 Toimintaperiaate

Sponge-Jet-puhallusmenetelmä on puhdistusmenetelmä, jossa paineilman avulla ammutaan pieniä polyuretaanisieniä puhdistettavaan kohteeseen. Normaalissa raepuhalluksessa puhallusmateriaalina käytetään jotakin kovaa ainetta, kuten hiekkaa, terästä, lasia, muovia, puuta, pähkinänkuoria tai jopa hedelmien siemeniä. Polyuretaanisieni on kuitenkin pehmeää kumimaista materiaalia, joten osuessaan kohteeseen se menee kasaan ja samalla hankaa kohteen pintaa. Iskusta ja hankaus liikkeestä syntyvien voimien vuoksi polyuretaanisieni irrottaa kohteen pinnasta materiaalia. Osumasta kasaan mennyt sieni imaisee huokoisen rakenteensa ansiosta samalla, sen huokosiin syntyneiden tyhjööden vaikutuksesta, puhalluskohteen pinnasta irronnutta materiaalia itseensä palatessaan omaan muotoonsa. (3.)



Kuva 1. Polyuretaanisienen käyttäytyminen sen osuessa puhalluskohteeseen (3.)

Parempaan puhtauteen sekä profiilin saavuttamiseksi polyuretaanisienen sekaan on monissa erilaisissa sienissä sekoitettu jotain kovempaa ainetta. Tällaisia aineita kutsutaan hiomapartikkeleiksi. Kovempi aine voi olla esimerkiksi alumiinioksidia, lasia, muovia tai rautaa. Hiomapartikkelit ovat kiinni sienessä pölyn syntymisen vähentämiseksi. (4.)

Vähäinen pölyn syntyminen perustuu polyuretaanisienen rakenteeseen ja sen ominaisuuteen sitoa puhalluskohteesta irronnutta materiaalia itseensä. Kumimaisen rakenteen ansiosta sieni ei itse tuota pölyä osuessaan kohteeseen, kun taas hiekkapuhalluksessa hiekka hajotessaan muodostaa pölyä. Sieni saattaa hajota pienemmiksi palasiksi osuessaan puhalluskohteen pintaan, mutta kierrätyksessä poistetaan liian pieniksi hajonneet palaset. Normaalissa raepuhalluksessa syntyy noin 5 500 kertaa enemmän pölyä kuin samassa kohteessa Sponge-Jet-puhalluksessa. (5.)



## 2.2 Käyttökohteet

Sponge-Jet-puhalluksen käyttökohteet ovat laajat ja monipuoliset. Menetelmällä saavutetaan parempi ja tasaisempi profiili erilaisiin materiaaleihin kuin perinteisellä hiekkapuhalluksella, ja siksi sitä käytetään paljon pinnoitustöissä paremman tartunnan aikaan saamiseksi. Suomessa laitetta on käytetty paljon puhdistukseen sekä profiilin puhaltamiseen paikoissa, joissa pölystä voi aiheutua vahinkoa. Vähäisen pölyn syntymisen ansiosta normaalisti työkohteissa selvittää pienillä suojauksilla.

Menetelmä on vähäisen pölyn syntymisen lisäksi muita puhallusmenetelmiä monipuolisempi, koska sillä voi profiilin luomisen lisäksi pelkästään puhdistaa pintoja. Menetelmät, kuten kuivajääpuhallus ja soodapuhallus, pelkästään puhdistavat erilaisia pintoja, mutta niillä ei pystytä luomaan profiilia. Raepuhalluksella onnistuu profiilin puhallus ja esimerkiksi lasikuulapuhalluksella pelkkä puhdistus, mutta pelkkä puhdistus onnistuu vain kovempiin pintoihin, kuten metalliin. Sponge-Jet-puhallusmenetelmällä onnistuu esimerkiksi profiilin puhaltaminen teräkseen sekä heikompien materiaalien, kuten muovin, pelkkä puhdistus. (6; 7.)

Voimalaitoksissa menetelmää on kokeiltu ja todettu sen toimivan turbiinien osien puhdistukseen turbiinin ollessa kasassa ja sitä siirtämättä. Turbiinin puhdistuksessa puhallusmateriaalia käytetään vain kerran, jotta materiaali pysyy täysin puhtaana eikä se vahingoita turbiinia. (8.)

Ydinvoimalaitoksissa menetelmää on käytetty erilaisten osien radioaktiivisen pinnan poistoon. Puhallusmateriaali kierrätetään mahdollisimman monta kertaa, jotta puhalluksessa syntyvän radioaktiivisen ongelmajätteen määrä olisi mahdollisimman vähäinen. (9.)

Paperikoneen teloja, runkoa ja muita osia on onnistuttu puhdistamaan niiden ollessa omilla paikoillaan vahingoittamatta konetta tai aiheuttamatta minkäänlaisia ongelmia koneen toiminnan kannalta. (10).

Ulkomailla, etenkin menetelmän kotimaassa Yhdysvalloissa, Sponge-Jet-puhallusta on käytetty paljon ja sille on löydetty enemmän käyttökohteita. Lentokoneiden run-

goista on onnistuttu puhaltamamaan pinnoite kerroksia pois vahingoittamatta seuraavaa kerrosta. Spraymaalilla sotkettuja betoni- ja tiiliseiniä puhdistetaan myös menetelmän avulla. Armeijan kaluston kunnossapidossa, siltojen korjauksissa, tulen ja savun aiheuttamissa vahingoissa sekä historiallisten esineiden entisöinneissä on huomattu menetelmän toimivan erinomaisesti. (8.)

### 3 LAITTEET

#### 3.1 Yleistä

Normaaliin Sponge-Jet-puhallukseen tarvitaan Sponge-Jet-puhalluslaite, puhallusmateriaalia, paineilmaa, paineilmaletku, puhallusletku, puhallussuutin ja suojavarusteet. Näiden lisäksi puhallusmateriaalin kierrätyksessä käytetään Sponge-Jet-kierrätyslaitetta. Laitteet sekä työstettävä kohde on hyvä maadoittaa, koska polyuretaanisienet saattavat aiheuttaa staattista sähköä työskentelyn aikana. Laitteet maksavat normaaleja raepuhalluksessa käytettyjä puhallusyksiköitä enemmän, mutta niiden käyttö ei tuota lisäkuluja, koska ne toimivat pelkällä paineilmalla, kuten normaalit raepuhalluslaitteet. Laitteiden hinnat vaihtelevat, mutta tarkempaa tietoa niiden hinnoista saa ottamalla yhteyttä laitteiden valmistajaan tai maahantuojaan.

Laitteen valmistaja on myös kehittänyt erilaisia lisätarvikkeita, jotka auttavat puhalluksessa. Erilaiset suuttimen päähän asennettavat valaisimet parantavat puhallusnäkyvyyttä huomattavasti pimeämmissä puhalluskohteissa ja ne toimivat paremmin puhalluksessa kuin monet normaalit työmaavalaisimet.

Lisätarvikkeiden lisäksi valmistaja on suunnitellut laitteita, joihin on puhallusyksikön lisäksi liitetty imuri ja puhallusmateriaalin kierrätyslaite samaan yksikköön. Nämä ovat kuitenkin niin suuria kokonaisuuksia, että niiden siirtäminen erilaisiin työkohteisiin on hankalaa.

#### 3.2 Sponge-Jet-puhalluslaite

Puhalluslaitteesta käytetään myös nimeä Sponge-Jet-puhalluskello. Laite on rakennettu normaalin hiekkapuhalluslaitteen pohjalta, mutta sitä on paranneltu ja muokattu sopimaan paremmin polyuretaanisienien puhallukseen. Laitteita on erikokoisia ja hie- man erinäköisiä, mutta ne toimivat kaikki samalla tavalla. Laitteiden koot vaihtelevat

127 senttimetrinä aina 331 senttimetriin (11). Kuten hiekkapuhalluslaite myös Sponge-Jet-puhalluslaite toimii pelkällä paineilmalla ja se lähtee toimimaan kun puhallusletkun päässä olevasta kytkimestä ohjataan paineilma takaisin laitteeseen. Laite täytetään laitteen päällä olevasta suppilosta, josta puhallusmateriaali valuu painesäiliön sisälle. Puhalluksen alkaessa laite päästää paineen painesäiliöön, joka sulkeutuu ja siirtää paineen johdosta puhallusmateriaalin puhallusletkuun.



Kuva 2. Kaksi erilaista Sponge-Jet-puhalluslaitetta (12.)

Ulkopuolelta monet Sponge-Jet-puhalluslaitteet näyttävät hyvin paljon normaaleilta hiekkapuhalluslaitteilta, mutta laitteeseen on lisätty sen sisälle sekoittaja joka sekoittaa puhallusmateriaalia puhalluksen aikana, jotta polyuretaanisienet pysyisivät toisistaan irrallisina eivätkä tarttuisi paineen vaikutuksesta toisiinsa kiinni laitteen sisälle. Sekoittaja helpottaa puhallusmateriaalin siirtymistä puhallusletkuun tasaisesti, ja se käynnistyy kun puhallus aloitetaan. (12.)



Kuva 3. Sponge-Jet-puhalluslaitteen sekoittaja ja syöttöruuvi (4; 12.)

Laitteen alla on ilmamoottori, joka pyörittää puhallusmateriaalin syöttöruuvia. Puhallusmateriaali valuu laitteen sisältä syöttöruuviin, joka siirtää puhallusmateriaalin laitteesta puhallusletkuun. (12.)

Laitteeseen on myös lisätty ohjauspaneeli, joka sijaitsee laitteen kyljessä. Ohjauspaneelista voi säätää puhallusmateriaalin syötön eli syöttöruuvien pyörimisnopeutta sekä puhalluspaineen parhaaksi mahdolliseksi jokaiseen käyttökohteeseen. Ohjauspaneelista näkyy myös linjapaine, joka laitteeseen tulee ilmanpaineen lähteestä. Ohjauspaneelista löytyy myös tarvittaessa hätä-seis-painike. (12.)

### 3.3 Sponge-Jet-kierrätyslaite

Sponge-Jet-polyuretaanisienien kierrätykseen käytetään niille suunniteltua kierrätyslaitetta, jonka yleisempi nimitys on separaattori. Laite poistaa puhalletusta materiaalista likaa ja liian pieneksi hajonneet polyuretaanisienet. Separaattori toimii paineilmalla, jonka voi paineilmaletkun avulla ottaa suoraan kompressorista tai Sponge-Jet-puhalluslaitteesta. Laitteesta on helppo kerätä suoraan säkkeihin tai laatikoihin puhdistettu sekä huono materiaali.



Kuva 4. Kaksi erilaista Sponge-Jet-puhallusmateriaalin kierrätyslaitetta (13.)

Kun paineilmaletku laitetaan kiinni separaattoriin, laite alkaa täristä. Käytetty puhallusmateriaali laitetaan separaattoriin laitteen päällä olevasta suppilosta, josta materiaali valuu laitteen sisälle. Laitteessa on sisällä kaksi metalliritilää. Ensimmäinen ritilä sijaitsee heti ensimmäisen ulostuloputken alapuolella, ja sen rei'istä mahtuu läpi puhalluspartikkelien kokoiset materiaalit. Materiaali, joka ei mahdu rei'istä, tulee ulos ensimmäisestä ulostuloputkesta. Näin varmistetaan liian suurien roskien joutuminen uudelleen käytettävään materiaaliin. Heti toisen ulostuloputken jälkeen on toinen ritilä, josta mahtuu vain liian pieneksi hajonnut materiaali, joka tulee ulos kolmannesta eli viimeisestä ulostuloputkesta. Uudelleen käytettävä materiaali saadaan toisesta ulostuloputkesta, mutta se ei ole enää täysin puhdasta polyuretaanisientä, vaan sen joukossa voi olla samankokoista muuta materiaalia. Laitteen pohjassa on sen moottori, joka laittaa sen tärisemään. Paineilma tulee moottoriin ilmanpuhdistimen, regulaattorin ja voitelulaitteen läpi. (13.)

Laitteeseen ei saa laittaa painetta yli 8,6 baaria ja toimiakseen kunnolla laite tarvitsee vähintään 2,8 baarin paineen. Laite kuuluu myös maadoittaa käytön ajaksi, koska polyuretaanisienien hankauksesta voi syntyä staattista sähköä. (14.)

### 3.4 Letkut ja suuttimet

Sponge-Jet-puhalluksessa käytetään samanlaista puhallusletkua kuin hiekkapuhalluksessa, joten kaikki hiekkapuhalluksessa käytetyt suuttimet käyvät myös Sponge-Jet-puhallukseen, kunhan suuttimen sisähalkaisija on tarpeeksi suuri polyuretaanisienien

puhallukseen. Laitteen valmistaja on kuitenkin valmistanut omia suuttimia, jotka toimivat parhaiten juuri polyuretaanisienen puhalluksessa. Erilaiset suuttimet on suunniteltu erilaisiin käyttökohteisiin, ja suutin on aina hyvä valita käyttökohteen mukaan.



Kuva 5. Kolme erilaista Sponge-Jet-puhallussuutinta (15.)

Saber Blast Nozzle, suomeksi käännettynä sapelipuhallussuutin, on Sponge-jet-puhallussuuttimista tehokkain ja nopein profiilin puhallukseen sekä raskaimpiin puhdistuksiin. Suutin lisää muotoilunsa ansiosta valmistumisnopeutta 50 % ja nostaa puhallus painetta 25 %. Sisähalkaisijaltaan suutinta saa kolmena erikokoisena sekä kahdella erikokoisella kierteellä, jolla suutin liitetään puhallusletkuun. (16.)

Muita Sponge-Jet-puhallussuuttimia ovat venturiputkipuhallussuutin, joka on normaaliin puhaltamiseen tarkoitettu puhallussuutin, sekä banaanipuhallussuutin, joka on kaareva suutin ja tarkoitettu paikkoihin, joihin ei normaalilla suoralla suuttimella pääse puhaltamaan. (15.)

### 3.5 Suojavarusteet

Suojavarusteiksi käyvät hyvin samat varusteet kuin normaalissa raepuhalluksessa eli puhalluskypärä, johon tulee suoraan happi ilmanpuhdistimen kautta, kuulosuojaimet, suojakäsineet ja suojahaalari. Sponge-Jet-puhalluksessa pärjää myös hyvin kevyemmällä suojavarustuksella, koska pölyn muodostuminen on yleensä vähäistä ja polyuretaanisienet aiheuttavat vähemmän vahinkoa osuessaan puhaltajaan. Raitisilmamaski sopii hyvin Sponge-Jet-puhallukseen tai jopa pelkällä hengityssuojaimella ja suojalaseilla pystyy puhaltamaan turvallisesti, mutta ne eivät suojaa koko kasvoja eivätkä siksi ole suositeltavia.



Kuva 6. Kaksi erilaista tapaa suojautua puhalluksen ajaksi (17; 18.)

Kuulosuojaimet ovat pakolliset laitetta käytettäessä, koska tutkitusti puhalluksesta lähtevä ääni on vähintään 70 desibeliä puhalluksen aikana ja korkeimmillaan se voi nousta yli 134 desibeliin. Myös puhalluslaitteen vieressä työskentelevien henkilöiden tulee käyttää kuulosuojaimia puhalluksen aikana, koska laitteesta voi lähteä yli 115 desibelin ääni. (19.)

Puhallushaalarina parhaimpia ovat kertakäyttöhaalarit, jotka suojaavat hyvin koko vartaloa ja ovat helpoimpia käyttää. Sponge-Jet-puhalluksessa eivät haalarit ja suoja-hanskat ole välttämättömiä, koska puhalluksessa takaisin kimpoavat polyuretaanisienet saattavat sattua hieman osuessaan paljaaseen ihoon mutta eivät jätä pysyvää jälkeä, etenkin pienillä paineilla puhallettaessa. Raepuhallukseen verrattuna Sponge-Jet-puhallusmenetelmä on paljon turvallisempi menetelmä, koska polyuretaanisienet aiheuttavat huomattavasti vähemmän vahinkoa silmiin ja muihin arkoihin paikkoihin osuessaan.

## 4 POLYURETAANISIENET

### 4.1 Yleistä

Sponge-Jet-puhallusmateriaalina käytetään erilaisia polyuretaanisieniä. Puhallusmateriaalina polyuretaanisieni on huomattavasti arvokkaampaa kuin raepuhalluksessa käytetyt puhallusmateriaalit, kuten hiekka tai lasikuula. Sponge-Jet-puhallusmateriaalien hintaa kuitenkin pudottaa se, että niitä voi kierrättää ja käyttää uudestaan. Materiaalia voi parhaimmillaan kierrättää 15 kertaa.

Englanninkielinen yleisnimike polyuretaanisienille on Sponge Media, joka on liitetty kaikkien Sponge-Jet-puhallusmateriaalien nimen perään. Erilaiset polyuretaanisienet on nimetty niiden värin sekä niiden mahdollisesti sisältämän hiomapartikkelin rakeen koon, materiaalin sekä ominaisuuksien mukaan. Nimi voi sisältää pelkän värin, jos sieni ei sisällä erillisiä hiomapartikkeleita, mutta jos sieni sisältää hiomapartikkeleita, nimen perään liitetään normaalisti numero, joka kertoo sienet sisältävän hiomapartikkelin rakeen koon Yhdysvaltojen standardin muunnostaulukon mukaisesti (liite 1). Nimen perässä voi myös olla hiomapartikkelina toimivan aineen nimi. Nimessä voi lisäksi olla lyhenteitä tai sanoja, jotka kuvaavat sienet käyttötarkoitusta.

Polyuretaanisienet myydään 42 litran säkeissä, joiden paino vaihtelee riippuen siitä, mitä sientä säkki sisältää, mutta yksi säkki painaa normaalisti alle 20 kiloa. Yhden säkin painoa voi kuitenkin lisätä kosteuden pääsy säkin sisälle. Polyuretaanisienet voi myös tarvittaessa pestä ja sen jälkeen käyttää uudelleen. Puhallettaessa etenkin öljyisiä tai märkiä pintoja sienet on hyvä pestä, ennen kuin niitä käytetään uudelleen, koska sienet imevät helposti kosteaa likaa itseensä ja siirtävät sen takaisin kierrätetyn puhallusmateriaalin mukana puhalluskohteeseen.

### 4.2 Silver ja Red

Silver Sponge Media eli hopeinenpolyuretaanisieni on valko-mustan tai ruskean värinen riippuen sen hiomapartikkelien rakeen koosta, koska pienimmät hiomapartikkelit sekoittuvat sieneen niin hyvin, että ne näyttäisivät värjäävän sen kokonaan. Yhdistävänä tekijänä polyuretaanisienillä on se, että niiden hiomapartikkelina on alumiinioksidi (15). Alumiinioksidin kovuus on Moshin mineraalinkovuusasteikon mukaan yhdeksän, joka on sama kuin rubiinilla, ja se on yksi tehokkaimmista ja kovimmista pu-



hallusmateriaaleista. Moshin kovuusasteikossa timantin kovuusaste on kymmenen ja kvartsin seitsemän. (20.)



Kuva 7. Polyuretaanisienet Silver 30 Sponge Media, Silver 320DG Sponge Media ja Red G-40 Sponge Media. Mittasuhte 10:1. (21.)

Hopeanvärisiä polyuretaanisienien ja alumiinioksidin sekoituksia on paljon erilaisia, mutta pieninumeroiset eli sellaiset, joiden hiomapartikkelien raekoko on suurin, alkavat 16:sta ylöspäin. Pieninumeroisissa on suurimmillaan 1,65 millimetrin kokoisia alumiinioksideja ja ne tekevät suurimmillaan 100 mikrometrin profiilin ja ne on tarkoitettu pääasiassa kovien aineiden, kuten erilaisten metallien, puhdistukseen sekä profiilin luomiseen. (15.)

Suurinumeroiset 500:sta alaspäin, joissa alumiinioksidirakeen koko on pienimmillään 14 mikrometriä, tekevät alle kuuden mikrometrin profiilin ja ne on tarkoitettu kohteisiin, joissa pinnan vahingoittuminen pitää olla minimaalista, mutta lian irtoaminen tehokasta. (21.)

Hopeanväristen polyuretaanisienten lisäksi vielä rajumpaan puhdistukseen on valmistettu punainen, Red Sponge Media, joka tekee yli 100 mikrometrin profiilin ja sisältää hiomapartikkeleina teräsrakeita (21).

### 4.3 White

White Sponge Media eli valkoinen polyuretaanisieni on tarkoitettu kevyeen puhdistukseen ja sitä on neljää erilaista sekoitusta. Sienestä tulee erilaisiin pintoihin hyvin pieni profiili tai ei profiilia ollenkaan. Valkoisiin sieniin on sekoitettu joukkoon hiomapartikkeleiksi muovia, lasia, melamiinia tai kalsiumkarbonaattia. Sieni, johon on sekoitettu hiomapartikkeleiksi muovia, ei tee koviin pintoihin profiilia, ja se on tarkoi-

tettu keveimpään puhdistukseen. Lasia, melamiinia ja kalsiumkarbonaattia sisältävät sienet tekevät kaikki suurimmillaan kuuden mikrometrin profiilin. (22.)



Kuva 8. Polyuretaanisieni White SPOCC Sponge Media. Kuvan mittasuhte 10:1. (22.)

Valkoista puhallussientä on käytetty erilaisten historiallisten kohteiden puhdistukseen sekä erilaisissa teollisuuden kohteissa. Erityisesti White SPOCC Sponge Media on suunniteltu erittäin hienoon ja pehmeään puhdistukseen. Hiomapartikkeleina se sisältää pyöreitä, erittäin pieniä kalsiumkarbonaattipalloja. Lyhenne SPOCC tulee englannin kielen sanoista spherical precipitates of calcium carbonate. (17.)

#### 4.4 Green ja Blue

Green Sponge Media ja Blue Sponge Media eli vihreät ja siniset puhallussienet on suunniteltu kaikista keveimpään puhdistukseen. Siniseen polyuretaanisieeen ei ole lisätty hiomapartikkeleita ja vihreään on lisätty vain erittäin vähän puhdistuspartikkelina toimivaa ainetta, jota valmistaja ei mainitse tuotetiedoissa. Sienistä vihreä on kovempaa ja kestävämpää ja sininen helpommin hajoavaa ja pehmeämpää. (16.)



Kuva 9. Polyuretaanisienet Green Sponge Media ja Blue Sponge Media. Kuvan mittasuhte 10:1. (23.)

Molemmat sienet ovat erittäin kevyitä verrattuna etenkin hopeanvärisiin polyuretaanisieniin. Vihreä on suunniteltu rasvan ja öljyn poistoon erilaisilta pinnoilta tai suuria koneista vahingoittamatta letkuja tai muita osia. Vihreä polyuretaanisieni poistaa myös savun ja noen aiheuttamia vahinkoja etenkin betoni- ja metallipinnalta. Sininen on suunniteltu puhdistamaan hauraimpia pintoja sekä paikkoja jotka ovat arkoja vedellä puhdistamiselle. (23.)

## 5 TESTIPUHALLUKSET JA TULOKSET

### 5.1 Yleistä

Testipuhallusten tarkoituksena oli kokeilla menetelmää uusiin erilaisiin pintoihin ja materiaaleihin ja selvittää, kuinka kauan kestää puhaltaa neliön kokoinen alue erilaisiin materiaaleihin. Tavoitteena oli myös löytää oikeat puhallusmateriaalit, paineet, puhallusetäisyydet ja puhallussuuttimet erilaisiin kohteisiin. Suurimmaksi osaksi testit suoritettiin yrityksen omassa niille varatussa tilassa, johon oli luotu mahdollisimman hyvät olosuhteet puhallusten suorittamiseksi. Osa puhalluksista suoritettiin kuitenkin tehtailla ympäri Suomea, koska monet asiakkaat halusivat nähdä menetelmän toimivuuden omin silmin ja omiin testikappaleisiin.

Testipuhalluksia varten rakennettiin puhallustelta Kouvolan Voikkaalle vanhan Voikkaan paperitehtaan tiloista vuokrattuun huoneeseen. Teltan pohja rakennettiin vanerilevystä, jotta se olisi helpompi puhdistaa puhallusten välissä ja polyuretaanisienet eivät sekoittuisi keskenään. Seinät ja katto tehtiin kevytpeitteitä ja telttakeppejä käyttäen. Takaseinät vahvistettiin vielä vanerilevyillä, koska suuremmilla paineilla polyuretaanisienet saattavat läpäistä kevytpeitteen.

Eri tehtailla testipuhalluksia varten rakennettiin puhallusteltat pelkistä telttakepeistä ja kevytpeitteistä. Siivous onnistui kuitenkin helposti, koska teltat purettiin aina puhallusten päätteeksi ja pohjana olevasta kevytpeitteestä oli helppo valuttaa polyuretaanisienet säkkeihin ja laatikoihin. Jos puhallusmateriaalia kierrätettiin paikan päällä, se kerättiin harjan, lapion ja imurin avulla puhallusten välissä laatikoihin, joista se kaadettiin suoraan Sponge-Jet-kierrätyslaitteeseen.

Lasikuituveeneen puhalluksessa käytettiin puhallustilana kuorma-auton takatilaa, koska vene oli liian suuri puhallustelttaan. Tila siivottiin huolellisesti ennen puhallusta ja puhallusten välissä, ettei puhallusmateriaalin sekaan pääsisi roskaa tai likaa.

## 5.2 Muovin puhdistus

Testeissä haluttiin selvittää, onnistuuko muovin puhaltaminen vahingoittamatta muovin pintaa liikaa. Ensimmäisenä puhalluskohteena oli vanha Teke Oy:n pinnoitustiloissa käytetty muovinen puutarhatuoli, joka oli likaantunut ajan mittaan ja erilaisten pinnoitteiden vuoksi. Tuolin pinnassa oli ainakin erilaisia maaleja ja pinnoitteita. Pinta oli myös mennyt hyvin hauraaksi.



Kuva 10. Vanha likainen puutarhatuoli ja lähikuva sen pinnasta

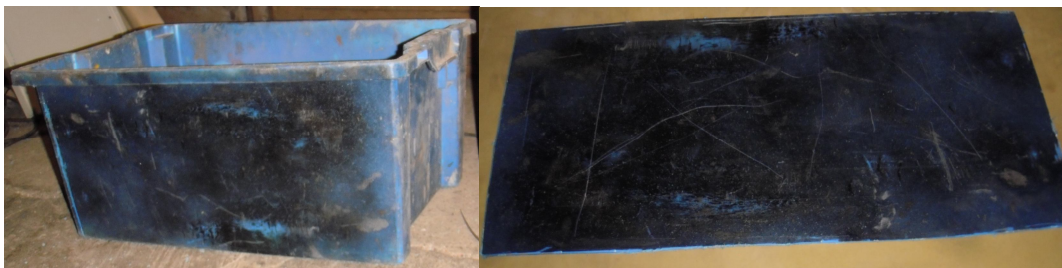
Puhalluskohteesta rajattiin teipin avulla kohta, joka haluttiin puhaltaa. Testipuhallus aloitettiin ensimmäiseksi vähiten pintaa rasittavalla polyuretaanisenellä eli sinisellä. Puhalluspaine ja syöttöpaine säädettiin mahdollisimman pieniksi. Molemmat olivat kaksi baaria ja puhalluslaitteeseen kompressorista tuleva linjapaine oli seitsemän baaria. Puhallussuuttimena oli suurin sapelpuhallussuutin ja puhallusetäisyys oli noin 30 senttimeriä.



Kuva 11. Osaksi Sponge-Jet-puhallusmenetelmällä puhallettu puutarhatuoli ja lähikuva sen pinnasta

Puhalluksessa huomattiin, että pinta tuli helposti ja nopeasti puhtaaksi, mutta siihen tuli myös pieni profiili. Puhallus suoritettiin vielä samanlaiselle alueelle samoilla paineilla ja samalla suuttimella sekä etäisyydellä myös vihreällä polyuretaanisienellä. Lopputulos oli sama kuin sinisellä sienellä. Tarkemman tarkastelun jälkeen huomattiin, että tuolin pinta oli jo mennyt liian hauraaksi, ja testi päätettiin tehdä myös kovempaan muoviin.

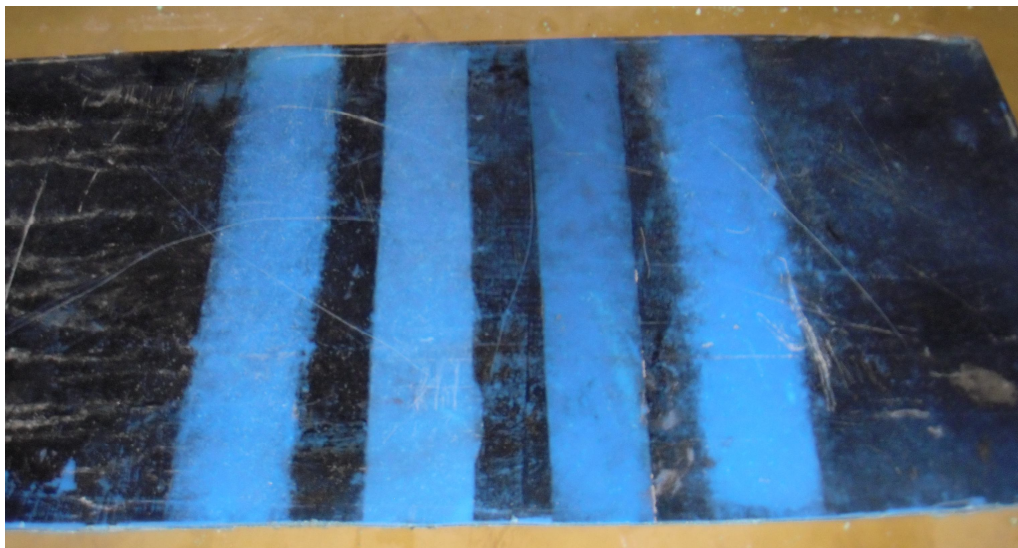
Testikappaleeksi valittiin kovemmasta muovista valmistettu laatikko, joka oli myös likaantunut ajan myötä erilaisissa työtehtävissä. Laatikosta valittiin likaisin sivu, joka leikattiin irti, jotta puhallukset olisi helpompi suorittaa. Pinnassa oli paljon naarmuja, mutta se oli muuten kova verrattuna hauraan puutarhatuolin pintaan. Väriltään sininen muovi oli muuttunut pinnasta lähes kokonaan mustaksi.



Kuva 12. Vanha likainen muovinen laatikko ja siitä leikattu yksi sivu

Puhallus suoritettiin samoilla paineilla ja samalla suuttimella ja puhallusetäisyydellä kuin tuolin puhalluksessa. Muovilevyyn teipattiin aluksi näkyviin yksi viiva ensimmäistä testiä varten, joka suoritettiin sinisellä polyuretaanisienellä. Puhaltaminen oli kuitenkin erittäin hidasta verrattuna tuolin puhaltamiseen ja puhallusmateriaalia kului liian paljon. Seuraava testipuhallus suoritettiin vihreällä polyuretaanisienellä ja levyyn teipattiin uusi viiva. Puhallus oli nopeampaa ja pinnasta tuli puhtaampi, mutta työ oli vieläkin liian hidasta, jotta puhallus olisi kannattavaa puhallusmateriaalin kuluihin nähden. Muovin pinta pysyi kuitenkin ehjänä, eikä siihen syntynyt silmin nähden minkäänlaista profiilia. Paineiden nostaminen hajotti pinta liikaa eikä nopeuttanut puhallusta tarpeeksi, jotta se olisi ollut kannattavaa.

Päätettiin kokeilla puhallusta sekoittamalla puhallusmateriaalin joukkoon vettä, joka toisi painoa puhalluspartikkeleihin, eikä paineita tarvitsisi nostaa. Vesi auttaisi mahdollisesti myös pinnan puhdistumista. Ongelmana oli tuleeko puhallusmateriaali vielä hyvin ja tasaisesti ulos puhalluslaitteesta. Vesi vielä rajoittaa käyttökohteita, mutta kukaan ei tietävästi ole kokeillut puhaltamista märällä Sponge-Jet-puhallusmateriaalilla. Litra vesijohtovettä lisättiin noin 1.5 kilogrammaan puhallusmateriaalia.



Kuva 13. Likainen muovinpala, josta on puhdistettu Sponge-Jet-puhallusmenetelmällä neljä kaistaletta

Puhallus sinisellä märällä polyuretaanisienellä oli nopeampaa, mutta vieläkin vähän liian hidasta. Pinnasta tuli puhtaampi ja puhallus onnistui hyvin, mutta puhallusmateriaali ei tullut yhtä tasaisesti kuin kuivalla sienellä puhallettaessa. Vihreällä märällä

sienellä puhallus oli huomattavasti nopeampaa ja jälki oli vielä parempi kuin edellisissä testeissä.

### 5.3 Raitisilmasuodatin

Hiekkapuhalluksessa käytetään paljon raitisilmasuodattimia hengitysilman parantamiseksi, koska paineilma tulee yleensä kompressorista, ja se ei ole yleensä täysin puhdasta ilmaa. Raitisilmasuodattimista, jota Teke Oy käyttää, vaihdetaan suodatin vähintään puolen vuoden välein. Raitisilmasuodattimet keräävät ajan myötä sisälleen erilaisia epäpuhtauksia, ja niitä on erittäin hankala puhdistaa tehokkaasti. Päätimme kokeilla puhdistaa niitä sisältä puhaltamalla sinisellä polyuretaanisienellä. Valitsimme sinisen polyuretaanisienen, koska uskoimme, että se ei vahingoita laitetta millään tavalla varovasti puhallettuna. Pidimme samat paineet ja suuttimen kuin muovin puhalluksessa.



Kuva 14. Raitisilmasuodatin ulkoa päin, raitisilmasuodatin avattuna ja sisältä puhdistettu raitisilmasuodatin

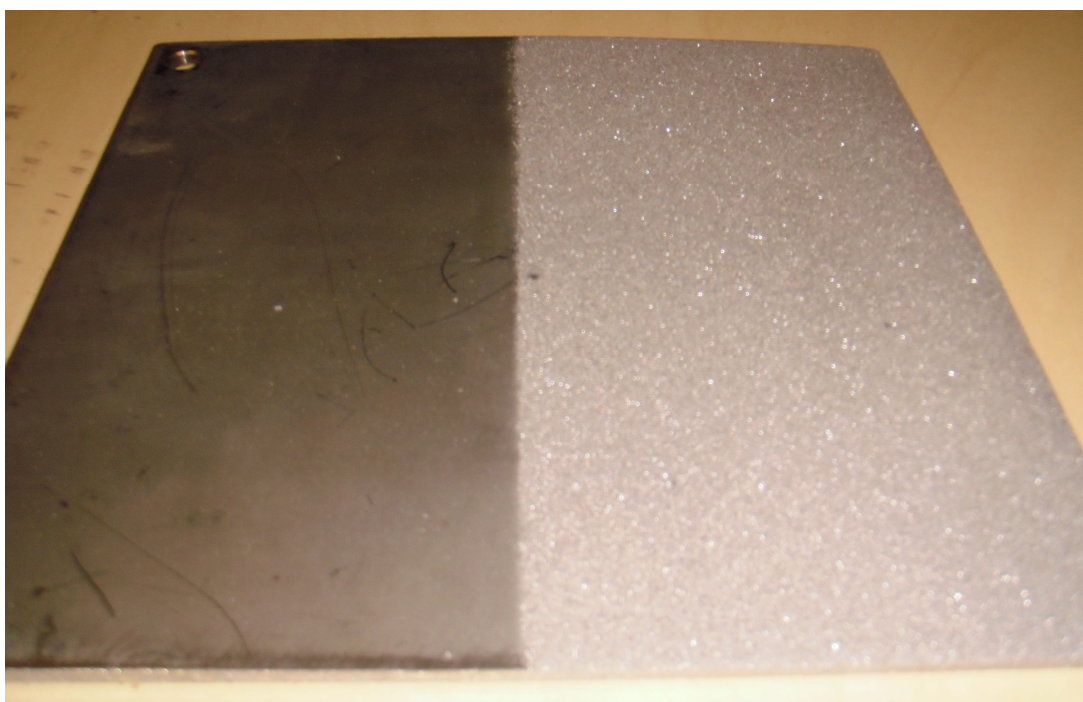
Puhallus oli nopeaa ja jäljestä tuli puhdas. Päätimme puhdistaa samalla tavalla kaikki yrityksen raitisilmasuodattimet ja jatkossa ne puhdistetaan aina tarvittaessa samalla menetelmällä.

### 5.4 Haponkestävä teräs

Testipuhalluksen tavoitteena oli selvittää, kuinka nopeaa on puhaltaa haponkestävään teräkseen noin 100 mikrometrin profiili. Puhallusmateriaaliksi valittiin Silver Sponge Media 16, jossa on suurikokoisimmat alumiinioksidirakeet hiomapartikkeleina, ja se tekee noin 100 mikrometrin profiilin. Linjapaine oli seitsemän baaria ja syöttöpaine

kaksi baaria, mutta puhalluspaineeksi valittiin kolme baaria. Puhalluspainetta nostettiin, jotta puhallusaika nopeutuisi. Puhalluspaineen nostaminen liian korkeaksi hajottaa puhallusmateriaalia enemmän, ja siksi kierrätyksessä sitä kuluu enemmän. Puhallussuuttimena käytettiin sapelipuhallussuutinta ja puhallus etäisyys oli noin 20 senttimetriä.

Puhallusmateriaalina oli 12 kappaletta 316L-teräs levyjä kooltaan 200 x 200 x 4 millimetriä. Levyt jaettiin neljään kolmen levyn ryhmään, jotta saataisiin useampi testipuhallus. Näistä testipuhalluksista laskettiin keskiarvo. Keskiarvon avulla taas laskettiin kauanko kestää puhaltaa neliön kokoinen pinta-ala.



Kuva 15. Puoliksi Sponge-Jet-puhallusmenetelmällä puhallettu haponkestävä teräslevy

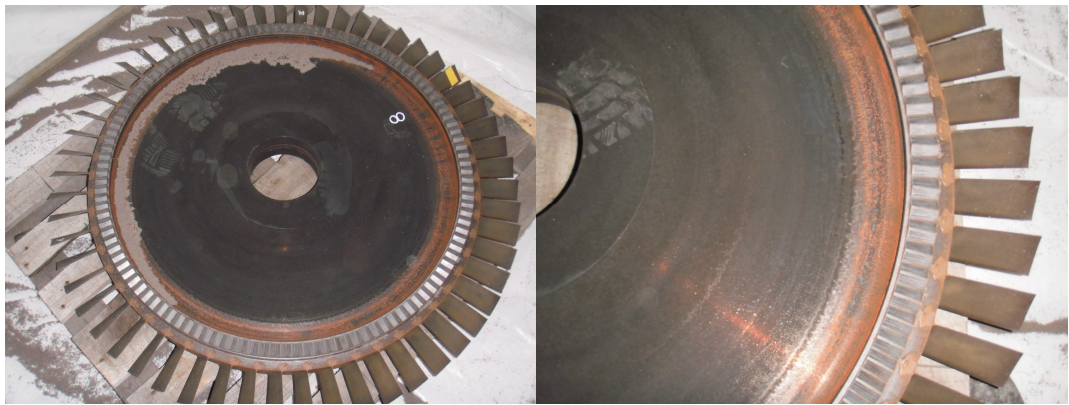
Testipuhalluksessa ensimmäisten kolmen levyn aikana puhalluslaite ei toiminut kunnolla. Puhallusmateriaali ei tullut tasaisena suihkuna ulos suuttimesta. Ensimmäiset levyt myös liikkuivat puhalluksen aikana, joten ensimmäistä testipuhallusta ei laskettu mukaan keskiarvoon, koska tavoitteena oli saada aika, joka olisi puhallettu parhaissa mahdollisissa olosuhteissa, ja näin ei käynyt. Seuraavaan puhallukseen levyt kiinnitettiin paremmin. Puhalluslaitteen toiminta testattiin vielä kunnolla ennen puhalluksen aloittamista. Loput testipuhallukset onnistuivat ilman minkäänlaisia vastoinkäymisiä ja tulokset saatiin kirjattua muistiin. Tulosten keskiarvosi saatiin 3 minuuttia ja 33 se-



kuntia, josta laskemalla neliön puhaltamiseen kuluva aika on ihanneolosuhteissa noin 29 minuuttia ja 35 sekuntia.

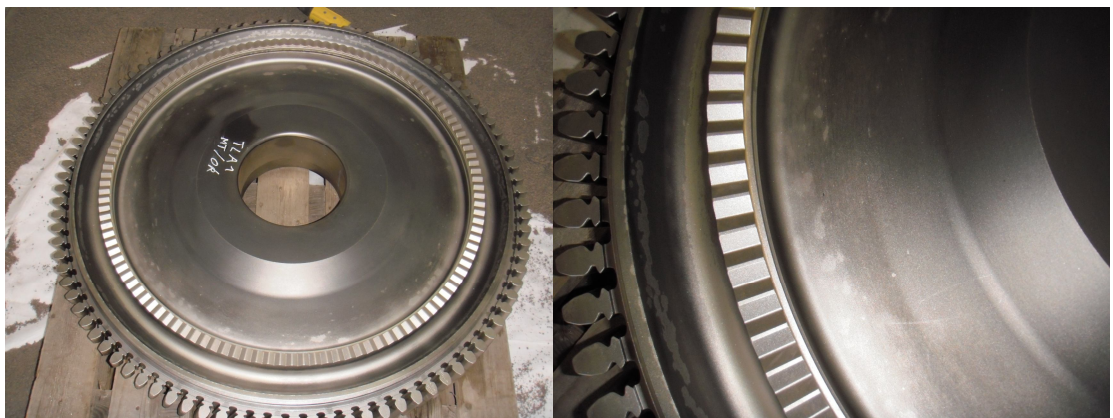
## 5.5 Kaasuturbiini

Kaasuturbiinien ja niiden osien puhdistuksessa pitää olla erittäin tarkka, koska turbiinin toiminnan kannalta liian kova puhdistus vahingoittaa sitä ja sen toimintaa. Kaasuturbiinin siivet ovat tiivisteiden lisäksi sen hauraimpia osia.



Kuva 16. Vanha likainen ja ruostunut kaasuturbiinin osa

Kaasuturbiinien puhdistuksessa käytetään normaalisti lasikuulapuhallusta, joka ei vahingoita turbiinin heikoimpia osia, mutta ei myöskään puhdistaa turbiinia tai sen osia täydellisesti. Lasikuulapuhallus on edullinen vaihtoehto tehokkuuteen nähden, ja siksi sitä käytetään paljon, mutta se saattaa jättää vaaleita läikkiä puhalluskohteen pintaan. Kävimme kokeilemassa puhaltamista Sponge-Jet-puhallusmenetelmällä, koska lasikuulapuhalluksen jälkeen ei oltu täysin tyytyväisiä.



Kuva 17. Lasikuulapuhallettu kaasuturbiinin osa

Sponge-Jet-puhallusmenetelmää kokeiltiin ensimmäiseksi pienempiin kohteisiin, koska menetelmä oli uusi asiakkaalle ja kaasuturbiinin osat ovat erittäin kalliita. Puhallus aloitettiin vanhojen pienempien turbiinien siipiin, minkä jälkeen puhallus jälki tarkastettiin ja hyväksytettiin asiakkaalla, ennen kuin siirryttiin suuremman turbiinin osiin. Saimme neljä erikokoista siipeä, joihin testit oli tarkoitus suorittaa. Puhalsimme ensin kaksi siipeä ja näytimme tuloksia asiakkaalle.



Kuva 18. Likaisia ja Sponge-Jet-puhallusmenetelmällä puhallettuja erikokoisia kaasuturbiinin siipiä

Asiakas hyväksyi puhallusjäljen jo kahdessa ensimmäisessä siivessä, ja saimme luvan puhaltaa suurempia käytössä olevia osia. Puhalluksessa käytettiin puhallusmateriaalina Silver Aero-Alox 320DG Sponge Mediaa. Puhallussuuttimena käytettiin pientä sapelisuutinta, koska halusimme pinnan pysyvän tasaisena. Puhalluspaineena oli kolme baaria, syöttöpaineena kaksi baaria ja linjapaineen seitsemän baaria. Puhallusetäisyys oli puhalluksen aikana noin 30 senttimetriä.



Kuva 19. Sponge-Jet-puhallusmenetelmällä puhdistettu kaasuturbiinin osa

Lopputuloksena oli parempi ja tasaisempi jälki kuin lasikuulapuhalluksessa, eivätkä osat vahingoittuneet puhalluksessa. Asiakas oli tyytyväinen, ja saimme tehtäväksemme puhaltaa uudestaan osat, jotka oli aikaisemmin puhallettu lasikuulalla, sekä osat joita ei vielä ollut puhdistettu.

Lopuksi puhallettiin pienemmästä turbiinista osa, josta oli tarkoitus tulla asiakkaalle näytekappale erilaisiin tilaisuuksiin. Turbiini puhallettiin samoilla paineilla ja samalla suuttimella, mutta vaihdoin puhallusmateriaaliksi Silver 220 Sponge Median. Ennen puhallusta puhallusalue rajattiin teipin ja muovin avulla, jotta puhallusjäljestä jäisi siisti ja rajoista tasaiset. Koska turbiini ei tullut enää käyttöön, pystyimme kokeilemaan eri puhallusmateriaalia. Puhallus onnistui hyvin ja jälki oli erittäin tasainen ja puhdas.



Kuva 20. Osaksi Sponge-Jet-puhallusmenetelmällä puhdistettu kaasuturbiini

## 5.6 Metalliovi

Puhalluskohteena oli vanha likainen maalattu metalliovi, joka oli päässyt huonoon kuntoon ajan myötä. Puhalluksen tarkoituksena oli selvittää, kuinka nopeasti puhaltaa profiilin maalattuun metallioveen. Puhallus materiaaliksi valittiin jo aikaisempien pu-

hallusten pohjalta paljon käytetty Silver 30 Sponge Media, jonka tiedettiin toimivan hyvin. Aikaisempien puhallusten pohjalta oli kuitenkin hankalaa selvittää, kauanko erilaisia kohteita puhalletaan, koska puhallusaikoja ei ollut aikaisemmin mitattu. Suuttimena käytettiin suurinta sapelipuhallussuutinta ja puhallusetäisyys oli noin 30 senttimetriä. Puhalluspaineeksi valittiin kokemuksen pohjalta 3,5 baaria ja syöttöpaineeksi 2 baaria. Linjapaine oli 7 baaria.



Kuva 21. Vanhaa maalattua metalliovea puhalletaan Sponge-Jet-puhallusmenetelmällä ja kokonaan puhallettu metalliovi

Puhallus onnistui hyvin ja ongelmitta. Puhallus materiaalia kahden neliön kokoiseen alaan kului puhallusmateriaalia kierrättämättä kolme säkkiä ja aikaa kului 36 minuuttia. Lopuksi ajasta laskettiin neliön puhallusnopeus, joka merkittiin muistiin.

## 5.7 Sinkitty teräs

Sinkkipinta antaa teräslevylle katodisen suojan ja kestävyyttä. Ilman vaikutuksesta teräksen pintaan tulee oksidikerros, joka suojaa sitä. Sinkki suojaa pintaa korroosion vaikutuksilta. Teräs sinkitetään normaalisti kastamalla, ruiskuttamalla tai elektrolyytisesti. (24.)

Asiakkaan toivomuksesta kokeilimme sinkin poistoa Sponge-Jet-puhallusmenetelmällä, ja jos mahdollista tuli kerätä puhalluksesta irronnut sinkki talteen. Saimme sinkittyjä teräs levyjä, joista oli tarkoitus laskea puhallusnopeus neliölle ja lähettää levyt puhalluksen jälkeen testeihin, joissa mitattiin jäljelle jääneen sinkin määrä. Testipuhalluksiin valittiin puhallusmateriaaliksi Silver 30 Sponge Media ja suuttimeksi suurin sapeli puhallussuutin. Puhalluspaineeksi valittiin kolme baaria,

syöttöpaineeksi kaksi baaria ja linjapaine oli seitsemän baaria. Puhallusetäisyys oli noin 20 senttimetriä.



Kuva 22. Sinkitty teräslevy ja Sponge-Jet-puhallusmenetelmällä puhdistettu sinkitty teräslevy

Sinkki näytti lähtevän teräksen pinnasta hyvin ja nopeasti puhalluksessa, mutta lopulliset tulokset saadaan vasta sinkki testien jälkeen. Puhallus teki kuitenkin levyn pintaan profiilin, koska puhalluksessa jouduttiin käyttämään Silver 30 - polyuretaanisientä, jotta sinkkipinta olisi saatu kunnolla poistettua levystä.

## 5.8 Lasikuitu

Suomessa oli tuulivoimalaitoksia vuoden 2010 lopussa 130 kappaletta, joista suurin osa on sijoitettu etelä- ja länsirannikolle. Pohjoisimmat tuulivoimalaitokset löytyvät kuitenkin Lapista asti. (25.)

Tuulivoimalaitoksissa on paljon lasikuitua, koska niiden lapojen valmistuksessa sitä käytetään paljon. Saimme pyynnön kokeilla menetelmää tuulivoimalaitosten lapojen puhdistukseen sekä profiilin luomiseen. Kokeilimme ensin itse pinnoitetun lasikuidun puhallusta omissa tiloissa vanhaan veneeseen. Halusimme samalla selvittää puhallusnopeuden lasikuidun puhdistuksessa. Aloitimme testit Blue Sponge Medialla. Puhalluspaineeksi valittiin 3 baaria, syöttöpaineeksi 2 baaria ja linjapaineena oli 8,5 baaria. Puhallus suoritettiin suurimmalla sapelipuhallussuuttimella ja puhallusetäisyys oli noin 20 senttimetriä.



Kuva 23. Vanha pinnoitettu lasikuituvene ja lähikuva sen pinnasta

Sinisellä polyuretaanisienellä emme kuitenkaan päässeet tarpeeksi hyvään lopputulokseen, koska puhallus oli liian hidasta ja pinnasta ei tullut täysin puhdas. Päätimme kokeilla puhallusta White Plastic Sponge Medialla eli valkoisella polyuretaanisienellä, johon on lisätty hiomapartikkeleiksi muovia. Paineet, suutin ja puhallusetäisyys pidettiin samoina, koska niiden muuttaminen ei vaikuttanut sinisellä polyuretaanisienellä puhallettaessa tulokseen.



Kuva 24. Sponge-Jet-puhallusmenetelmällä puhdistettu pinnoitettu lasikuituvene

Valkoisella polyuretaanisienellä puhallus oli selvästi nopeampaa ja pinnasta tuli puhdas. Saimme mitattua myös, kuinka paljon kuluu aikaa puhaltaa neliön kokoinen alue. Pintaan kuitenkin syntyi pieniä reikiä pinnoitteeseen, mutta puhallusmateriaali ei vahingoittanut ainakaan näkyvästi kohtia joissa, lasikuitu oli kulunut esiin. Hyvien testipuhallustulosten johdosta päätimme mennä asiakkaan toivomuksesta heidän järjestämiinsä tiloihin tekemään tarkemmat testipuhallukset paremmin tuulivoimalaitoksen lapoja jäljitteleviin lasikuitupalasiin.

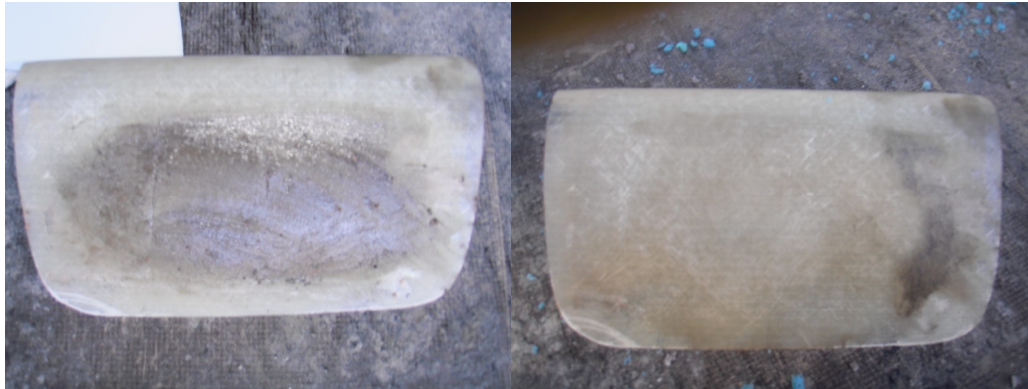
Asiakkaalta saimme kolme erilaista lasikuitupalaa, joihin oli tarkoitus suorittaa testipuhallukset. Ensimmäiseksi oli tarkoitus kokeilla pinnoitetun lasikuitupalan pelkkää pinnan puhdistusta. Pinta oli tarkoituksella sotkettu ainakin öljyllä ja mahdollisesti maalilla. Tarkoituksena oli saada lika pois pinnasta vahingoittamatta liikaa pinnoitteen pintaa. Valitsimme samat paineet, puhallussuuttimen ja puhallusetäisyyden kuin omissa testipuhalluksissa. Puhallusmateriaaliksi valitsimme kuitenkin Blue Sponge Median, koska tarkoituksena ei ollut tehdä pintaan minkäänlaista profiilia. Omissa testipuhalluksissamme halusimme puhdistaa pinnan ja samalla tehdä siihen pienen profiilin uutta pinnoitusta varten, mutta asiakas halusi vain puhdistaa pinnan ja toivoi, ettei sitä tarvitsisi pinnoittaa uudestaan. Pinnassa ei myöskään ollut pinttynyttä vaan helposti irtaavaa likaa. Uskoimme sinisen polyuretaanisienen puhdistavan pelkän pinnan vahingoittamatta sitä.



Kuva 25. Liattu pinnoitettu lasikuidun pala ja Sponge-Jet-puhallusmenetelmällä puhdistettu sama pala

Pinta puhdistui erittäin nopeasti, mutta puhallus vahingoitti samalla tavalla kuin omissa testipuhalluksissa pinnoitteen pintaa ja teki siihen pieniä reikiä. Reiät kuitenkin todettiin asiakkaan kanssa pinnoituksen aikana syntyneiksi virheiksi tai tarkemmin ilmakupliksi, jotka tulivat esiin puhalluksen seurauksesta. Pintaan syntyi kuitenkin niin paljon pieniä reikiä, että se pitäisi pinnoittaa uudestaan, jos kyseessä olisi ollut tuuli-voimalaitoksen lapa.

Puhalsimme samalla puhallusmateriaalilla vielä pienemmän testipalan, joka oli pinnoittamatonta lasikuitua, ja se oli liattu samalla tavalla kuin ensimmäinen pinnoitettu lasikuidun pala. Tavoitteena oli selvittää, vahingoittaako puhallus kohtia, joista mahdollisesti lasikuitu olisi näkyvissä. Jatkoimme puhallusta suoraan ensimmäisen testin perään, joten paineet ja suutin olivat samat. Puhallusetäisyyttä kasvatimme noin 30 senttimetriin, jotta lasikuidun pala vahingoittuisi mahdollisimman vähän puhalluksen seurauksena.



Kuva 26. Liattu lasikuitupala ja sama pala Sponge-Jet-puhallusmenetelmällä puhdistettuna

Kappaleesta puhallettiin noin kolme neljäsosaa, ja se puhdistui erittäin hyvin. Lasikuidun pinta ei vahingoittunut puhalluksessa silmin nähtävästi. Puhalluksista huomasimme, ettei sinisellä polyuretaanisienellä puhaltaminen vahingoita lasikuidun pintaa, mutta se voi vahingoittaa pinnoitteen pintaa.

Koska pelkkä puhdistus ei onnistunut tarpeeksi hellävaraisesti ensimmäisessä pinnoitetussa lasikuidun palassa, asiakas halusi kokeilla kunnon profiilin luomista pintaan, jotta se voitaisiin pinnoittaa uudestaan. Päätimme kokeilla puhallusta Silver 30 Sponge Medialla, koska asiakas halusi mahdollisimman hyvän profiilin. Pudotimme puhalluspainetta puoli baaria, koska testipalasta oli hiottu keskeltä lasikuitu esiin, emmekä halunneet vahingoittaa pintaa liikaa.





Kuva 27. Liattu ja osaksi hiottu lasikuitupala ja sama pala puhdistettuna Sponge-Jet-puhallusmenetelmällä

Pinta puhdistui kokonaan ja siihen syntyi hyvä profiili. Puhallus kuitenkin hajotti liian paljon kohtaa, josta lasikuitu oli hiottu esiin. Todennäköisesti tuulivoimalaitosten laivoista lasikuitu ei ole kulunut mistään kohdista esiin, mutta pinnoite kerros saattaa olla ohuempi joistain kohdista ja puhallus saattaa hioa lasikuidun esiin. Loppujen lopuksi saimme kuitenkin hyvät testit lasikuidun puhaltamisesta ja jatkamme testipuhalluksia tulosten parantamiseksi sekä mahdollisten tulevien työkohteiden takia.

Polyuretaanisieniä on niin monia erilaisia, että pinnoitetun lasikuidun puhdistus luultavasti onnistuu vielä paremmin, kun löydämme puhallusmateriaaliksi oikean polyuretaanisienen. Seuraavia mahdollisia puhallusmateriaaleja lasikuidun puhallukseen ovat sienet, joissa on raekooltaan pienemmät hopeanväriset polyuretaanisienet, sekä erilaiset valkoiset polyuretaanisienet.

## 6 PÄÄTELMÄT

Testipuhalluksissa saavutettiin kaikki tavoitteet ja opimme paljon uutta Sponge-Jet-puhallusmenetelmän mahdollisuuksista erilaisissa käyttökohteissa sekä sen toiminnasta. Saatiin selville, kuinka kauan menetelmällä kestää puhdistaa erilaisista pinnoista neliön kokoinen alue tai kuinka kauan puhaltaa profiilin neliön kokoiselle alueelle. Onnistuttiin löytämään monille erilaisille materiaaleille oikean puhalluspaineen, syöttöpaineen, suuttimen, puhallusetäisyyden ja kaikista tärkeimmän eli oikean puhallusmateriaalin.

Muovin puhdistaminen on mahdollista Sponge-Jet-puhallusmenetelmällä, kun muovi ei ole liian haurasta. Paras puhallusmateriaali oli testien perusteella vihreä polyuretaanisieni, ja mikäli mahdollista puhalluskohteen kannalta se toimii vielä paremmin kosteana kuin kuivana. Vihreä polyuretaanisieni on myös paljon kestävämpää kuin sininen, ja siksi sitä pystyy kierrättämään useammin. Koska muovin puhdistus onnistui niin hyvin testipuhalluksissa, jatkamme varmasti testejä erilaisiin muoveihin tulevaisuudessa

Erilaisista hopeanvärisistä polyuretaanisienistä tiedettiin jo, että ne soveltuvat hyvin profiilin puhaltamiseen erilaisiin koviin pintoihin sekä metallin puhdistukseen, mutta opimme käyttämään niitä paremmin ja saimme paremmin selville, mitkä niistä soveltuvat parhaiten erilaisiin kohteisiin. Teimme myös onnistuneet puhallukset turbiinin puhdistuksessa ja löysimme siihen mielestämme parhaan mahdollisen polyuretaanisienen, jota voidaan käyttää myös muihin samankaltaisiin kohteisiin.

Turbiinin puhdistuksia olimme aikaisemmin tehneet, mutta emme samalla polyuretaanisienellä ja yhtä hyvin tuloksin. Pääsimme vertaamaan tuloksia paikan päällä lasikuulapuhallettuihin kappaleisiin ja huomasimme Sponge-Jet-puhallusmenetelmän tekevän paremman ja tasaisemman jäljen. Sponge-Jet-puhallusmenetelmä on kuitenkin selvästi kalliimpi menetelmä kuin lasikuulapuhallus, jos polyuretaanisientä ei kierrätetä ja käytetä uudestaan. Kierrätys kuitenkin onnistuu, jos pystytään pitämään puhallusmateriaali tarpeeksi puhtaana. Turbiinin osia puhalletaan lähes varmasti tulevaisuudessa myös Sponge-Jet-puhallusmenetelmällä ja puhallusmateriaalin puhtaana pysymiseen on jo kehitteillä eri ratkaisuja.

Koska aikaisemmin emme tieneet kuinka kauan erilaisten kohteiden ja materiaalien puhallus kestää, halusimme testipuhallusten yhteydessä mitata myös ajat erilaisten pintojen puhdistuksessa ja profiilin luomisessa. Onnistuneista puhalluksista teimme taulukon, jonka avulla on tulevaisuudessa helpompi laskea puhalluksen kesto erilaisissa työkohteissa. Taulukko on liitteenä 2. Uusista testeistä ja erilaisista työkohteista on helppo lisätä tietoa tulevaisuudessa taulukkoon. Uusiin puhalluskohteisiin on taulukon avulla myös helpompi valita oikea polyuretaanisieni katsomalla, mikä on toiminut samankaltaisissa kohteissa aikaisemmin. Taulukko helpottaa myös puhallusmateriaalin tilaamista, koska tilaaja pystyy taulukosta katsomalla tilaamaan oikeat polyuretaanisienet oikeisiin puhalluskohteisiin. Se tulee myös mahdollisesti vähentämään

työkohteissa paikan päällä tehtyjä testejä, joilla määritetään oikea puhallusmateriaali kyseiseen kohteeseen. Taulukosta saatujen tietojen avulla voi mahdollisesti työtehokkuus parantua ja sitä kautta työhön kuluva aika lyhentyä.

Testejä on tarkoitus tehdä vielä tulevaisuudessa ainakin lasiin, tiileen ja kaikkiin erilaisiin pintoihin, joihin Sponge-Jet-puhallusmenetelmää voi mahdollisesti käyttää. Sponge-Jet-puhallusmenetelmä on selvästi markkinoiden monipuolisin ja monissa kohteissa paras puhallusmenetelmä.

## LÄHTEET

1. Teke Oy. 2010. Teke Oy:n esite.
2. Sponge-Jet, inc. Sponge-Jet introduction video. Saatavissa: <http://www.spongejet.com/> [viitattu 2.2.2011]
3. Sponge-Jet, inc. 2002. Comparing Abrasive Blasting Technologies. Saatavissa: [http://www.spongejet.com/document\\_library/1\\_Overview/Microcontainment%20Diagram.pdf](http://www.spongejet.com/document_library/1_Overview/Microcontainment%20Diagram.pdf) [viitattu 7.2.2011]
4. Teke Oy. 2010. Sponge-Jet puhallus kaikkeen kunnossapitoon. 2010. Teke Oy:n esite.
5. Teke Oy. 2008. Puhdistuspuhallus turbiineille. Teke Oy:n esite.
6. Norton Sandblasting Equipment. Dry ice what is dry ice blasting. Saatavissa: <http://www.nortonsandblasting.com/nsbdryiceblast.html> [viitattu 6.5.2011]
7. Norton Sandblasting Equipment. Baking soda. Saatavissa: <http://www.nortonsandblasting.com/nsbarmham.html> [viitattu 6.5.2011]
8. Teke Oy. 2010. TEKELtä voimalaitospuhdistusratkaisuja biovoimasta ydinvoimaan ja turbiineille. Teke Oy:n esite.
9. Teke Oy. 2009. Radioaktiivisen pintakerroksen poisto ydinvoimalaitosten eri elementeistä. Teke Oy:n esite.
10. Teke Oy. 2009. Kun puhdistuksessa pöly on ongelma. Teke Oy:n esite.
11. Sponge-Jet, inc. 2002. Sponge-Jet equipment sizes. Saatavissa: [http://www.spongejet.com/document\\_library/2\\_Product%20Information/100%2B200%2B400%20HP%20Size%20Chart.pdf](http://www.spongejet.com/document_library/2_Product%20Information/100%2B200%2B400%20HP%20Size%20Chart.pdf) [viitattu 23.2.20011]
12. Sponge-Jet, inc. 2007. Sponge-Jet high production feed units. Saatavissa: [http://www.spongejet.com/document\\_library/2\\_Product%20Information/100%2B200%2B400%20HP%20Sellsheet.pdf](http://www.spongejet.com/document_library/2_Product%20Information/100%2B200%2B400%20HP%20Sellsheet.pdf) [viitattu 23.2.2011]

13. Sponge-Jet, inc. 2002. Sponge-Jet recyclers. Saatavissa:  
[http://www.spongejet.com/document\\_library/2\\_Product%20Information/Sponge-Jet%20Recycler.pdf](http://www.spongejet.com/document_library/2_Product%20Information/Sponge-Jet%20Recycler.pdf) [viitattu 28.2.2011]
14. Sponge-Jet, inc. 2008. Sponge-Jet media recycler user manual. Saatavissa:  
[http://www.spongejet.com/document\\_library/4\\_Technical%20References/B\\_Equipment%20Operation/35-E%20Recycler%20Manual.pdf](http://www.spongejet.com/document_library/4_Technical%20References/B_Equipment%20Operation/35-E%20Recycler%20Manual.pdf) [viitattu 28.2.2011]
15. Sponge-Jet, inc. 2008. Sponge-Jet parts and accessories. Saatavissa:  
[http://www.spongejet.com/document\\_library/2\\_Product%20Information/Nozzle%20and%20Accesories.pdf](http://www.spongejet.com/document_library/2_Product%20Information/Nozzle%20and%20Accesories.pdf) [viitattu 7.3.2011]
16. Sponge-Jet, inc. 2006. Saber blast nozzles abrasive blasting nozzles. Saatavissa:  
[http://www.spongejet.com/document\\_library/2\\_Product%20Information/Saber%20Blast%20Nozzle.pdf](http://www.spongejet.com/document_library/2_Product%20Information/Saber%20Blast%20Nozzle.pdf) [viitattu 7.3.2011]
17. Phillips Industrial Services. 2009. Saatavissa:  
<http://www.phillipsindsvc.com/specialty.html> [viitattu 16.3.2011]
18. Pacific Industrial Equipment. Sponge-Jet. 2010. Saatavissa:  
[http://www.pacificindustrialequipment.com/products/sponge\\_jet/](http://www.pacificindustrialequipment.com/products/sponge_jet/) [viitattu 16.3.2011]
19. Sponge-Jet. Sponge-Jet feed unit user manual. 2007. Laitteen käyttöohje.
20. Anne Marie Helmenstine.2011. Mohs scale of hardness. Saatavissa:  
<http://chemistry.about.com/od/geochemistry/a/mohsscale.htm> [viitattu 16.3.2011]
21. Sponge-Jet, inc. 2003. Sponge media for profiling and abrading. Saatavissa:  
[http://www.spongejet.com/document\\_library/2\\_Product%20Information/Sponge%20Media%20for%20Profiling%20%26%20Abrading.pdf](http://www.spongejet.com/document_library/2_Product%20Information/Sponge%20Media%20for%20Profiling%20%26%20Abrading.pdf) [viitattu 16.3.2011]
22. Sponge-Jet, inc. 2010. Sponge-Jet white SPOCC sponge media. Saatavissa:  
[http://www.spongejet.com/document\\_library/2\\_Product%20Information/White%20SPOCC%20Sponge%20Media.pdf](http://www.spongejet.com/document_library/2_Product%20Information/White%20SPOCC%20Sponge%20Media.pdf) [viitattu 9.4.2011]

23. Sponge-Jet, inc. 2007. Sponge media for sensitive substrates. Saatavissa:  
[http://www.spongejet.com/document\\_library/2\\_Product%20Information/Sponge%20Media%20for%20Sensitive%20Substrates.pdf](http://www.spongejet.com/document_library/2_Product%20Information/Sponge%20Media%20for%20Sensitive%20Substrates.pdf) [viitattu 26.3.2011]
24. Tikkurila. Kattopintojen käsittelyopas. Saatavissa: [http://www.strakennus-pelti.fi/huolto/Tikkurila\\_opas\\_Kattopintojen\\_kasittelyopas.pdf](http://www.strakennus-pelti.fi/huolto/Tikkurila_opas_Kattopintojen_kasittelyopas.pdf) [viitattu 5.5.2011]
25. Suomen Tuulivoimayhdistys ry. Tuulivoimalaitokset Suomessa. 2011. Saatavissa:  
<http://www.tuulivoimayhdistys.fi/tuulivoimalaitokset> [viitattu 5.5.2011]
26. Media Blast and Abrasive, Inc. Grit Size Conversion Table. 2011. Saatavissa:  
<http://www.mediablast.com/grit-size-conversions.php> [viitattu 6.5.2011]

**Need Help? Call Us!**  
**866-204-7068**

Please note that this table is for reference only. Consult your abrasive manufacturer for their particular product specifications.

GRIT	Mesh USS*	Maximum	Inches Average	Minimum	Maximum	Microns Average	Minimum
8	7	0.1300	<b>0.0870</b>	0.0650	3300	<b>2210</b>	1650
10	8	0.1300	<b>0.0730</b>	0.0550	2286	<b>1854</b>	1397
12	10	0.0900	<b>0.0630</b>	0.0450	2286	<b>1600</b>	1143
14	12	0.0750	<b>0.0530</b>	0.0370	1905	<b>1346</b>	940
16	14	0.0650	<b>0.0430</b>	0.0310	1650	<b>1092</b>	787
20	16	0.0530	<b>0.0370</b>	0.0260	1346	<b>940</b>	660
24	20	0.0430	<b>0.0270</b>	0.0180	1092	<b>686</b>	487
30	25	0.0320	<b>0.0220</b>	0.0140	813	<b>559</b>	356
36	30	0.0300	<b>0.0190</b>	0.0120	762	<b>483</b>	305
46	40	0-022	<b>0.0140</b>	0.0095	559	<b>356</b>	241
54	45	0.0195	<b>0.0120</b>	0.0080	495	<b>305</b>	203
60	50	0.0160	<b>0.0100</b>	0.0065	406	<b>254</b>	165
70	60	0.0130	<b>0.0080</b>	0.0050	330	<b>203</b>	127
80	70	0.0115	<b>0.0065</b>	0.0040	292	<b>165</b>	102
90	80	0.0095	<b>0.0057</b>	0.0035	241	<b>145</b>	89
100	100	0.0080	<b>0.0048</b>	0.0025	203	<b>122</b>	63
120	120	0.0065	<b>0.0040</b>	0.0020	165	<b>102</b>	50
150	140	0.0055	<b>0.0035</b>	0.0015	140	<b>89</b>	38
180	170	0.0045	<b>0.0030</b>	0.0010	114	<b>76</b>	25
220	200	0.0040	<b>0.0025</b>	0.0008	102	<b>63</b>	20
240	200	0.0033	<b>0.0020</b>	0.00099	85	<b>50</b>	25
280	**	0.0028	<b>0.00154</b>	0.00075	70	<b>39</b>	9
320	**	0.0024	<b>0.00122</b>	0.00055	60	<b>31</b>	14
400	**	0.0018	<b>0.00087</b>	0.00043	45	<b>22</b>	11
500	**	0.0016	<b>0.00075</b>	0.00039	40	<b>19</b>	10
600	**, ^	0.0014	<b>0.00063</b>	0.00035	35	<b>16</b>	9
700	**, ^	0.0013	<b>0.00055</b>	0.00028	32	<b>14</b>	7
800	**, ^	0.0012	<b>0.00047</b>	0.00020	30	<b>12</b>	5
900	**, ^	0.0009	<b>0.00035</b>	0.00012	23	<b>9</b>	3
1000	**, ^	0.0009	<b>0.00028</b>	0.00008	23	<b>7</b>	2

\* USS - United States Standard Sieve screen size

\*\* Abrasives finer than 240 grit cannot be accurately screened. Grading is accomplished by hydraulic or pneumatic methods.

^ Microfine abrasives are typically only used in wet blast cabinets.

