

Juha Heikkinen

Suihkupuhallusmateriaalin uudelleen käyttäminen

Insinööri (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Kevät 2021



**KAMK • University
of Applied Sciences**

Tiivistelmä

Tekijä(t): Heikkinen Juha

Työn nimi: Suihkupuhallusmateriaalin uudelleen käyttäminen

Tutkintonimike: Insinööri (AMK), kone- ja tuotantotekniikka

Asiasanat: Pintakäsittely, Hiekkapuhallus, Suihkupuhallus, Metalliteollisuus

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin suihkupuhalluksessa käytettävän kuonapuhallusrakeen uudelleen käytettävyyttä. Kuonapuhallusrae on säkistä otettuaan karkeata ja kertaalleen puhallettuna, se ei tunnu juurikaan muuttuneen alkuperäisestä muodosta. Jos käytetty puhallusrae ei ole menettänyt puhdistustehoaan, niin kierrättämällä voitaisiin saada jonkinlaisia kustannussäästöjä.

Käytettyä puhallusraetta on tarkoitus kerätä imuroimalla siihen tarkoitukseen hankitulla paineilmatoimisella imurilla. Imuri toimii paineilmalla ja siinä on valmiina pölynpoisto-ominaisuus. Roskien erotteluun valmistimme yksinkertaisen täryseulan. Seula toimii sähkömoottorilla kiilahihna välityksillä.

Kerättyämme puhallusraetta, suoritimme suihkupuhallustestit uudella ja käytetyllä puhallusrakeella. Valitsimme testikappaleeksi noin neliönpalan merikontin profiilipeltiä. Se oli hyvä testausmielessä, koska molemmat puolet olivat maalattuja. Pystyimme testaamaan uutta ja kierrätettyä raetta omille puolilleen.

Puhallustyön suorittaja antoi palautetta puhdistustehokkuudesta käytetyllä rakeella puhallettaessa ja pölyämisen määrästä, verrattuna uuteen puhallusrakeeseen.

Mittasimme pinnankarheuden Ra-arvon ja lopuksi vielä vertailimme pintaa pinnavertailusarjan avulla. Lopuksi laskimme karkeat säästö arviot puhallusrakeen kierrättämisestä.

Abstract

Author(s): Heikkinen Juha

Title of the Publication: Re-use of sandblasting material

Degree Title: Bachelor of Engineering, Mechanical Engineering

Keywords: Surface Treatment, Sandblasting, Jet blowing, Metal industry

The aim of this thesis is to investigate the re-usability of slag blasting granules used in blowing. The form of the slag blowing granule is coarse when it is unused. The results of this study show that after one use, the granules do not seem to have changed much from their original shape. If the once used blowing granules do not lose their cleaning power, some cost saving could be gained by recycling the granules.

The used blowing granules were collected by vacuuming with a pneumatic vacuum cleaner purchased for this certain purpose. The vacuum cleaner works with compressed air and has a built-in dust extraction feature. For the separation of debris, a simple vibrating screen was made. The screen was operated by an electric motor via V-belt.

After collecting the blast granule, jet blow tests were performed with the new and used blast granule. Approximately a square meter piece of metal profile sheet used in shipping containers was chosen as the test piece. As both sides of the metal sheet could be painted, it was a very good option because it was possible to test the new and recycled grain on the different sides.

The employee who made the blowing, gave feedback on the cleaning efficiency and the amount of dusting, comparing the new and the used blast granules. Also, the surface roughness, RA-value, was measured and then compared the surface using a surface comparison series. Finally, rough calculations of the cost savings that could be achieved with granule recycling were made.

Sisällysluettelo

1	Johdanto	1
2	Teoriataustan esittely	2
2.1	Paineilman perusteet	2
2.2	Paineilman tuottaminen.....	2
2.3	Suihkupuhdistus	3
2.4	Suihkupuhdistuksen esikäsittelyasteet (SFS-ISO 8501-1)	4
2.4.1	Sa1 Kevyt suihkupuhdistus.....	4
2.4.2	Sa2 Huolellinen suihkupuhdistus	4
2.4.3	Sa2½ Hyvin huolellinen suihkupuhdistus	5
2.4.4	Sa3 Suihkupuhdistus metallinpuhtaaksi.....	5
2.4.5	SaS Pyyhkäisypuhdistus.....	6
2.5	Puhallusmateriaalit	6
2.6	Puhalluslaitteet	7
2.7	Pinnanlaadun määrittäminen.....	9
3	Puhallusrakeen uusiokäyttäminen	11
3.1	Materiaalin talteenotto.....	11
3.2	Seula	13
3.3	Puhallusrakeen testaus	17
3.4	Testauskappale.....	17
4	Tulokset	19
5	Kustannussäästöt.....	21
6	Yhteenveto	22

Liitteet

1 Johdanto

Opinnäytetyössä tutkin suihkupuhalluksessa käytetyn kuonapuhallusrakeen uudelleen käytettävyyttä. Kerran käytetty puhallusrae ei silmämääräisesti tarkasteltuna näytä kovinkaan paljon muuttuneen alkuperäisestä muodosta. Jos uudelleen käytettynä puhallusrae ei menetä puhdistusominaisuuksiaan, niin uudelleen käyttämällä saataisiin kohtalaisia kustannussäästöjä vuositasolla.

Tarkoituksena on tehdä puhallustesti, jolla voidaan todeta puhallustehokkuus ja pinnanlaatu puhallettavassa kappaleessa. Käytetyn puhalluskuonan talteenotto toteutetaan Ykkösmetalli Oy:n hankkimalla imurilla, jolla imuroidaan käytetty puhalluskuona imurissa olevaan säiliöön. Imurissa on suodatinyksikkö, joka erottelee hienojakoisen pölyn pois puhallusrakeesta. Irtoroskat saadaan seulottua lopuksi kaatamalla puhallusmateriaali tärisevän seulan läpi.

Testataan lopuksi uutta ja käytettyä puhallusraetta maalattuun metallikappaleeseen ja vertaillaan näiden kahden pinnan tuloksia.

Toimeksiantajana opinnäytetyössä oli Ykkösmetalli Oy, joka on perustettu vuonna 1986. Yritys toimii metalliteollisuuden tilauskonepajana. Valmistamme tilauksesta kaikenlaisia tuotteita normaali rakenneteräksestä, ruostumattomasta teräksestä ja alumiinista. Valmistetut tuotteet esikäsittelemme kuonalla tai hiekalla suihkupuhaltamalla. Pintakäsittely suoritetaan polyuretaani märkämaaleilla. Pienemmät tuotteet voidaan pintakäsitellä pulverimaaleilla.

Tilaustöiden lisäksi käymme lähikaivoksilla ja sellutehtailla kunnossapito seisakeissa. Toimitilat jakautuvat neljään erilliseen halliin, kaksi tuotantohallia, leikkaamohalli ja maalaamo. Maalaamon päädystä on lisäksi katos, jossa maalattavat osat esikäsitellään suihkupuhaltamalla. Tontilla sijaitsee myös kaksi pressuhallia, jotka toimivat varastoina. Isommassa säilytetään valmiita tuotteita ja varastoidaan harvemmin käytettyjä työvälineitä. Pienemmässä säilytetään pääasiassa puhalluksessa käytettyä hiekkaa ja kuonaa. Työntekijöitä on tällä hetkellä 28, joista 3 on toimihenkilöitä.

2 Teoriataustan esittely

2.1 Paineilman perusteet

Paineilma on ylipaineista ilmaa, jota käytetään laajasti eri tarkoituksiin. Tunnetuin sovellus paineilmaista lienee ilman pumppaaminen polkupyörän renkaaseen. Rengasta täytettäessä pumpun avulla normaalipaineinen ilma muutetaan paineilmaiseksi eli lihasenergiaa muutetaan pneumaattiseksi energiaksi.

Täytettäessä rengasta pumpulla tai tehtäessä kompressorin avulla paineilmaa pienennetään tietyn ilmamäärän normaalia tilavuutta, jolloin molekyylien väliset vetovoimat muuttuvat työntövoimiksi eli paineeksi. Työntövoiman määrä kuvaa paineilmaan varastoitunutta energiaa. Energian määrä on sitä suurempi, mitä suurempia ovat ilmatilavuus ja paine. [1, s. 2.]

2.2 Paineilman tuottaminen

Ykkösmetallilla paineilman tuottamiseen käytetään ruuvikompressoria. Kompressorin puristama paineilma johdetaan elektronisesti taso-ohjattuun lauhteenpoistimeen ja siitä kuivaimeen, jonka kautta se kulkee paineilmaverkostoon. Järjestelmässä ei ole erillistä painesäiliötä tasaamassa painevaihteluita. Paineilmalinjassa on lisäksi kosteuden poistamiseksi tehtyjä jakotukkeja, joissa ilmassa oleva kosteus tiivistyy jakotukin pohjalle ja sieltä se saadaan poistettua avaamalla tyhjenyshana pohjasta.

Paineilmaa käytetään hiomiseen ja hitsausroiskeiden poistoon omilla työkaluillaan, mutta pääasiallinen käyttökohde on suihkupuhdistuksessa. Kuvassa 1 paineilman tuottamisen hoitava Kaeserin valmistama BSD 72 ruuvikompressor, joka tuottaa noin 8 Bar paineen puhallukseen. Tämä riittää hyvin kattamaan suihkupuhdistuksen tarvitseman ilmamäärän. Kompressorin tuottamaa lämpöenergiaa käytetään talviaikaan tuotantotilojen lämmitykseen, ja kesäisin lämmin ilma ohjataan ulos.



Kuva 1. Kaeser BSD 72 [2]

2.3 Suihkupuhdistus

Teräs- ja valurautakappaleiden ruosteenpoistoon käytetään yleisesti suihkupuhdistusta, joka onkin tehokkain menetelmä valssihilseen ja ruosteen poistamiseen. Suihkupuhdistamisella, jota merkitään lyhenteellä "Sa", tarkoitetaan mekaanista pinnanpuhdistusta, jossa epäpuhtaudet irrotetaan raesuihkulla. Paikallisen puhdistuksen ollessa kyseessä käytetään merkintää PSa (tarkoittaa samaa kuin ennen käytetty nimitys "paikkapuhallus"). Suihkupuhdistuksessa käytetään avopuhallus-, tyhjiöpuhallus-, vesisuihku- (märkäpuhallus) tai sinkopuhdistuslaitteita. Suihkupuhdistusta käytetään myös kastosinkityn, alumiinin sekä vanhan maalipinnan puhdistukseen ja karhennukseen välittömästi ennen maalausta. Tällöin puhallus pitää tehdä ei-metallisilla materiaaleilla ja pienellä paineella, ettei pinta tai pinnoite vaurioituisi. Puhallusmateriaalin raekoon pitäisi olla 0,2–0,5 mm ja paine alle 4 Bar. Suuttimen etäisyyden puhallettavasta pinnasta 0,5–0,8 m [3, s. 16.]

2.4 Suihkupuhdistuksen esikäsittelyasteet (SFS-ISO 8501-1)

2.4.1 Sa1 Kevyt suihkupuhdistus

Paljain silmin tarkasteltaessa ei pinnalla saa olla näkyvää öljyä, rasvaa, likaa eikä heikosti kiinni olevaa valssihilsettä, ruostetta, maalia tai vieraita aineita. Kuvassa 2 esimerkki pinnasta. [3, s. 16.]



Kuva 2. Sa 1

2.4.2 Sa2 Huolellinen suihkupuhdistus

Paljain silmin tarkasteltaessa ei pinnalla saa olla näkyvää öljyä, rasvaa tai likaa ja vain vähän valssihilsettä, ruostetta, maalia tai vieraita aineita. Puhdistuspinnalle jäävien epäpuhtauksien tulee olla hyvin kiinni alustassa. Kuvassa 3 esimerkki pinnasta. [3, s. 16.]



Kuva 3. Sa 2

2.4.3 Sa2½ Hyvin huolellinen suihkupuhdistus

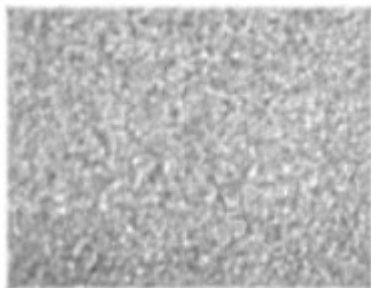
Paljain silmin tarkasteltaessa ei pinnalla saa olla näkyvää öljyä, rasvaa tai likaa eikä valssihilsettä, ruostetta, maalia tai vieraita aineita. Pinnalle jäävät epäpuhtaudet näkyvät korkeintaan heikkoina värjäytyminä, laikkumaisina tai juovamaisina varjostumina. Kuvassa 4 esimerkki pinnasta. [3, s. 16.]



Kuva 4. Sa 2½

2.4.4 Sa3 Suihkupuhdistus metallinpuhtaaksi

Paljain silmin tarkasteltaessa ei pinnalla saa olla näkyvää öljyä, rasvaa tai likaa eikä valssihilsettä, ruostetta, maalia tai vieraita aineita. Pinnalla on oltava yhtenäinen metallinen väri. Kuvassa 5 esimerkki pinnasta. [3, s. 16.]



Kuva 5. Sa 3

2.4.5 SaS Pyyhkäisy puhdistus

Pyyhkäisy suihkupuhdistusta (vanha nimi on hiekkapesu) käytetään sinkittyjen ja alumiinipintojen puhdistukseen, vanhojen ehjien maalipintojen karhennukseen sekä irtoilevan maalin poistoon korjausmaalauksissa. Valmiin pinnan tulee olla tasaisen himmeä ja karhea, mutta pinnoitteen ehjä.

Suihkupuhdistuksen jälkeen pinnalta poistetaan luonnollisesti pöly ja roskat sekä puhdistusmateriaali. Useat maalityypit edellyttävät suihkupuhdistukselta asteen Sa2½, joka onkin nykyään eniten käytetty esikäsitteilyaste. Uputusrasitukseen tulevat teräsrakenteet on syytä aina puhaltaa asteeseen Sa2½. Yleensä kallista ja työlästä puhdistusastetta Sa3 käytetään vain, jos rasitusolosuhteet ovat erittäin vaativat. [3, s. 16.]

2.5 Puhallusmateriaalit

Suihkupuhdistuksessa käytettäviä puhallusmateriaaleja on paljon erilaisia, ja sen valinta on tehtävä tapauskohtaisesti, mikä on pääasiallinen puhalluskohde ja millaista lopputulosta haetaan. Ykkösmetallilla puhalluksessa on käytössä puhallusrae, kvartsihiekkä ja sooda. Suuremmissa määrin näistä materiaaleista käytetään puhallusraetta. Tilatussa erässä on noin 14400 kg puhallusraetta, ja tämänkokoisia eräitä tilataan tarpeen mukaan.

Puhallusrae on valmistettu teräksen valmistuksen yhteydessä jäljelle jäävästä kuonasta. Puhallusrae on raekooltaan 0,5–1,5 mm ja muodoltaan teräväkulmainen. Tämän materiaaliin käyttöön on päädytty sen hyvän puhdistustehon ja vähäisen pölyämisen vuoksi. Varsinkin maalinpoistoon puhallusrae on osoittanut varsin toimivaksi ratkaisuksi, mutta puhtaalle teräspinnalle puhaltaessa pinnankarkeus on turhankin karkea. Pinnan karkeutta voidaan säännöstellä puhalluspaineella ja suuttimen etäisyydellä kappaleesta. Kuvassa 6 puhalluksessa käytetty puhallusrae.



Kuva 6. Puhallusrae

Kvartsihiekkää käytetään yleensä alumiinivanteiden puhallukseen sen hienovaraisemman puhallustuloksen johdosta. Puhallusrakeella alumiinia puhallettaessa rakeen karkea muoto tekee puhalluspinnasta liian rosoisen, ja se vaatii silloin maalikerrokselta paksua kerrosta, jotta saataisiin sileä lopputulos.

Sooda on käytetty lähinnä joissakin paikkamaalausta vaativissa töissä ja missä puhallustuloksen on oltava hienovarainen.

2.6 Puhalluslaitteet

Kuvassa 7 Ykkösmetallilla käytössä oleva Clemcon SCW-2452 200 L -puhalluslaite. Laitteen säiliöön sopii noin 300 kg puhallusainetta. Se on varustettu 20 m pitkällä 1¼ tuuman letkulla, jonka

päässä puhallussuuttimena käytetään 8 mm tai 9,5 mm suutinta [4]. Puhallusta ohjataan sähkökäyttöisellä ohjaukahvalla. Kuvassa 8 sähkökäyttöinen ohjaukahva, joka on parempi ratkaisu talvisissa olosuhteissa puhaltaessa. Paineohjauksella toimivat ohjauventtiilit voivat jäätää kylmissä lämpötiloissa puhaltaessa.



Kuva 7. Clemco SCW-245 200 L [4]



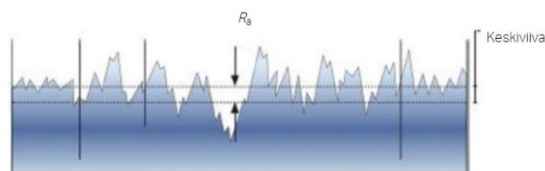
Kuva 8. Puhalluskahva sähköohjauksella

Puhaltajalla suojarusteina ovat Clemcon Apollo 100- suojakypärä, johon johdetaan hengitysilmaa Clemcon CBF-20- suodatinyksikön kautta. Kylmillä ilmoilla puhallettaessa hengitysilmaa saadaan lämmitettyä kitkalämmittimellä. Sillä ilman lämpötilaa saadaan nostettua 20 astetta tulevasta ilmasta [4]. Lisäksi suojarusteina haalarit, turvakengät, hyvät kuulonsuojaimet ja pitkävartiset nahkahanskat.

2.7 Pinnanlaadun määrittäminen

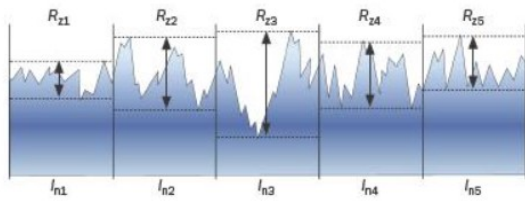
Pinnalaatua on mahdollista tutkia pinnan aaltomaisuuden, muodon, pinnankarheuden ja tutkitavan materiaalin pinnan mittatarkkuuden suhteen. Pinnankarheuden erot ja mittaustulokset perustuvat pinnan muotoon, huippujen ja laaksojen välisiin korkeuksiin tai niiden etäisyyksiin toisiinsa nähden. Pinta muodostuu pinnan taajuuden muodoista ja pinnan taajuuden muodot ovat luokiteltu karkeasti kolmeen ryhmään. Pinnankarheus muodostuu suuritaajuuksisista pinnanmuodoista. Keskisuuren taajuuden muutokset muodostavat pinnan aaltomaisuuden. Pienet taajuudet muodostavat pinnan sylinterimäisyyden. [5, s. 29.]

Metallipintojen Ra-arvot ovat yleisemmin 0,02–3,5 μm . Mitä pienempi luku, sitä sileämpi pinta on (0,02 μm = peilipinta). [6]. Kuvassa 9 Ra-profiilin määrittäminen.



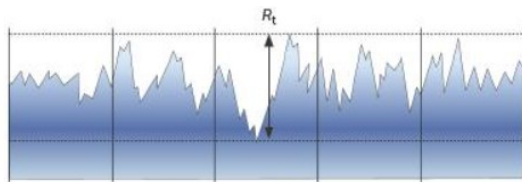
Kuva 9. Profiilin aritmeettinen keskipoikkeama [6]

Muita pinnanprofiilin mittaamisessa käytettyjä suureita ovat Rz ja Rt. Rz-arvolla ilmoitetaan maksimiprofiilinsyvyys, joka lasketaan mittausjakson korkeimpien huippujen ja syvimpien laaksojen arvoista. Mittauspituudella on yleensä viisi mittausjaksoa, mutta määrä voi vaihdella nykyisillä mittauslaitteilla. [6]. Kuvassa 10 Rz-profiilin määrittäminen.



Kuva 10. Profiilin Rz-määrittäminen [6]

Kokonaisprofiilin syvyys on ylimmän profiilin huipun ja alimman profiilin laakson summa mittauspituudella, joka yleensä käsittää viisi mittausjaksoa. Yksittäinen R_t -arvo, johon ei yhdistetä arvoja R_z tai R_a , on tiukimpia tapoja määrätä R-profiilin tarkkuusvaatimus. [6]. Kuvassa 11 R_t -profiilin määrittäminen.



Kuva 11. R_t -profiilin määrittäminen [6]

3 Puhallusrakeen uusiokäyttäminen

3.1 Materiaalin talteenotto

Käytetyn puhallusrakeen keräystä varten hankittiin Nedermanin valmistama paineilmatoiminen teollisuusimuri. Imuri toimii sykloniperiaatteella, jossa raskaampi materiaali menee keräyssäiliöön ja kevyemmät hiukkaset kulkeutuvat pölylle tarkoitettuun säiliöön. Ulos palaava ilma suodattetaan vielä patruunasuodattimen läpi. Keräyssäiliön pohjassa on käsikäyttöinen tyhjennysventtiili, josta imuroitu puhallusrake saadaan otettua talteen. Kuvassa 12 hankittu paineilmatoiminen syklonimuri.



Kuva 12. Nederman 405 [7]

Valmiiseen imurikokoonpanoon joutuimme tekemään joitakin muutoksia käytettävyyden takia. Tehdyillä muutoksilla käytettävyys saatiin paremmaksi.

Imuria ei juurikaan tarvitse liikutella puhallustilassa, niinpä poistimme pyörät rungon alta. Vahvistimme rungon alaosan rakennetta ja lisäsimme runkoon trukkipiikeille kohdat, josta imuria voi siirtää trukin avulla. Lisäksi joutuimme korottamaan imurinsäiliötä tukevaa runkoa, jotta saimme sijoiteltua keräyssäiliön alle tarvittavat lisätoiminnot. Kuvassa 13 tehdyt runkomuutokset.



Kuva 13. Runkomuutoksia

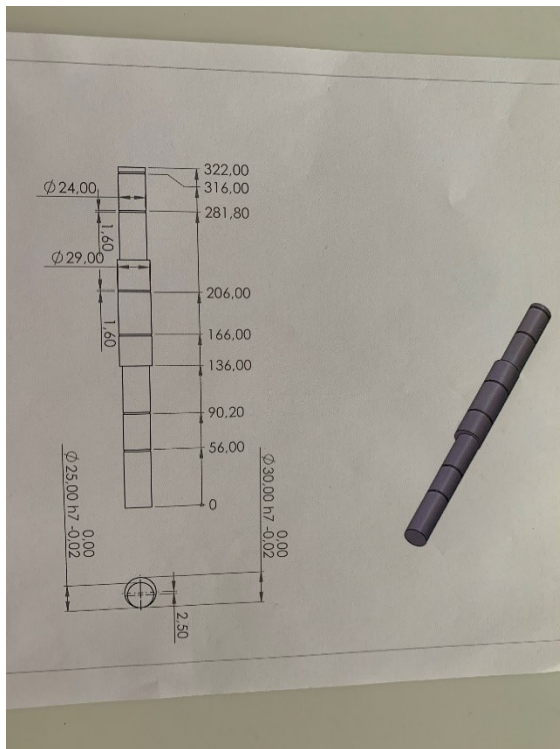
Imuroidun puhallusrakeen sekaan on kertynyt puhalluksessa irronnutta ruostetta ja muita epäpuhtauksia, jotka täytyy saada erotettua puhallusrakeen seasta. Imurin keräyssäiliön alapuolelle suunnittelimme seulan, jolla isommat roskat saadaan eroteltua puhallusrakeen joukosta. Seulan alle täytyy sijoittaa myös keräysastia seulotulle puhallusrakeelle, johon hankimme 750 litran kippikontin. Kuvassa 14 laitteisto muutoksineen.



Kuva 14. Imurilaitteisto seuloineen

3.2 Seula

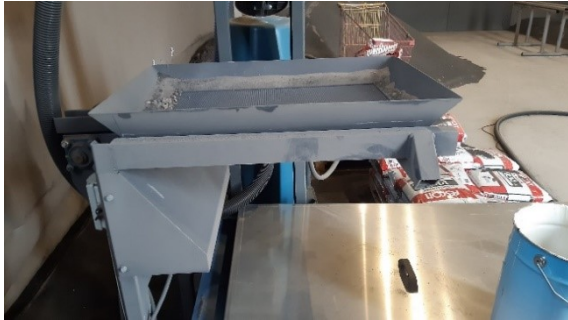
Seulojen rakentamisesta meillä ei ollut paljonkaan kokemusta, niinpä sitä lähdettiin rakentamaan prototyyppi mielessä. Suunnittelusta vastasi yrityksen insinööri Tuomo Parikka. Hänellä on jo useamman vuoden kokemus suunnittelutöistä. Itse toimin prototyypin rakentelussa sivusta seuraajana. Suunnittelu aloitettiin seulan liikkeen mahdollistavalla epäkeskoakselilla. Liikeradan ei tarvitsisi olla kovinkaan suuri, joten päädyttiin akselin 2,5 mm liikerataan. Arvioimme tämän suuruisen liikeradan olevan riittävä epäkeskoakselille. Kuvassa 15 seulan epäkeskoakseli, johon koneistettiin myös laakeriyksiköiden lukitusosan urat.



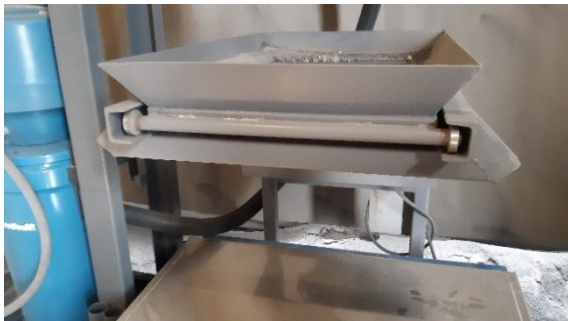
Kuva 15. Epäkeskoakseli

Seulataso on mitoiltaan 750 mm x 500 mm, runko tehty 40 mm x 40 mm x 4 mm putkipalkista ja se liikkuu UNP 80 profiilista tehtyjen johteiden välissä laakereiden varassa. Seulaverkko on kiinnitetty 30 mm x 4 mm lattarautakehän alle 5x20 mm pulteilla. Kiinnitys on pulteilla, jotta verkon voi vaihtaa sen kuluessa. Lisäksi reunoille on laitettu ohjainpellit.

Seulaverkko on silmäkooltaan 3,6 mm x 5,8 mm. Kokeilimme pienempisilmäistä verkkoa, mutta se meni tukkoon seulaa testatessa. Vaikka verkko onkin harvempisilmäinen, siitä läpimenevä puhallusmateriaali sopii virtaamaan puhallussuuttimen läpi, eikä näin tuki puhallusletkua. Kaikista isoimmat roskat jäävät verkon pinnalle, josta ne on helppo siirtää syrjään. Kuvassa 16 ja 17 seulan rakennetta.



Kuva 16. Seula sivulta



Kuva 17. Seula päädystä

Seulaa liikuttaa ABB 3GVA087242-AHB kaksinopeussähkömoottori, kierrokset oli valittava 1380 r/min tai 740 r/min väliltä. Tilasimme kiilahihnapyörät moottoriin $\varnothing 67$ mm ja seulaan $\varnothing 140$ mm. Kytkimme moottorin aluksi 1380 r/min kierroksille ja kokeilemme sillä toimintaa. Näillä hihnapyörillä seulan akselin pyörimisnopeus on noin 660 r/min. Testasimme seulaa ja totesimme liikkeen olevan sopiva seulonnalle. Pienemmälle nopeudelle kytkettäessä liike olisi ollut liian hidasta. Kuvassa 18 seulan kiinnitys epäkeskoakseliin ja kuvassa 19 hihnapyörät.



Kuva 18. Seulan kiinnitys epäkeskoakseliin



Kuva 19. Seulan hihnavälitykset

3.3 Puhallusrakeen testaus

Talteen otettu puhallusrae, joka on imuroitaessa puhdistunut hienoimmasta pölystä ja seulomalla siitä on eroteltu isommat epäpuhtaudet, on nyt valmista testauksiin. Testissä tarkastellaan, onko puhallusrae menettänyt tärkeintä ominaisuuttaan eli puhdistustehoaan kerran käytettyään. Lisäksi huomioidaan pinnanlaadun muutokset uudella ja kierrätetyllä puhdistusrakeella puhallettaessa.

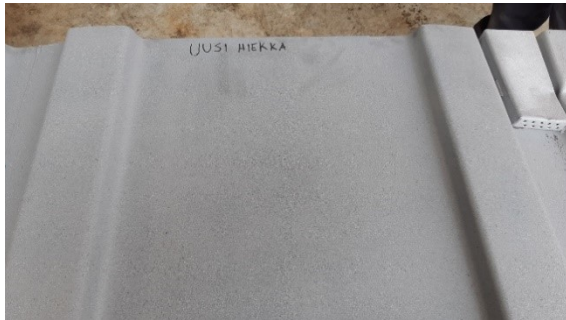
3.4 Testauskappale

Testattavaksi kappaleeksi valittiin maalattua profiilipeltiä, joka löytyi jäteastiasta. Kappale oli leikattu merikontin kyljestä. Maalatulla pinnalla nähdään, onko kierrätetty puhallusrae menettänyt tehoaan puhalluksessa. Kappale oli maalattu molemmin puolin, jolloin voimme testata toiselle puolelle uutta puhallusraetta ja toiselle puolelle kerran käytettyä. Pinnoilla on hyvä vertailla puhalluksen lopputuloksia. Kuvassa 20 puhallettava profiilipelti merikontista.

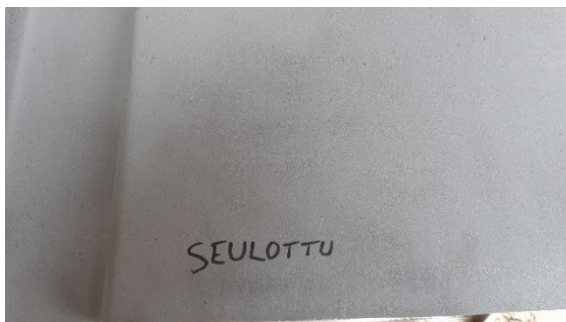


Kuva 20. Profiilipelti merikontista

Suihkupuhalluksen suoritti puhaltaja, jolla on useamman vuoden työkokemus suihkupuhallustöistä. Paineena käytettiin noin 8 Bar painetta ja puhallusmatkana suuttimen ja työkappaleen välillä 500 mm. Kuvassa 21 testikappaleen puoli, joka puhallettiin uudella puhallusrakeella ja kuvassa 22 kerran käytetyllä puhallusrakeella.



Kuva 21. Uudella puhallusrakeella puhallettu



Kuva 22. Käytetyllä puhallusrakeella puhallettu

Kuten kuvissakin näkyy, silmämääräisesti tarkasteltuna testikappaleen pinnoissa ei ole suuria eroavaisuuksia. Puhdistustulos vastaa standardin (SFS-ISO 8501-1) esikäsitteilyasteeltaan Sa2½, hyvin huolellinen puhdistus, tulosta.

4 Tulokset

Suihkupuhaltajan näkemyksen mukaan puhdistusteho käytetyllä rakeella puhallettaessa oli hiukan huonompaa kuin uudella rakeella ja se pölisi vähän enemmän kuin uusi. Pinnan karheus näyttäisi silmämääräisesti katsottuna ja sormenpäillä tunnusteltaessa vähän sileämmältä käytetyllä rakeella puhalletulla pinnalla.

Pinnankarheuden mittaustulokset annettiin Koneistamo Alm Oy:n mitattaviksi, koska heillä oli tarvittavat mittalaitteet työhön. Tällä mittalaitteella pystyttiin mittaamaan pinnan Ra-arvoa. Kuvassa 23 mittalaite, jolla mittaukset tehtiin.



Kuva 23. Diavite DH-7

Mittaaminen aloitettiin koneen kalibroimisella. Siihen oli laitteen mukana testipinta, jossa pinnankarheus oli 1,0 μm . Anturi kalibroitiin tähän pintaan, jonka jälkeen voitiin siirtyä testattavan pinnanmittauksiin. Mittauksia tehtiin 5 kpl testikappaleen molemmille puolille ja näistä tuloksista laskettiin lopuksi keskiarvo.

Mittauspisteet	Mittaus 1	Mittaus 2	Mittaus 3	Mittaus 4	Mittaus 5	Keskiarvo
Käytetty rae	7,60 μm	11,47 μm	8,27 μm	13,79 μm	9,87 μm	10,2 μm
Uusi rae	9,85 μm	12,66 μm	7,84 μm	10,23 μm	11,35 μm	10,39 μm

Taulukko 1. Pinnankarheuden mittaustulokset

Suoritimme vielä pinnankarheuden vertailua siihen tarkoitettujen vertailupintojen avulla. Vertailu suoritettiin raapimalla kynnenpäällä molempia pintoja ja tunnustelemalla kynnenvärähtelyä. Se pinta vertailusarjassa, joka värähtelee samalla lailla testikappaleen pinnan kanssa, on sen pinnan Ra-arvo. Kuvassa 24 pinnanvertailusarja.



Kuva 24. Pinnanvertailusarja

5 Kustannussäästöt

Laskettiin karkeat arviot kustannuksista, joita kierrättämällä voitaisiin säästää.

Puhallusraetta tilataan 14400 kg erissä, ja tämän kokoisia eriä tilataan aina tarpeen mukaan. Yhdessä säkissä on 25 kg puhallusraetta, niinpä tilauserä sisältää noin 576 säkkiä. Laskemisessa käytettiin yhden kippikontin tilavuutta 750 l. Puhalluskuonan ominaispaino on noin 2,5 kg/l. Näillä tiedoilla voidaan laskea paino täydelle kippikontilliselle puhallusraetta. $2,5 \text{ kg/l} \times 750 \text{ l} = 1875 \text{ kg}$. Se vastaa säkkimäärältään 75 säkkiä. Uuden säkin hinta noin 8 €/kpl.

Lasketaan yhden kippikontillisen arvo puhallusraetta 75 säkkiä $\times 8 \text{ €/kpl} = 600 \text{ €}$. Laskuissa arvioidaan työaika, joka kuluu yhden kippikontillisen imurointiin. Taulukossa on arvioitu työajat, paljonko menee aikaa imuroida yhden kippikontillisen verran puhallusraetta. Todellista työaika ei ollut tiedossa. Yksi tilauserä vaati laskennallisesti 7,68 kippikonttia ja tilauseriä oletetaan olevan 5 vuodessa.

Imuroimis kustannukset		Hyöty/1. kippikontti	Hyöty/tilauserä	Tilauksia/vuosi	Säästö vuodessa
työtunnit	€/h				
2	43	86 €	514 €	5	19 738 €
3	43	129 €	471 €		18 086 €
4	43	172 €	428 €		16 435 €
5	43	215 €	385 €		14 784 €
6	43	258 €	342 €		13 133 €

Kuva 25. Kustannusarviolaskelmat

Kustannussäästöistä pitää lopuksi vähentää jätteenkäsittelylaitoksen maksut ja kuljetuskustannukset. Puhallusrae luokitellaan asbestijätteeksi Ekokympin taulukoiden mukaan, ja sen jätemaksu on 190 €/t. Yhden kippikontin hävityskustannukset ovat 356 € ja koko tilauserän 2736 €.

6 Yhteenveto

Puhallusrakeella puhallettu pinnanlaatu ei juurikaan muuttunut, vaikka se olisi kerran käytettyä. Mitatut tulokset ovat Ra-arvoltaan melkein samat, uudella 10,39 μm ja käytetyllä 10,2 μm .

Sormin tunnusteltaessa uudella puhallusrakeella puhallettu pinta tuntui karheammalta kuin käytetyllä rakeella puhallettu pinta. Se johtui todennäköisesti terävimmistä pinnankorkeuden huipujen ja laaksojen muodoista. Tämä selittyy uuden rakeen karkeammalla ulkomuodolla. Käytetty puhallusrake on puhaltaessa jonkin verran pyörästynyt ja näin puhalluksen pinnanlaatu on hieman jouhevampi. Pinnanvertailusarjaan vertailtaessa arvo oli jotakin Ra 6,3–12 μm väliltä, pinnanvertailuliuskoihin vertailtaessa.

Puhallusraetta kannattaisi käyttää uudelleen, koska sen puhdistusominaisuudet eivät muuttuneet juurikaan. Puhallettaessa uusia teräspintoja kierrätetyn puhallusrakeen puhallusteho oli lähes sama ja hieman suuremmalla pölyämisellä ei ollut haittaa puhallukseen. Varsinkin kesäaikaan tapahtuvissa puhalluksissa sen käyttäminen olisi järkevää. Talvella rakeeseen tiivistynyt kosteus voi aiheuttaa jäätymisongelmia kylmillä ilmoilla puhaltaessa.

Lähtökohtaisesti tavoitteena olikin, että kierrätettyä puhalluskuonaa voitaisiin käyttää suihkupuhalluksessa lähinnä keväästä syksyyn sijoittuvalla ajanjaksolla. Ympärivuotisessa käytössä pitäisi miettiä jonkinlaisia puhallusrakeen kuivausmenetelmiä.

Kustannussäästölaskelmissa nähdään, vaikkakin ne ovatkin karkeita laskelmia, että säästöä saadaan aikaiseksi kierrättämällä puhallusraetta. Säästö määrä toki riippuu hyvin paljon laskentavasta. Esimerkiksi, jos kippikontillisen imurointi vaatii 4 h töitä ja puhallusraetta tilataan 5 erää vuodessa. Säästöä saadaan vuositasolla $16435 \text{ €} - (5 * 2736 \text{ €}) = 2755 \text{ €}$.

Näillä on hyvä aloittaa ja katsotaan tulevaisuudessa, kehitetäänkö toimintoja lisää.

Lähteet

- 1 Hulkkonen, Veli. Pneumatiikan perusteet Fluid Finland. Fluid klinikka NO.13. 2005.
- 2 Airpowered. Air compressors, Kaeser rotary screw compressors [verkkodokumentti]. 2021. [Viitattu 12.2.2021]. Saatavissa: <https://www.airpoweredservices.com.au/sale/bsd-series/>
- 3 Metallipintojen teollinen maalaus 5.painos, Tikkurila Oy, s.16
- 4 Nestori-tuote. Puhallus, Hiekkapuhalluslaitteet [verkkodokumentti]. 2021. [Viitattu 11.3.2021]. Saatavissa: <https://www.nestori-tuote.fi/tuote-osasto/puhallus>
- 5 Honkala, Mikko. Pinnankarheuden vaikutus BRINELL-kovuusmittauksessa. Opinnäytetyö. Kone- ja tuotantotekniikka. 2011. S 29.
- 6 Sandvik, Coromant. työkappaleen pinnan mittaus [verkkodokumentti]. julkaisuaika tuntematon. [Viitattu 25.3.2021]. Saatavissa: <https://www.sandvik.coromant.com/fi-fi/knowledge/materials/pages/workpiece-surface-measurement.aspx>
- 7 Teca. Tuotteet, Teollisuusimurit ja keskusimurijärjestelmät [verkkodokumentti]. julkaisuaika tuntematon. [Viitattu 4.3.2021]. Saatavissa: <https://www.teca.fi/tuotteet/teollisuusimurit-ja-keskusimurijarjestelmat/nederman-teollisuusimurit/13667/nederman-405-teollisuusimuri#>