

Opinnäytetyö (AMK)

Ajoneuvo- ja kuljetustekniikka

2020

Henri Rauhala

DIESELMOOTTOREIDEN VARAOSALUETTELOT

– AGCO Power Oy

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Ajoneuvo- ja kuljetustekniikka

Marraskuu 2020 | 52 sivua

Henri Rauhala

DIESELMOOTTOREIDEN VARAOSALUETTELOT

- AGCO Power Oy

Tässä opinnäytetyössä perehdytään dieselmootoreiden varaosaluetteloiden tuottamisprosessiin. Opinnäytetyön toimeksiantajana on AGCO Power Oy. Työn tavoite oli tehdä yksityiskohtainen kirjallinen selvitys varaosaluettelon tuottamisprosessin työvaiheista. Tämän tarkoituksena oli saada kirjallista pohjaa tuottamisprosessin työvaiheiden kehittämiseksi. Työn aikana oli jo myös mahdollisuus nostaa esille mahdollisia kehitysideoita prosessin eri vaiheista. Opinnäytetyö sisältää lisäksi tutkimustyötä uusien tietokoneohjelmien hyödyntämisestä.

Opinnäytetyön aikana saatiin uutta käsitystä erilaisten toimintatapojen sekä ohjelmien mahdollisuuksista ja haasteista. Nykyisessä toimintamallissa on kehittämismahdollisuuksia, mutta ennen varsinaisten muutosten käyttöönottoa on vielä välttämätöntä perehtyä ongelmiin ja niiden ratkaisuihin syvemmin ja harkiten. Opinnäytetyötä tullaan käyttämään jatkossa pohjana tuottamisprosessin kehittämisessä.

ASIASANAT:

Varaosaluettelo, 3D-malli, räjäytyskuva, kehittämisprosessi.

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Automotive and Transportation Engineering

November 2020 | 52 pages

Henri Rauhala

DIESEL ENGINES PARTS BOOKS

- AGCO Power Oy

This thesis is about the production process of diesel engines parts books. The employer of this research is AGCO Power Oy. The goal was to produce an in-depth explanation describing the process of creating a parts book for a diesel engine. This written explanation would help developing the creation process later in the future. There was also a possibility to bring up new ideas and ways of developing the steps of the creation process.

There was also studying of using new given computer programs in the process. How to use them and are they suitable for the parts book creation?

The research gave some new knowledge on what could be done different to improve the creation process and how to accomplish that. The use of new programs and ways to work could be implemented in the process but not before deeper examining. This thesis will be used later to help developing the creation process's steps.

KEYWORDS:

Parts book, 3D-model, explosion view, development process.

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	6
2 AGCO JA VARAOSALUETTELOT	8
2.1 AGCO Power Oy ja AGCO-konserni	8
2.2 Tuotantopaikat maailmalla	8
2.3 Varaosaluetteloiden kehitys AGCO Power Oy:ssä.	9
3 VARAOSALUETTELON TUOTTAMINEN	11
3.1 Varaosaluettelon luomisprosessi	11
3.1.1 Tietojen haku SAP-järjestelmästä	13
3.1.2 PBAT: Kansilehti	17
3.1.3 PBAT: Parts List Headers	18
3.1.4 Räjätyskuvat	20
3.1.5 Varaosaluettelon kansikuva	21
3.1.6 Osien korvaavuudet	22
3.1.7 Osien lisääminen PLH:lle	24
3.1.8 Tiivistesarjat	27
3.1.9 Lopputarkistus ja julkaisu	28
4 KONSEPTILUETTELO - LUOMISPROSESSIN KEHITYSIDEAT JA TOTEUTUS	30
4.1 Räjätysanimointien ja kuvien luominen Creo Illustrate:lla	30
4.1.1 Mallin tuominen Creo Illustrate:en	30
4.1.2 Informaatiolaatikot	32
4.1.3 Animointi	36
4.1.4 3D-luettelon kokoaminen	36
4.1.5 2D-luettelosivun luominen	37
4.2 Creo View 3.1	46
4.3 Pohdintaa	47
5 LOPUKSI	51
LÄHTEET	52

KUVAT

Kuva 1. Valokuvaamalla toteutettu räjäytyskuva kampiakselikokoonpanosta.	10
Kuva 2. Käsin piirretty räjäytyskuva turboahtimesta.	10
Kuva 3. Luettelon tuottamisessa tarvittavat tärkeimmät SAP-raportit.	16
Kuva 4. PBAT: Varaosaluettelon kansilehti.	18
Kuva 5. Esimerkki PLH:n kansilehdestä.	19
Kuva 6. Esimerkki moottorin 3D-mallista Creo Parametric 4.0 -sovelluksessa.	21
Kuva 7. Varaosaluettelon kansilehti.	22
Kuva 8. PBAT:n esikatselunäkymä PLH:sta.	25
Kuva 9. PLH:n osalistauksen muokkaaminen.	26
Kuva 10. Yksittäisen komponentin tiedot luettelossa.	27
Kuva 11. Luettelon kansilehden tiedot M-Files:ssä.	29
Kuva 12. Katselukulman määrittäminen <i>Isometric 3</i> -asentoon.	31
Kuva 13. Informaatiolaatikon sijoittaminen malliin.	33
Kuva 14. Vaihtoehto osalistauksen esittämiselle.	35
Kuva 15. Automaattisen osalistauksen määrittäminen.	35
Kuva 16. Kaksi eri koostetta samassa näkymässä Creo Illustrate:ssa.	37
Kuva 17. Räjäytysviivojen asetukset.	38
Kuva 18. Koosteen kaikki osat räjäytettynä ilman infolaatikoita <i>Isometric 3</i> -kuvakulmasta kuvattuna.	39
Kuva 19. Valmis räjäytyskuva Creo Illustrate 6.1:llä luotuna.	40
Kuva 20. Nykyisen kaltainen räjäytyskuva Creo Illustrate:lla luotuna.	41
Kuva 21. Luonnos valmiista varaosasivusta Creo Illustrate 6.1:ssä.	43
Kuva 22. Räjäytyskuva "takaoikealta".	44
Kuva 23. Konseptiluettelon varaosasivu PBATQA:ssa.	45
Kuva 24. Mitoitusmerkintöjen poisto Creo View 3.1:ssä.	46

TAULUKOT

Taulukko 1. Moottorin osalistausta SAP-järjestelmästä.	14
Taulukko 2. "Työexcel".	15
Taulukko 3. <i>Simple Selective Supersession</i> .	24

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä selvitetään varaosaluettelon tuottamisen prosessia tehtävänannosta valmiiseen osaluetteloon. Selvityksen aikana paneudutaan mahdollisiin tuottamisprosessin kehittämistarpeisiin ja etsitään niille ratkaisua. Tavoitteena on myös kehittää konsepti-ideoita moottorin varaosaluettelosta, jossa yhdistyisi useat eri sisällöntarjoamisen muodot. Sisällöntarjoamisella tarkoitetaan perinteistä staattista räjäytyskuvaa ja siihen liittyvää osalistaa, sekä esimerkiksi animoinnin kautta purettavia 3D-kokonaisuuksia tai AR-sovelluksia (*Augmented Reality*). Konseptikehittelyn kohteena toimii AGCO Power Oy:n moottori ja sen 3D-malli.

Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, onko mahdollista ja järkevää hyödyntää valmiissa varaosaluettelossa moottorisuunnittelijoiden tuottamia 3D-malleja uusilla tavoilla. Varaosaluettelon laadinnan kannalta tarkasteltuna lopputuloksen tulisi olla tarpeeksi yksinkertainen toteuttaa. Oleellista olisi, että luettelon käyttäminen pysyisi edelleen selkeänä ja yksinkertaisena loppukäyttäjälle. Tässä työssä tutkitaan, olisiko tällaisten varaosaluetteloiden tuottaminen mahdollista olemassa olevilla työkaluilla kohtuullisella työ määrällä. Olisiko valmiiseen varaosaluetteloon mahdollista sisällyttää kokonaisia 3D-osakokoonpanoja ja animointeja?

Työssä pohditaan myös, auttaisiko 3D-muotoinen luettelo hahmottamaan erilaiset kokoonpanokokonaisuudet helpommin ja varmemmin. Tällä hetkellä käytössä olevat 2D-piirroskuvat jättävät tulkinnanvaraa osakokoonpanoista, sillä ne ovat kuvattu vain yhdeltä katselusuunnalta. Kokoonpanon ”taakse” jäävien osien oikeata kiinnitystapaa ja -paikkaa ei voida yksiselitteisesti kaikissa tilanteissa osoittaa.

Konseptissa ratkaistavia/selvitettäviä ongelmia ja haasteita ovat:

- Luodaanko kokonaan uudenlainen luettelo vai sisällytetäänkö uudet ominaisuudet vanhan tueksi?
- Millainen luettelo on ulkoasultaan?
- Mille alustalle valmis luettelo julkaistaan? Varaosaluettelon julkaisumuoto tulisi olla ominaisuuksiltaan siinä määrin joustava sekä yhteensopiva, että sitä voitaisiin tarkastella yleisimmillä tietokoneohjelmilla, sovelluksilla tai web-selaimilla.
- Miten 3D-räjäytyskuvat toteutetaan?

- Miten 3D-animoinnit toteutetaan?
- Miten uudenlainen luettelo saadaan mahdollisimman helppokäyttöiseksi asiakasta varten?
- Miten kokonaisuudesta saadaan mahdollisimman yksinkertainen varaosaluettelon tekijälle, jotta liiallista ylimääräistä työtä ei kertyisi eikä valmiiden luetteloiden julkaiseminen hidastuisi?

Selvityksen aikana on myös mahdollisuus perehtyä tarkemmin koko varaosaluettelon luomiseen liittyviin työvaiheisiin. Työssä pohditaan vaihtoehtoisia menetelmiä luettelon tuottamisen helpottamiseksi, sekä valmiin luettelon tietojen oikeellisuuden varmistamiseksi. Lisäksi selvitetään aikaisemmin käyttämättömien ohjelmistojen hyödyntämisen mahdollisuuksia varaosaluettelon luomisprosessissa.

Tässä työssä esitetyt kuvat ovat kuvakaappauksia AGCO Power Oy:n käytössä olevista ohjelmistoista ja niiden esittämiseen on AGCO Power Oy:n lupa.

2 AGCO JA VARAOSALUETTELOT

2.1 AGCO Power Oy ja AGCO-konserni

AGCO Power Oy on osa maailmanlaajuista AGCO-konsernia, joka on maailman kolmanneksi suurin maatalouskoneiden kehittäjä ja valmistaja.

AGCO:n maailmankuuluja tuotemerkkejä ovat muun muassa:

- Massey Ferguson, maailman eniten myyty traktori.
- Fendt, traktoreiden teknologiajohtaja.
- Valtra, markkinajohtaja traktoreissa Pohjois-Euroopassa ja Etelä-Amerikassa.
- Challenger-telatraktorit.
- Gleaner-puimurit.
- Hesston-heinäkoneet.
- Rogator, Terragator ja Spra-Coupe, itsekulkevat ruiskut. (AGCO Power Oy 2020a.)

2.2 Tuotantopaikat maailmalla

Suomessa AGCO Power Oy on yli 70 vuotta Nokian Linnavuoreessa toiminut dieselmoottoritehdas. Aiemmin Sisu Diesel Oy:nä tunnettu tehdas fuusioitiin amerikkalaiseen AGCO-konserniin vuonna 2004. Sulautumiseen liittyvät kymmenien miljoonien eurojen investoinnit nostivat AGCO Power Oy:n yhdeksi maailman merkittävimmäksi dieselmoottorien valmistajaksi. AGCO Power Oy:n moottorit toimivat voimanlähteenä useissa maailman johtavissa traktorimerkeissä ja muissa työkoneissa. Linnavuoreessa sijaitseva tehdas valmistaa vuodessa noin 30 000 dieselmoottoria. Henkilöstömäärä on noin 700.

Brasiliassa vuonna 1960 perustettiin Valmet do Brazil ja vuonna 1962 käynnistyi paikallinen traktorituotanto tehtaalla, joka sijaitsee 60 kilometrin päässä Sao Paulosta. Vuonna 1993 aloitettiin oma moottorituotanto Brasiliassa ja tällä hetkellä kapasiteetti on noin 30 000 moottoria vuodessa. Tehtaalla koneistetaan sylinteriryhmiä ja -kansia.

Kiinassa AGCO Powerin Aasian tuotantolaitos sijaitsee Changzhoun kaupungissa. Tuotanto vuokratiloissa alkoi vuonna 2012. Samanaikaisesti AGCO rakensi oman traktori- ja moottoritehtaan samaan kaupunginosaan, johon moottorivalmistus muutti alkuvuodesta

2015. Kiinan modernilla tehtaalla on kapasiteetti valmistaa 3- ja 4-sylinterisiä *medium duty* -moottoreita 30 000 kpl vuodessa.

Argentiinassa AGCO Powerin toinen tehdas Etelä-Amerikkaan perustettiin vuonna 2014. Tehdas sijaitsee General Rodriguezissa noin 70 kilometrin päässä Buenos Airesista. Tehtaan kapasiteetti on 3000 moottoria vuodessa paikallisille markkinoille. (AGCO Power Oy 2020b.)

2.3 Varaosaluetteloiden kehitys AGCO Power Oy:ssä.

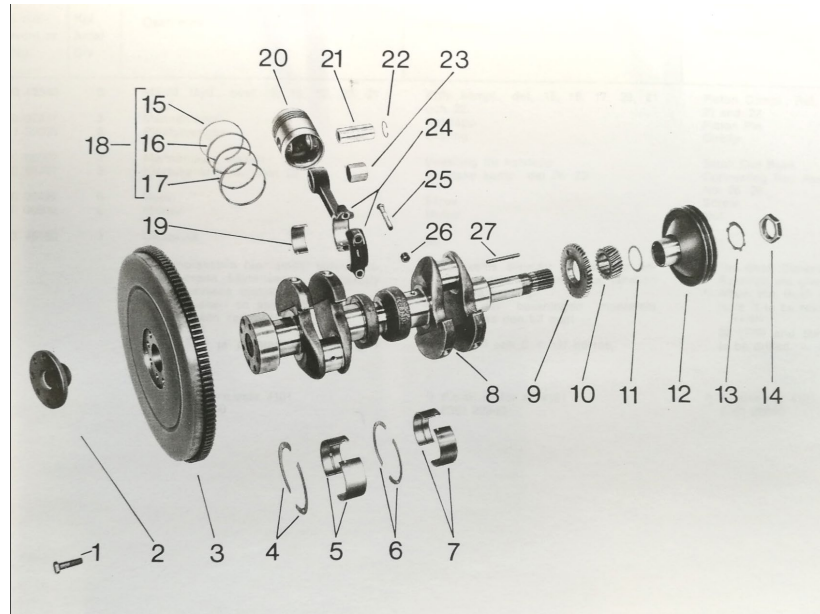
Erilaisten moottoriversioiden lukumäärän kasvu ja monimutkaisemmat tekniset ratkaisut ovat olleet pääroolissa 2010-luvulla. Tämä on heijastunut varaosaluetteloiden sisältöön ja ulkoasuun monella tavalla. Siirtyminen moottoriversio-kohtaisiin varaosaluetteloihin on ollut yksi oleellinen muutos. Aiemmin yksi varaosaluettelo saattoi kattaa useita moottoreita, mikä aiheutti epäselviä tilanteita käyttäjäkunnassa. Kuvituksessa ja osalistojen sisällössä on menty koko ajan tarkempaan ja mahdollisimman yksiselitteiseen suuntaan. Tekemisen näkökulmasta suurin muutos on ollut siirtyminen 3D-mallien hyödyntämiseen, manuaalisen piirtämisen sijaan.

Ennen 3D-malleja varaosaluetteloiden kuvia on luotu paperille tai sähköisesti piirtämällä käyttäen erilaisia apuvälineitä. Osia on myös esimerkiksi valokuvattu ja kuvat sitten printattu paperille. Varsinaiset räjäytyskuvat on yleensä tehty piirtämällä ottamalla mallia osista. Luetteloiden tuottaminen on ollut täysin digitaalista vuodesta 2014.

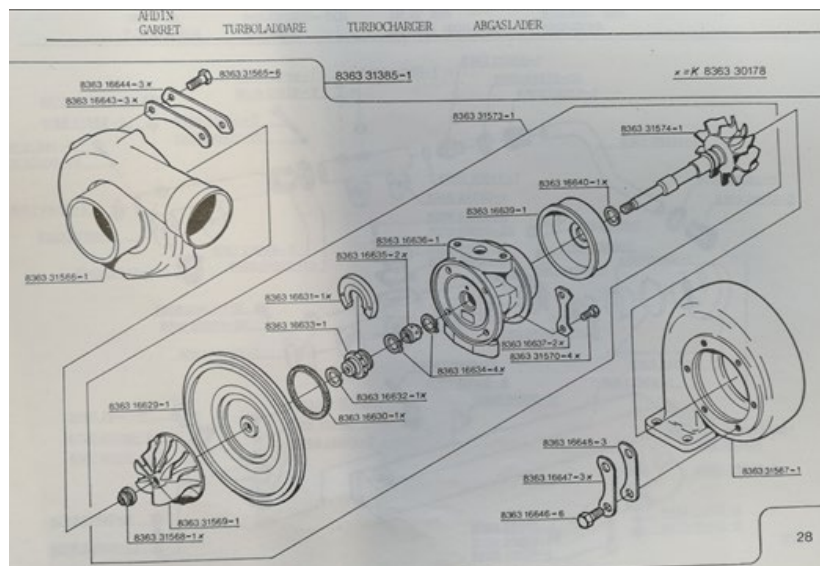
Oikea tieto luetteloon päätyvistä osista on jo pitkään saatu moottorin tuotantorakenteesta, joka toimii varaosaluettelon lähtökohtana. Varaosaluettelo peilaa moottorin tuotantohistoriaa ja listaa ajantasaiset saatavilla olevat varaosat. Tämänhetkinen tuotantorakennemalli on ollut samalla periaatteella käytössä jo Keybox-järjestelmässä, ennen nykyisin käytössä olevaa SAP (*System Analysis and Program Development*) -toiminnanohjausjärjestelmää.

Räjäytyskuvien tuottaminen itsessään on helpottunut merkittävästi ajan myötä. Aiemmin mainitut monimutkaiset tekniset ratkaisut, nopea muutostahti, sekä suuri moottoriversioiden määrä ovat toisaalta tuoneet lisähaastetta muihin osa-alueisiin. Nämä seikat ovat tuoneet lisävaatimuksia luettelon tekijän osaamisalueisiin. Hallittavia asioita on tullut vuosi vuodelta tasaisesti lisää ja kokonaisuuden hahmottaminen korostuu entisestään.

Innovatiivisuus ja kyky asettua asiakkaan asemaan ovat korostuneet merkittävästi. Yleisesti ottaen myös erilaiset tietotekniset taidot ja niiden soveltaminen omassa työssä korostuvat.



Kuva 1. Valokuvaamalla toteutettu räjäytyskuva kampiakselikokoonpanosta.



Kuva 2. Käsin piirretty räjäytyskuva turboahtimesta.

3 VARAOSALUETTELON TUOTTAMINEN

Nykyisin AGCO Power Oy:ssä käytössä oleva valmis varaosaluettelo on pdf-tiedosto, joka sisältää kokonaisen moottorin kaikki osat. Varaosaluetteloilla on suuri merkitys silloin, kun moottoriin tulee ajankohtaiseksi vaihtaa komponentteja. Varaosaluettelosta selviää jokaisen moottorissa käytetyn komponentin nimikenumero, jota käytetään, kun esimerkiksi tilataan uusi korvaava kappale. Varaosaluettelo sisältää myös niin sanottuja räjäytyskuvia pääkomponenteista, joista luettelon käyttäjä voi katsoa, minkä näköisestä kokoonpanosta on kyse. Kuvista näkee osien asennusjärjestyksen, sekä mihin ja miten osat kiinnittyvät kokoonpanoon. Luetteloita käyttävät sekä asiakkaat että tuotetuki muun muassa vianetsinnässä ja huolloissa. Varaosaluetteloita pyritään päivittämään tasaisin väliajoin, jotta niissä olisi nähtävillä ajantasaiset komponentit kokoonpanossa. Varaosaluettelot eivät ole kuitenkaan niin kattavia, että niitä voitaisiin käyttää sellaisenaan korjaus- tai huolto-oppaina.

Luettelon sivut on jaoteltu pääkomponenteittain, jotka sisältävät räjäytyskuvan komponentista tai osakokoonpanosta sekä osalistauksen. Räjäytyskuvat on tehty moottorisuunnittelijoiden luomien 3D-mallien pohjalta, jotka on muunnettu ns. 2D-viivakuviksi. Moottorin osalistaus saadaan SAP-toiminnanohjausjärjestelmästä ja luettelo kootaan sekä julkaistaan AGCO-konsernin *Parts Books Authoring Tool* -järjestelmällä, josta on kerrottu tarkemmin tämän opinnäytetyön kappaleissa 3.1.2, 3.1.3 ja 3.1.7. Valmis luettelo jaetaan M-Files -pilvitallennuspalveluun, jossa se on nähtävillä määritetyille tahoille, esimerkiksi asiakkaille.

3.1 Varaosaluettelon luomisprosessi

Varaosaluettelon tuottaminen alkaa toimeksiannosta, jossa on määritelty moottori, jolle luettelo tehdään. Uuden luettelon tuottamisen tukena käytetään vertailumoottoria. Vertailukohteeksi valitaan mahdollisimman samankaltainen moottori, josta on jo olemassa varaosaluettelo. Vertailtavasta varaosaluettelosta voidaan hyödyntää tietoja uuteen luetteloon. Vertailukohteena oleva varaosaluettelo vaikuttaa merkittävästi uuden luettelon tuottamisen työmäärään. Tästä syystä pyritään aina selvittämään vertailukohde, joka käyttäisi mahdollisimman paljon samoja komponentteja ja osakokoonpanoja kuin moottori, jolle luettelo on ryhdyttävä luomaan. Tapauksesta riippuen tämä määrittää paljonko

työtä uuden luettelon tekemisessä on ja paljonko vertailuluettelon varaosasivuja voidaan hyödyntää uudessa luettelossa. Joissain tapauksissa uusi luettelo saadaan luotua suoraan kopioimalla tiedot toisesta olemassa olevasta luettelosta. Tämä on kuitenkin käytännössä harvinaista, koska kaikki moottorimallit eroavat toisistaan aina jollain tavalla.

Usein myös vertailuluettelon tiedot ovat jo vanhentuneita, mikä tarkoittaa sitä, että myös vertailuluettelon tietoja on syytä päivittää uuden luettelon tekemisen ohella. Käytännössä tämä tarkoittaa, että kun varaosaluettelo on luotu ja julkaistu pdf-tiedostona, kattaa luettelo vain julkaisuhetkellä voimassa olevat osakokoonpanot. Tarvittaessa luetteloon sisällytetään myös vanhempia kokoonpanoversioita, mikäli moottoriin on kohdistunut merkittäviä muutoksia sen tuotantohistorian aikana. Näistä kokoonpanoversioista tehdään erilliset varaosasivut. Näille sivuille merkitään, mille moottorin sarjanumerovälille mikäkin kokoonpanoversio on asennettu.

Moottorit kehittyvät ja osia parannellaan jatkuvasti, mikä tarkoittaa sitä, että varaosaluetteloitten tiedot eivät pysy kauaa ajan tasalla. Tällä ei kuitenkaan ole useissa tapauksissa kriittistä merkitystä asiakkaan kannalta. Tilausjärjestelmä osaa lähettää asiakkaalle uusimman version tilatusta komponentista, vaikka asiakas tilaisikin tämän luettelossa olevan vanhan osanumeron perusteella. Usein on kuitenkin järkevintä päivittää vertailuluettelo uuden luettelon luomisen ohessa, sillä kaikki luettelot pyritään pitämään ajan tasalla.

Varaosaluettelon kokoamis- ja julkaisualustana toimii PBAT (*Parts Book Authoring Tool*)-järjestelmä, jossa luettelo kootaan osalistauksineen ja räjäytyskuvineen sekä muine tietoineen. Kun luettelo on valmis julkaistavaksi, PBAT osaa tarkistaa mahdolliset tietynlaiset ristiriitaisuudet sekä virheet luettelossa. Tämän jälkeen luettelon tekijän on nämä vielä mahdollista korjata ennen luettelon varsinaista julkaisua. Kun luettelo on julkaistu, siirretään se M-Files:iin asiakkaan nähtäväksi. Sieltä asiakas voi viedä moottorin varaosaluettelon vielä Epsilon Web:iin osaksi lopullista kokonaisen työkoneen varaosaluettelo. Epsilon Web on järjestelmä, jossa kokonaiset työkoneiden varaosaluettelot kootaan. Moottorin varaosaluettelo, johon kuuluu myös polttoaine- ja pakokaasujärjestelmä, on vain yksi osa tätä kokonaisuutta. Työkoneen kokonaiseen varaosaluetteloon kuuluu eri osa-alueina myös esimerkiksi voimansiirtojärjestelmä, sähköjärjestelmä, runko sekä akselisto.

3.1.1 Tietojen haku SAP-järjestelmästä

Ryhdyttäessä luomaan moottorin varaosaluetteloa on ensin selvitettävä, onko moottori jo tuotannossa vai vielä suunnitteluasteella. Käytännössä kaikki moottorin tuotehallintaan liittyvät tiedot, kuten osalistaus, tilaustiedot ja muutoshistoria löytyvät SAP-toiminnanohjausjärjestelmästä. Vasta kun moottorisuunnittelija on SAP-järjestelmässä siirtänyt moottorin tuotantoon, voidaan olla varmoja, että SAP:ssa olevasta moottorin kokoonpanorakenteesta löytyy kaikki sen hetkisen moottorin osat, jotka lopulta päätyvät luetteloon. Mikäli moottoria ei vielä ole siirretty tuotantotilaan ja varaosaluettelo täytyy saada tehtyä, haetaan moottorin viimeisin sarjaan hyväksytty versio Windchill-tuotehallintajärjestelmästä. Windchill-tietokantaan ladataan esimerkiksi komponenttien ja kokoonpanojen teknisiä piirustuksia, moottorien 3D-malleja ja tuoterakenteita.

Kun tehdään luetteloa jo tuotannossa olevasta moottorista, täytyy SAP:sta varmistaa päivämäärät, millä ajanjaksolla moottoria on valmistettu. Jotta oikea ja ajantasainen osalistaus saadaan luettelolle, on selvitettävä tuotantotilauksien perusteella ensimmäinen ja viimeisin rakennettu moottori. Moottorimallin tuotannon aloituspäivämäärä merkitään PBAT:ssa luettelon kansilehdelle *MBOM Valid from* -päivämääräksi. MBOM (*Manufacturing Bill of Material*) tarkoittaa moottorin tuoterakennetta tuotannossa. Mikäli varaosaluetteloa tarvitaan jo ennen kuin moottorimallin tuotanto aloitetaan, käytetään luettelon pohjatietona *Engineering Bill of Material* eli EBOM:ia. Tämä tuoterakenne on vielä suunnitteluasteella, eikä sitä ole hyväksytty tuotannossa käytettäväksi rakenteeksi. Uuden luettelon kohdalla, kun moottorimallia valmistetaan edelleen, riittää kansilehdelle pelkkä *MBOM Valid from* -tieto. Uuden varaosaluettelon tapauksessa *MBOM Valid from* -päiväys kertoo siis millä päivämäärällä moottoria on aloitettu valmistamaan tuotannossa. Tämä päivämäärä laitetaan varaosaluettelon kansilehdelle.

Edelleen tuotannossa olevan moottorin MBOM voidaan ottaa SAP:sta viimeisimmän valmistuneen moottorin päivämäärällä. Tulevat ja tapahtuneet rakennemuutokset voidaan tarkistaa *Engine affecting ECNs* -transaktiolla. Tuotantotilaustransaktiolla *Production Order Information System* löytyy tiedot ensimmäisestä valmistetusta moottorista viimeisimpään moottoriin. Mikäli ollaan päivittämässä vanhaa luetteloa, otetaan ylös viimeisimmän valmistetun moottorin päivämäärä, joka merkitään PBAT:n kansilehdelle *MBOM Valid to* -päivämääräksi, jatkui moottorin valmistus tai ei. *MBOM Valid from* ja *MBOM Valid to* -aikavälille luetteloon päätyvä kokoonpano siis sijoittuu ja *Valid to* -päivämäärästä nähdään, millä päivämäärällä luettelo on päivitetty. Mikäli tuotanto on jo päättynyt, otetaan

kansilehden tietoihin mukaan myös moottorin sarjanumeroväli. Tämä kertoo, että kyseistä moottoria ei enää valmisteta eikä varaosaluetteloa ole tämän jälkeen enää tarve päivittää. Mikäli moottorin tuotanto on jo päätynyt, otetaan osalistaus päivämäärällä, jolloin viimeistä moottoria on aloitettu valmistamaan.

Taulukko 1. Moottorin osalistausta SAP-järjestelmästä.

Multi-level BOM explosion									
Engine	Ph ass num	Phantom assembly description	Component	Component description	Quantity	Unit	Cmp vld fr	Cmp vld to	Comp stat.
ACX2562220	KOOS14052	FUEL PIPE 4-CYL AWF, SKIRT MOUNT FILTER	836007420	HOLLOW SCREW M14X1.5 / M8X1	1	EA	12.11.2019	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14052	FUEL PIPE 4-CYL AWF, SKIRT MOUNT FILTER	ACW5116600	HOLLOW SCREW M12x1.5 WITH THROTTLE	1	EA	12.11.2019	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14052	FUEL PIPE 4-CYL AWF, SKIRT MOUNT FILTER	837073117	HOLLOW SCREW M8X1, HEXAGON SOCKET	1	EA	12.11.2019	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14052	FUEL PIPE 4-CYL AWF, SKIRT MOUNT FILTER	836684767	BAND SEALING FKM M8	5	EA	12.11.2019	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14052	FUEL PIPE 4-CYL AWF, SKIRT MOUNT FILTER	837074191	HOLLOW SCREW /SAE-J2044 1/2"	1	EA	12.11.2019	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14052	FUEL PIPE 4-CYL AWF, SKIRT MOUNT FILTER	640325014	SCREW PLUG M14X1.5 DIN 908 - 5.8	2	EA	12.11.2019	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14052	FUEL PIPE 4-CYL AWF, SKIRT MOUNT FILTER	640435010	HOLLOW SCREW M14x1.5 DIN7643-10	5	EA	12.11.2019	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14052	FUEL PIPE 4-CYL AWF, SKIRT MOUNT FILTER	ACW5116320	FUEL PIPE CONTINUOUS VENTING	1	EA	12.11.2019	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14052	FUEL PIPE 4-CYL AWF, SKIRT MOUNT FILTER	ACW9402290	PIPE SET 49 LFTN	1	EA	13.11.2019	18.08.2020	50
ACX2562220	KOOS14052	FUEL PIPE 4-CYL AWF, SKIRT MOUNT FILTER	836684770	SEALING RING Erks M14	3	EA	12.11.2019	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14052	FUEL PIPE 4-CYL AWF, SKIRT MOUNT FILTER	836684770	SEALING RING Erks M14	16	EA	12.11.2019	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14050	VALVE COVER 4-CYL 4V	540801912	HF BOLT M10X80 DIN6921 8.8ZN ISO4042/A2F	3	EA	18.12.2018	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14050	VALVE COVER 4-CYL 4V	540801782	HF BOLT M10X20 DIN6921 8.8ZN ISO4042/A2F	3	EA	18.12.2018	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14050	VALVE COVER 4-CYL 4V	581804632	SC SCREW M8X30 DIN912 8.8 ZN ISO4042/A2F	4	EA	18.12.2018	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14050	VALVE COVER 4-CYL 4V	837086138	VALVE COVER 4CYL-4V, WITH BREATHER AND G	1	EA	18.12.2018	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14050	VALVE COVER 4-CYL 4V	837073922	LOCKING PLATE TYCO 0-1718969-1	1	EA	18.12.2018	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14050	VALVE COVER 4-CYL 4V	614901030	O-RING 10X3, VITON/FPM, SHORE A70	6	EA	18.12.2018	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14050	VALVE COVER 4-CYL 4V	837073921	ROUND NUT TYCO 0-1718968-1	1	EA	18.12.2018	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14050	VALVE COVER 4-CYL 4V	ACW7692790	VALVE COVER WITH GASKET 4-CYL 4V DRAINLI	1	EA	18.12.2018	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14048	WATER PIPE Wg-Act. cooling water pipes,	837084411	PIPE, WATER TURBO ACTUATOR	1	EA	18.12.2018	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14048	WATER PIPE Wg-Act. cooling water pipes,	837084410	PIPE, WATER TURBO ACTUATOR	1	EA	18.12.2018	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14048	WATER PIPE Wg-Act. cooling water pipes,	ACW4824700	STRAIGHT UNION D6/M12X1.5 EPDM O-RING/D8	2	EA	18.12.2018	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14048	WATER PIPE Wg-Act. cooling water pipes,	837084064	HOLLOW SCREW M14X1.5 / M14X1.5	1	EA	18.12.2018	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14048	WATER PIPE Wg-Act. cooling water pipes,	837073721	CLAMP GUIDO, R99168	1	EA	18.12.2018	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14048	WATER PIPE Wg-Act. cooling water pipes,	836684770	SEALING RING Erks M14	4	EA	18.12.2018	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14048	WATER PIPE Wg-Act. cooling water pipes,	640435010	HOLLOW SCREW M14x1.5 DIN7643-10	1	EA	18.12.2018	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14048	WATER PIPE Wg-Act. cooling water pipes,	640325014	SCREW PLUG M14X1.5 DIN 908 - 5.8	1	EA	18.12.2018	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14047	BRACKET FOR FUEL FILTERS AND CCV	ACW2280770	OIL DEFLECTOR SI3.2 6C 0/0/0	1	EA	18.12.2018	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14047	BRACKET FOR FUEL FILTERS AND CCV	581804632	SC SCREW M8X30 DIN912 8.8 ZN ISO4042/A2F	4	EA	18.12.2018	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14047	BRACKET FOR FUEL FILTERS AND CCV	837074329	HOSE OIL RETURN	1	EA	18.12.2018	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14047	BRACKET FOR FUEL FILTERS AND CCV	529801482	HEX BOLT M8X65 DIN931 8.8 ZN ISO4042/A2F	1	EA	18.12.2018	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14047	BRACKET FOR FUEL FILTERS AND CCV	602079516	HOSE CLAMP 15-24 / 9mm LTS420.30	2	EA	18.12.2018	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14047	BRACKET FOR FUEL FILTERS AND CCV	ACW512361A	BRACKET FOR FUEL FILTERS AND OIL DEFLECT	1	EA	18.12.2018	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14047	BRACKET FOR FUEL FILTERS AND CCV	500150842	WASHER M8 DIN1258 ZN ISO4042/A2F	4	EA	18.12.2018	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14047	BRACKET FOR FUEL FILTERS AND CCV	602074522	DIN3016-1-A1-22X20-W1-2 CLAMP_SINGLE_FAS	1	EA	18.12.2018	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14047	BRACKET FOR FUEL FILTERS AND CCV	837084778	CHECK VALVE M14x1.5 - Ø13, 90°	1	EA	18.12.2018	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14047	BRACKET FOR FUEL FILTERS AND CCV	837074038	RUBBER HOSE	1	EA	18.12.2018	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14047	BRACKET FOR FUEL FILTERS AND CCV	529801492	HEX BOLT M8X70 DIN931 8.8 ZN ISO4042/A2F	2	EA	18.12.2018	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14047	BRACKET FOR FUEL FILTERS AND CCV	837067936	UNION FOR QUICK CONNECTOR	1	EA	18.12.2018	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14047	BRACKET FOR FUEL FILTERS AND CCV	500151052	WASHER M10 DIN1258 ZN ISO4042/A2F	2	EA	19.12.2018	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14047	BRACKET FOR FUEL FILTERS AND CCV	581805022	SC SCREW M10X25 DIN912 8.8ZN ISO4042/A2F	2	EA	19.12.2018	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14047	BRACKET FOR FUEL FILTERS AND CCV	581804582	SC SCREW M8X16 DIN912 8.8 ZN ISO4042/A2F	1	EA	13.11.2019	31.12.9999	50
ACX2562220	KOOS14047	BRACKET FOR FUEL FILTERS AND CCV	602078538	HOSE CLAMP 26-38	2	EA	13.11.2019	31.12.9999	50

Ennen SAP-toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönottoa 15.7.2018 on ollut käytössä Keybox-toiminnanohjausjärjestelmä, jonka tietokannasta talteen otettuja raportteja saatetaan luettelon tekijä edelleen joutua käyttämään, kun päivitetään vanhoja varaosaluetteiloita. Keybox-ajanjakson tietojenkeruuseen ei kuitenkaan tässä selvityksessä perehdytä tarkemmin.

Koska useat eri moottorimallit käyttävät samoja ”koosteita” eli osakokoonpanoja, yksittäisten moottorimallien osakokoonpanot elävät SAP:ssa senkin jälkeen, kun moottorin tuotanto on jo lopetettu. Tästä syystä on tärkeää huomioida vanhaa luetteloa päivitetäessä tuotannosta poistuneiden moottorien kohdalla, että osalistaus otetaan päivämäärällä, jolloin moottoria on vielä tuotettu. Tällöin luetteloon ei päädy osia, joita moottorissa

ei ole koskaan käytetty. Poikkeuksena tässä on kuitenkin suorat korvaavuudet, mikä tarkoittaa esimerkiksi paranneltua versiota jostain tietyistä komponentista, jonka vanhaa versiota ei enää ole saatavilla eikä sitä asenneta enää mihinkään moottoriin.

Kun moottorin osalistaus on otettu SAP:sta, voidaan tätä ryhtyä vertailemaan vertailuluettelon osalistaukseen, jonka saa ladattua PBAT:sta. Tällä hetkellä on käytössä niin sanottu ”Työexcel” eli Excel-työpohja, johon luodut komennot tunnistavat selkeimmät erot vertailuluettelon osalistauksen ja työn alla olevan moottorin osalistauksen välillä. Tämä on kuitenkin vain suuntaa antava raportti ja lopullinen tarkistus tulee tehdä silti manuaalisesti. Lopuksi luettelon tekijän täytyy itse käydä läpi koko luettelon osat ja varmistua tietojen oikeellisuudesta. On myös oleellista ottaa huomioon, millaisista eroista on kyse luetteloiden välillä.

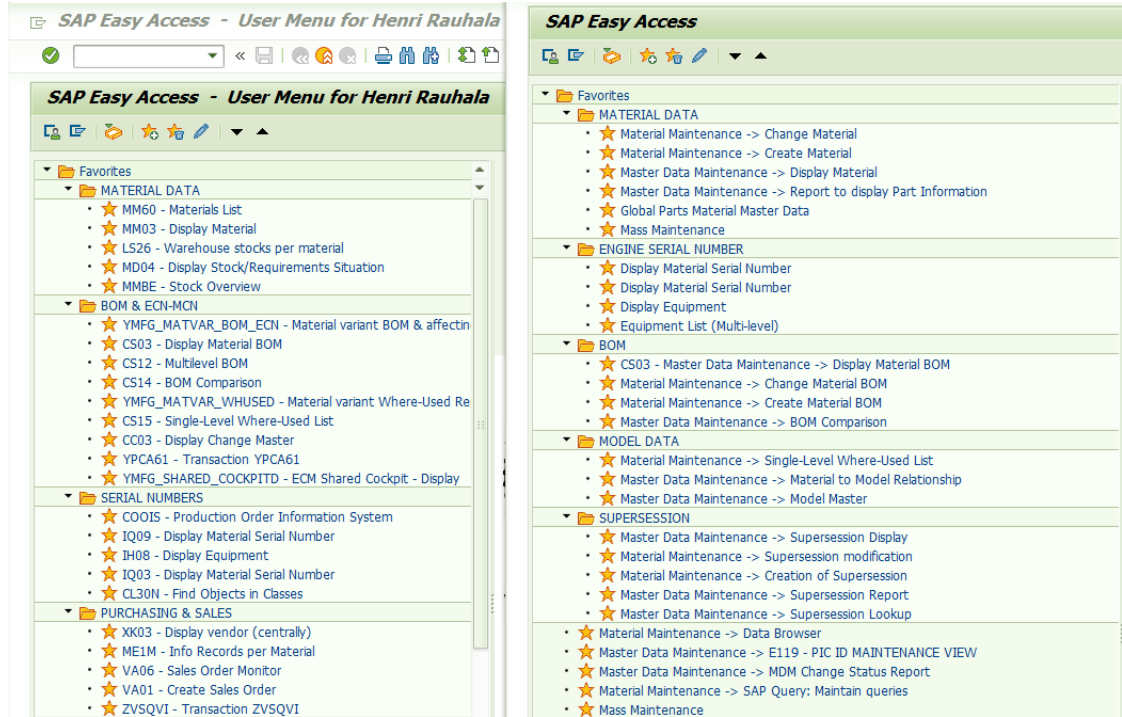
”Työexcelin” käyttö on suhteellisen uusi tapa vertailla eroja luetteloiden välillä ja kaikki luetteloiden tekijät eivät tätä tapaa käytä. On siis syytä ottaa huomioon, että jokaisella luettelon tekijällä on omat tapansa käydä vaiheita läpi ja eroja prosessissa löytyy.

Taulukko 2. ”Työexcel”.

Item assembly	Phantom assembly description	Component	Component description	Quantity	PLH ID	PLH DESCRIPTION
119	MOUNTING PARTS CCV PARKER	4581804662	SC SCREW M8X45 DIN912 8.8 ZN ISO4042/A2F	4	25272268	CLOSED CRANKCASE VENTILATION (CCV)
120	MOUNTING PARTS CCV PARKER	4602079516	HOSE CLAMP 15-24 / 9mm LTS420.30	2	25272268	CLOSED CRANKCASE VENTILATION (CCV)
121	MOUNTING PARTS CCV PARKER	4836136337	SPACER Ø20/8.5x13	4	25272268	CLOSED CRANKCASE VENTILATION (CCV)
122	MOUNTING PARTS CCV PARKER	4837067936	UNION FOR QUICK CONNECTOR	1	25272268	CLOSED CRANKCASE VENTILATION (CCV)
123	MOUNTING PARTS CCV PARKER	4500150842	WASHER M8 DIN125B ZN ISO4042/A2F	4	25511334	TURBOCHARGER AND EXHAUST MANIFOLD
124	MOUNTING PARTS CCV PARKER	4837074052	HOSE BREATHER-CCV D37/25 L=550	1	25272268	CLOSED CRANKCASE VENTILATION (CCV)
125	MOUNTING PARTS CCV PARKER	4837084877	OIL DEFLECTOR, 4-CYL SI-3.1 0°/0°	1	25272268	CLOSED CRANKCASE VENTILATION (CCV)
126	MOUNTING PARTS CCV PARKER	4602078538	HOSE CLAMP 26-38	2	25272268	CLOSED CRANKCASE VENTILATION (CCV)
127	MOUNTING PARTS CCV PARKER	4837074633	HOSE, INTAKE MANIFOLD-CCV SAE10 S+90, L=	1	25272268	CLOSED CRANKCASE VENTILATION (CCV)
128	MOUNTING PARTS CCV PARKER	4837074335	HOSE, RETURN OIL DEFLECTOR CYLINDER BL	1	25272268	CLOSED CRANKCASE VENTILATION (CCV)
129	COOLERS ASSEMBLY 44/49	836684772	SEALING RING ERIKS M18	2	21798256	CYLINDER BLOCK
130	OIL COOLER ASSEMBLY 44/49	836119837	UNION FOR Ø15 (5/8") HOSE 18X1.5	1	21798256	CYLINDER BLOCK
131	OIL COOLER ASSEMBLY 44/49	602074615	DIN3016-1-A1-15X20-W1-2 CLAMP_SINGLE FA	1	20338905	OIL COOLER AND FILTER
132	OIL COOLER ASSEMBLY 44/49	500150642	WASHER M6 DIN125B ZN ISO4042/A2F	1	21827645	TIMING GEARS AND HOUSING
133	OIL COOLER ASSEMBLY 44/49	581804182	SC SCREW M6X16 DIN912 8.8 ZN ISO4042/A2F	1	21798256	CYLINDER BLOCK
134	OIL COOLER ASSEMBLY 44/49	641086015	STRAIGHT UNION CL 15 A DIN2353-ST	1	20338905	OIL COOLER AND FILTER
135	OIL COOLER ASSEMBLY 44/49	836859700	THREADED NIPPLE M24x1.5/M22x1.5	1	20338905	OIL COOLER AND FILTER
136	OIL COOLER ASSEMBLY 44/49	602082022	HOSE CLAMP DIN 3021, D22/B12	4	20338905	OIL COOLER AND FILTER
137	OIL COOLER ASSEMBLY 44/49	ACW7020690	HOSE WATER FOR OIL COOLER	1	20338905	OIL COOLER AND FILTER
138	OIL COOLER ASSEMBLY 44/49	ACW7020680	HOSE WATER FOR OIL COOLER	1	20338905	OIL COOLER AND FILTER
139	OIL COOLER ASSEMBLY 44/49	ACW7691440	PIPE OIL COOLER-WATER PUMP	1	20338905	OIL COOLER AND FILTER
140	COOLERS ASSEMBLY 44/49	836859699	OIL COOLER DONUT 12 PLATES	1	20338905	OIL COOLER AND FILTER
141	WIRING HARNESS 4-CYL SCR-Only	837084391	WIRING, ENGINE CV41, 4 CYL, V.2	1	16143032	ELECTRONIC ENGINE MANAGEMENT
142	WIRING HARNESS 4-CYL SCR-Only	837074692	WIRING HARNESS INJECTOR WIRING DUCT, 4	1	16143032	ELECTRONIC ENGINE MANAGEMENT
143	WIRING HARNESS 4-CYL SCR-Only	837084106	WIRING HARNESS ACCESSORY HARNESS 66/7	1	16143032	ELECTRONIC ENGINE MANAGEMENT
144	WIRING HARNESS 4-CYL SCR-Only	837073594	CABLE GRID HEATER DIAGNOSTICS	1	16143032	ELECTRONIC ENGINE MANAGEMENT
145	OIL PIPE FOR TURBOCHARGER	837084078	HOLLOW SCREW M12x1.5 HEX SOCKET HEAD	1	25511334	TURBOCHARGER AND EXHAUST MANIFOLD
146	OIL PIPE FOR TURBOCHARGER	837084240	PIPE RETURN OIL FROM TURBO TO CYLINDER	1	25511334	TURBOCHARGER AND EXHAUST MANIFOLD
147	OIL PIPE FOR TURBOCHARGER	529801112	HEX BOLT M6X30 DIN931 8.8 ZN ISO4042/A2F	1	25511334	TURBOCHARGER AND EXHAUST MANIFOLD
148	OIL PIPE FOR TURBOCHARGER	ACW3397620	GASKET FOR TURBO OIL PIPE	1	25511334	TURBOCHARGER AND EXHAUST MANIFOLD
149	OIL PIPE FOR TURBOCHARGER	837084941	PRESSURE OIL PIPE Default	1	25511334	TURBOCHARGER AND EXHAUST MANIFOLD
150	OIL PIPE FOR TURBOCHARGER	641876008	STRAIGHT UNION EMB A8 LM 16X1.5 ST	1	25511334	TURBOCHARGER AND EXHAUST MANIFOLD
151	OIL PIPE FOR TURBOCHARGER	837084624	RETURN OIL PIPE KF 49AWF SCR	1	25511334	TURBOCHARGER AND EXHAUST MANIFOLD
152	OIL PIPE FOR TURBOCHARGER	615881216	SEALING RING A12X15.5 DIN7603-CU	2	25511334	TURBOCHARGER AND EXHAUST MANIFOLD
153	OIL PIPE FOR TURBOCHARGER	836773645	BAND FOR D8 JA D18 PIPES	2	25511334	TURBOCHARGER AND EXHAUST MANIFOLD
154	OIL PIPE FOR TURBOCHARGER	510600602	LOCK NUT M6 DIN985-8 ZN ISO4042/A2F	1	25511334	TURBOCHARGER AND EXHAUST MANIFOLD
155	OIL PIPE FOR TURBOCHARGER	581804602	SC SCREW M6X30 DIN912 8.8 ZN ISO4042/A2F	2	25510964	CRANKSHAFT AND PISTONS
156	OIL PIPE FOR TURBOCHARGER	ACW1366950	HOSE, INTAKE MANIFOLD-CCV SAE10 S+90, L=	2	#UUTTU!	#UUTTU!
157	OIL PIPE FOR TURBOCHARGER	ACW2345550	HOSE, INTAKE MANIFOLD-CCV SAE10 S+90, L=	1	25512160	TURBOCHARGER AND EXHAUST MANIFOLD
158	INTAKE VALVE	581804702	GASKET INTAKE AIR HEATER	4	21816506	INTAKE MANIFOLD
159	INTAKE VALVE	836666074	GASKET INTAKE AIR HEATER	1	21816506	INTAKE MANIFOLD
160	INTAKE VALVE	836666074	GASKET INTAKE AIR HEATER	1	21816506	INTAKE MANIFOLD

Taulukossa 2 on esimerkki komponentista, jota Excel ei löydä vertailuluettelon miltään varaosaväliltä. Tällöin PLH ID -sarakeessa tämän nimikkeen kohdalle ei tule PLH ID -

numeroa. PLH ID on yksittäisen varaosavun tunnusnumero, jonka PBAT luo automaattisesti, kun uutta sivua ryhdytään tekemään. Tässä tapauksessa työn alla olevassa moottorissa oleva osa korvaa vertailuluettelossa olevan osan. Luettelon tekijä on merkinnyt tämän muistiin kommenttikenttään ja merkinnyt nimikkeen vihreällä värillä sen jälkeen, kun muutos on tehty PBAT:ssa.



Kuva 3. Luettelon tuottamisessa tarvittavat tärkeimmät SAP-raportit.

Kuvassa 3 on vasemmalla tuotannon SAP ja oikealla jälkimarkkinoinnin SAP.

Tuotannon SAP oleellisimpia transaktioita:

- *Display Material* -transaktiolla löytyy perustietoa nimikkeestä, joka voi olla yksittäisestä komponentista kokonaiseen moottoriin.
- *Material variant BOM & affecting ECN:*
Multi-level BOM explosion -valinnasta saadaan moottorin osalistaus tuotannossa valitulla päivämäärällä. Listaus Kuvassa 1. Saman transaktion alta voidaan tarkastella myös moottoriin kohdistuneita ja tulevia kokoonpanomuutoksia *Engine affecting ECNs*.
- *BOM Comparison*:lla voidaan verrata kahden moottorin kokoonpanorakenteita.

- *Material variant Where-Used Report*:lla nähdään, mitkä moottorit käyttävät haetua komponenttia.
- *Change Master* avaa moottorisuunnittelijan kirjaamat komponenttimuutoksen tarkat tiedot.
- *Display Change Document* -transaktiolla voidaan tarkastella moottorin statusmuutoksia, eli minä päivämäärinä moottori on siirtynyt suunnitteluasteelta esisarjatuotantoon ja esisarjasta varsinaiseen tuotantoon.
- *ECN Shared Cockpit* näyttää moottoriin kohdistuneita muutoksia *Change Master*:n tapaan.
- *Production Order Information System* näyttää moottorimallin tuotantohistorian kellon tarkkuudella. Raportti näyttää kunkin moottorin sarjanumeron sekä minä päivänä ja mihin kellonaikaan moottoriyksilön tuotanto on linjastolla aloitettu ja milloin moottori on valmistunut.

Jälkimarkkinoinnin SAP oleelliset transaktiot:

- Jälkimarkkinoinnin SAP:ssa on mahdollista tehdä muutoksia yksittäisten komponenttien tietoihin sekä luoda uusia nimikkeitä *Change Material* - ja *Create Material* -transaktioilla. Jälkimarkkinoinnin puolella voidaan myös tarkastella materiaaleja samaan tapaan kuin tuotannon SAP:ssa, mutta myös osakohtaisesti.
- *Display Material BOM* on hyödyllinen, kun tahdotaan selvittää mitä osia komponenttikokonaisuus sisältää.
- *Supersession*-raportit näyttävät osien korvaavuudet.

3.1.2 PBAT: Kansilehti

Varaosaluettelolle annetaan nimi eli kirjakoodi muotoa (8910xxxxx), joka varataan listalta. Tämän jälkeen päästään syöttämään tiedot kirjan kansilehdelle. Kansilehdelle syötetään muun muassa kirjan otsikko esim. "ENGINE ACW9331280 49 CW3", sekä luettelon revisio, tässä tapauksessa A, mikä kertoo luettelon versiosta. Kun luettelo seuraavan kerran päivitetään, A vaihdetaan B:ksi, ja niin edelleen. Seuraavaksi valitaan kategoria Epsilonia varten eli "ENGINE" ja Epsilonin alakategoriaan joko "INTERNAL AGCO" tai "EXTERNAL CUSTOMER" riippuen onko asiakas AGCO Power Oy:n sisäinen asiakas vai ulkoinen. Kansilehdelle lisätään myös brändi eli "AGCO POWER", suuntaa an-

tava kirjan tuleva valmistuspäivä ja moottorin valmistusmaa sekä kansikuva. Kansilehdelle merkitään myös MSN-koodi tai -koodit, joista ilmenee, missä laitteissa kyseistä moottorimallia käytetään. Kun kansilehden tiedot on täydennetty, avautuu *Attributes* -osio, jonne syötetään SAP:sta etsitty tieto *MBOM Valid from* -päivämäärästä, jolloin moottorimallia on ryhdytty valmistamaan. Kun luettelo myöhemmin päivitetään, lisätään tietoihin *MBOM Valid to* -päivämäärä.

Manage Parts Book

The screenshot shows the 'Manage Parts Book' form with the following details:

- Parts Book Code:** 891092161
- Revision:** A
- Epsilon Category:** ENGINE
- Epsilon Subcategory:** INTERNAL AGCO
- Title ID:** 129242
- Title:** ENGINE ACW9331280 49 CW3
- Brand:** AGCO Power
- PIC ID:** (empty)
- Target Date:** 05/06/2020
- Last Published Date:** (empty)
- Status:** Work in Progress
- Authoring Location:** Linnavuori
- Country of Manufacture:** Brasil
- Origin:** ENG LINNAVUORI
- MSN Codes Table:**

MSN Code	Model Number - Model Name
36093	MF8225 - SP MF8225 SPRAYER R4-20
36094	BS2225H - SP BS2225H SPRAYERS R4-20
- Cover Image:** APGOC3474
- Publishing Options:** Include PageRef in PLH Title
- Target Markets:** APAC/ANZ EAME/EEA NA SA
- Target Languages / Hard Copy Part Numbers:**
 - Chinese
 - Danish
 - Dutch
 - English
 - English-US
 - Finnish
 - French
 - German
 - Italian
 - Norwegian
 - Polish
 - Portuguese
 - Russian
 - Spanish
 - Swedish
 - Turkish

Buttons at the bottom: Save, Cancel, Attributes, Delete.

Kuva 4. PBAT: Varaosaluettelon kansilehti.

3.1.3 PBAT: Parts List Headers

Kansilehden valmistuttua voidaan siirtyä tekemään varaosaluettelolle sivuja. Tässä vaiheessa on lähes poikkeuksetta jo olemassa, mahdollisimman samankaltainen luettelo tai luetteloita toisista moottoreista, joista voidaan kopioida varaosasivuja uuteen luetteloon. Näin ollen joka ikistä varaosasivua ei tarvitse tehdä jokaisella kerralla alusta asti, kun uutta luetteloä tuotetaan. Tällä hetkellä olevan tavan mukaisesti PBAT:sta ladataan vertailuluettelon täydellinen osalistaus ja siirretään se Excel-tiedostoon. Samaa tiedostoon lisätään työn alla olevan moottorin SAP:sta saatu sen hetkinen osalistaus. Exceliin luodut komennot tunnistavat selkeimmät eroavaisuudet vertailuluettelon ja työn alla olevan moottorin osien välillä. Luettelon tekijä saa suuntaa antavan käsityksen tulevan työn määrästä, eli siitä, kuinka paljon vertailuluettelosta kopioituja PLH:ita joudutaan muokkaamaan uutta luetteloä varten. Tässä vaiheessa on kuitenkin syytä ensin varmistua,

johtuvatko eroavaisuudet vain vertailuluettelon vanhentuneesta osalistauksesta. Yhdeltä sivulta voidaan joutua muokkaamaan esimerkiksi räjäytyskuvia ja osia. Toisinaan jokin osa saattaa olla esimerkiksi vain paranneltu versio edelliseen, joka ei ulkoisesti ole muuttunut merkittävästi. Osan valmistaja voi olla myös vaihtunut, jolloin osa on edelleen identtinen aikaisempaan verrattuna, mutta tunnistettavuussyistä osalle on haluttu antaa eri nimikenumero. Näissä tapauksissa kuvitukseen ei siis ole välttämätöntä tarvetta koskea, jolloin riittää vain osanumeron vaihto PLH:lla. Osassa tapauksissa isompia komponentteja on vaihdettu uusiin, tai työn alla oleva moottori ei alun alkaenkaan käytä samaa komponenttia kuin vertailuluettelon moottori. Tällöin on syytä muokata kuvaa työn alla olevaan moottoriin sopivaksi.

Parts List Header Maintenance

PLH ID 22361169	Authoring Location Linnavuori	Illustration APG33E2922												
Title ID 71286	Title TURBOCHARGER AND EXHAUST MANIFOLD	<input type="checkbox"/> Illustration to be Updated <input checked="" type="checkbox"/> Illustration Published to Release												
Title ID 0	Subtitle	Service BOM Reference												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>MSN Code</th> <th>Model Number - Model Name</th> <th>Title ID</th> <th>Supplemental Title</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>L126</td> <td>KOMATSU EEM4+ S5 - ENGINE KOMATSU EEM4+ STAGE5</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		MSN Code	Model Number - Model Name	Title ID	Supplemental Title	L126	KOMATSU EEM4+ S5 - ENGINE KOMATSU EEM4+ STAGE5			Service BOM ID 33_ACW6058810				
MSN Code	Model Number - Model Name	Title ID	Supplemental Title											
L126	KOMATSU EEM4+ S5 - ENGINE KOMATSU EEM4+ STAGE5													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Note ID</th> <th>Header Note</th> <th>Book Code</th> </tr> </thead> <tbody> </tbody> </table>		Note ID	Header Note	Book Code	Default Page Reference									
Note ID	Header Note	Book Code												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Reference</th> <th>Title ID</th> <th>Title</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>84807</td> <td>INCLUDED IN CYLINDER HEAD GASKET KIT 1</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>84808</td> <td>INCLUDED IN COMPLETE ENGINE GASKET KIT 2</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>104347</td> <td>INCLUDED IN SEALING WASHER AND O-RING ASSORTMENT</td> </tr> </tbody> </table>		Reference	Title ID	Title	A	84807	INCLUDED IN CYLINDER HEAD GASKET KIT 1	B	84808	INCLUDED IN COMPLETE ENGINE GASKET KIT 2	C	104347	INCLUDED IN SEALING WASHER AND O-RING ASSORTMENT	PLH Author Notes
Reference	Title ID	Title												
A	84807	INCLUDED IN CYLINDER HEAD GASKET KIT 1												
B	84808	INCLUDED IN COMPLETE ENGINE GASKET KIT 2												
C	104347	INCLUDED IN SEALING WASHER AND O-RING ASSORTMENT												

Kuva 5. Esimerkki PLH:n kansilehdestä.

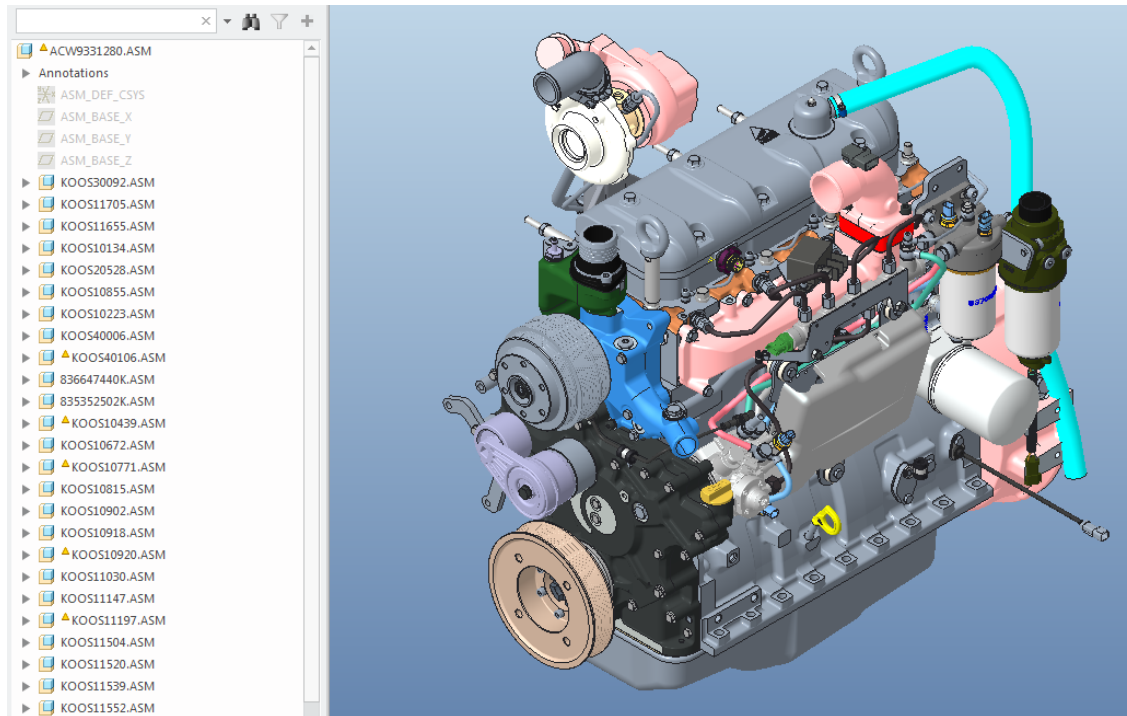
PLH:n kansilehti sisältää *Model Serial Number* -mallikoodit, lyhyesti MSN-koodit. MSN-koodit kertovat työkonien tarkat mallit, jotka käyttävät kyseistä varaosaluettelon sivua. MSN-koodit ovat siis samat kuin varaosaluettelon kansilehdelle määritetyt koodit. PLH:lla voi kuitenkin olla muitakin käyttäjiä, joten MSN-koodeja voi olla jopa kymmeniä yhdellä PLH:lla. Mikäli jossakin julkaistussa luettelossa havaitaan virhe ja se korjataan, kuten väärä osa luettelon sivulla, voidaan silloin hyödyntää PLH:n kansilehdellä olevaa kommenttilaatikkoa *PLH Author Note*. Tällöin korjauksen tekijän on hyvä kirjoittaa lyhyt selvitys päivämäärineen, kun tällainen virhe on käyty korjaamassa.

3.1.4 Räjätyskuvat

Ryhdyttäessä tekemään räjäytyskuvaa PLH:lle, on käytännöllistä ensin selvittää, voiko jotakin valmista kuvaa käyttää pohjana uuden luettelon sivulle. Useimmiten näin onkin, ja silloin ei ole tarvetta aloittaa kuvan tekemistä alusta asti. Jos jotakin valmista kuvaa muokkaamalla saadaan tehtyä luettelolle sopiva räjäytyskuva, täytyy tämä kopioida ja luoda sille uusi nimi.

Kuvan luominen alkaa 3D-malleista. 3D-mallit ovat kokonaisia moottoreiden mallinnuksia. Kuten moottorimallin tuoterakenne SAP:ssa, ovat myös 3D-kokoonpanot jaettu pienempiin kokonaisuuksiin eli koosteisiin. Nämä koosteet ovat ns. moottorin pääkomponentteja. Luettelon varaosasivut on jaettu pääkomponenteittain. Tällaisia ovat esimerkiksi sylinteriryhmä, öljypohja ja öljypumppu, sylinterinkansi, turboahdin ja pakosarja jne. Kun haluttu kooste on avattu Creo Parametric 4.0 -mallinnusohjelmassa, siirretään nämä halutut komponentit tai koko kooste IsoDraw73 -ohjelmaan, jolla 3D-malli saadaan "räjäytettyä" ja muunnettua viivakuvaksi eli kynäpiirrosta muistuttavaan muotoon. Tämän jälkeen komponentin osat sijoitellaan sivulle mahdollisimman selkeästi, josta lukija näkee niiden oikean asennuspaikan.

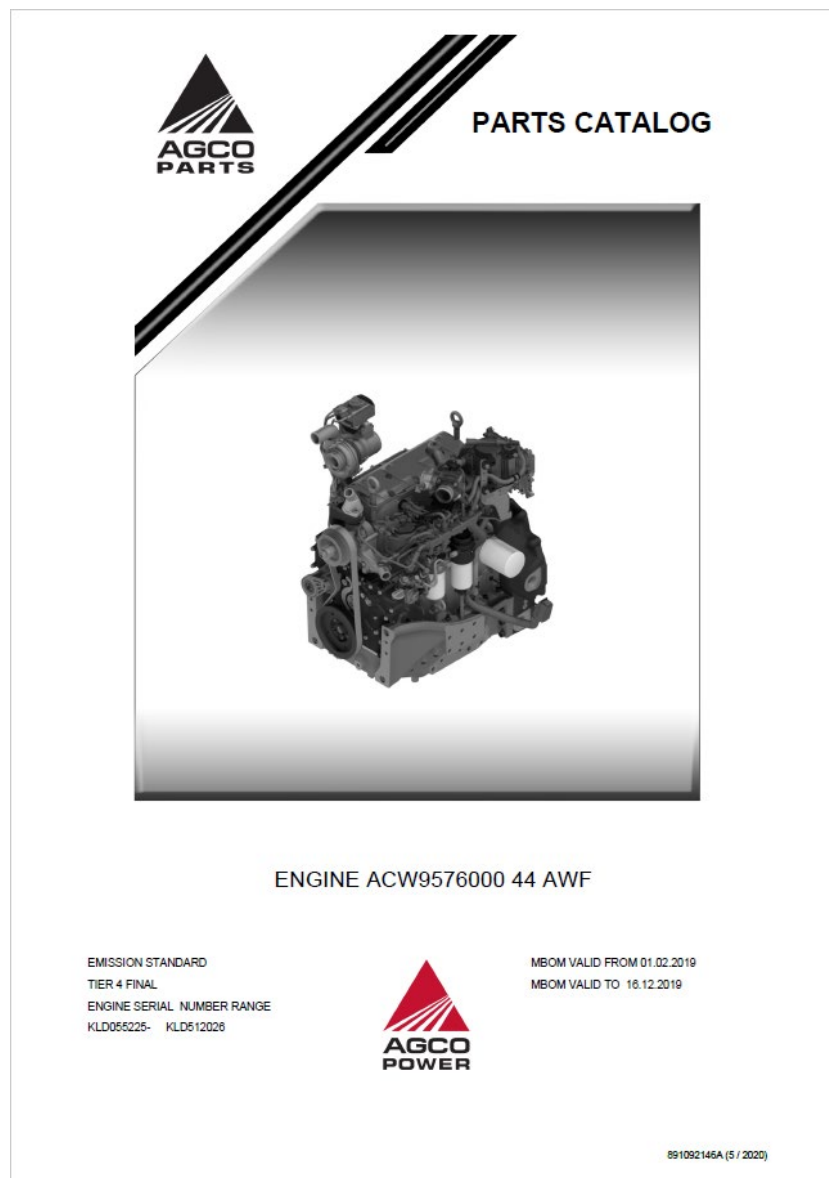
Kaikki luetteloissa olevat kuvat ovat kuvattu yläviistosta etuvasemmalta moottoriin nähden, eli *Isometric 3* -kuvakulmasta. Viivakuvien ulkonäölle on sovittu tietyt ehdot, jotta luetteloiden kuvat olisivat tyyliltään samanlaisia luettelon tekijästä riippumatta. Näitä ehtoja ovat esimerkiksi viivojen paksuudet, osanumeroiden fontit ja koot sekä osien sijoittelutavat. Ennen kuvan tallentamista, luodaan kuvalle nimi Excel-tiedostoa käyttäen, joka syötettyjen tietojen perusteella antaa kuvalle nimen, esimerkiksi "APG2F3168". Kuvan nimi määrittyy moottorityypin sekä pääkomponentin perusteella. Kuvaan lisätään jokaiselle komponentille oma järjestysnumero ja tämän jälkeen valmis kuva avataan Hotpoint-ohjelmalla. Hotpoint:n tarkoitus on, että kun kuva siirretään PBAT:iin, tunnistaa PBAT luettelossa olevat osat. Kun tämä on tehty, pakataan kuva sekä Hotpoint-tiedosto zip-kansioon, joka ladataan PBAT:iin. Nyt kun PLH:ta luodaan, voidaan kuva liittää PLH:lle.



Kuva 6. Esimerkki moottorin 3D-mallista Creo Parametric 4.0 -sovelluksessa.

3.1.5 Varaosaluettelon kansikuva

Varaosaluetteloiden kansikuvat luodaan moottorin 3D-mallista ja katselukulmana käytetään samaa *Isometric 3* -kuvakulmaa kuin muillakin luettelon sivuilla. Kansikuva saadaan Creo Parametric 4.0 -ohjelmasta renderöimällä moottorin 3D-malli. Malli asetetaan oikeaan katselukulmaan ja määritetään oikeat asetukset renderöinnille. Malli renderöidään ja kuva avataan Paintdotnet-kuvankäsittelyohjelmalla, jossa se muokataan mustavalkoiseksi ja oikean kokoiseksi luettelon sivulle sopivaksi. Kuva tallennetaan verkkokansiolle ja ladataan PBAT:iin, josta se voidaan liittää varaosaluetteloon.



Kuva 7. Varaosaluettelon kansilehti.

3.1.6 Osien korvaavuudet

Kun osalistaa käydään läpi ja jos Excel ei löydä komponenttia vertailuluettelosta, on selvitettävä seuraavat kohdat:

1. Kuuluuko osan olla erilainen kuin vertailuluettelon kokoonpanossa?
2. Onko vertailuluettelossa vanha osa, joka on korvautunut uudemmalla samanlaisella osalla?

3. Onko kyse isommasta osakokoonpanosta, jonka osanumero sisältää useita pienempiä osia?

Jos osan kuuluu olla erilainen kuin vertailuluettelossa, on kyseisestä vertailuluettelon va-raosasivusta tehtävä kopio ja tästä muokattava työn alla olevaan moottoriin sopiva. Toi-nen vaihtoehto on etsiä jostain muusta luettelosta samanlainen tai sopivampi PLH, mikäli valitun vertailuluettelon PLH:sta sopivan muokkaaminen vaikuttaa liian työläältä. Mikäli PLH:ita muokataan, tehdyt muutokset tulevat voimaan kaikkiin niihin luetteloihin, jotka käyttävät kyseistä PLH:ta. Kun PLH:sta tehdään kopio, antaa PBAT kopiolle uuden oman PLH ID:n eli numerosarjan. Tällöin PLH:ta voidaan turvallisesti muokata, mikäli kyseinen muutos ei sovi muihin luetteloihin. Kun PLH on valmis, se voidaan liittää työn alla olevaan luetteloon.

SAP:sta voidaan selvittää, onko kyseessä osakorvaavuus. Korvaavuuksia on kuitenkin erityyppisiä ja aina ei voida suoraan vaihtaa vanhan osan tilalle uutta komponenttia. Lu-ettelon tekijälle ns. helpoin tilanne on, kun kyseessä on *Simple Supersession* eli suora korvaavuus. *Simple Selective Supersession* antaa useamman vaihtoehdon korvaavalle osalle. Muita mahdollisuuksia osakorvaavuuksille ovat *Informative Supersession* ja *Simple Partial Supersession*, joissa korvaavuuteen liittyy jokin muu ehto. Näissä tapauk-sissa korvaavuus voi esimerkiksi koskea vain tiettyjä moottorityyppejä, tai eri moottori-tyypeille on erilaiset korvaavat uudet osat.

Korvattavassa osassa voi olla myös muita ehtoja, jotka ovat:

Identical (I), uusi osa on identtinen vanhan osan kanssa, vain nimikenumero on muuttu-nut.

Interchangeable (C), sekä vanha, että uusi osa käyvät kokoonpanoon.

Not Reversible (N), vanhaa osaa ei saa enää käyttää kokoonpanoissa.

Taulukko 3. *Simple Selective Supersession*.

Display Supersession

Header Information

Material: V837073624 Material Description: AIR INTAKE PIPE
 Created by: [REDACTED] Created On: 05.09.2018
 Last Changed by: [REDACTED] Last Changed On: [REDACTED]

Supersession Code: SS SIMPLE SELECTIVE SUPERSESSION
 ECN: 311184 Broken Status

Quantity: 1

Eff. Date (Earliest): 01.10.2018
 Eff. Date (Latest): 01.10.2018
 Eff. Date Override: 01.10.2018

Region	Region description	Regional relevance	Supersession Type	Status of reg. mat.
APAC	Asia Pacific	<input checked="" type="checkbox"/>	SS	D
EAME	Europe, Africa and Middle Ea...	<input checked="" type="checkbox"/>	SS	D
FIN	Suolahti	<input checked="" type="checkbox"/>	SS	D
NA	North America	<input checked="" type="checkbox"/>	SS	D
SA	South America	<input checked="" type="checkbox"/>	SS	D

Comments: [REDACTED]

Detail Information

Line	Material	Description	Qty	Group	Rev.	M...	Condition	Comments	Cut In Date	Ratio (%)
1	ACW4279780	AIR INTAKE PIPE 1	10	N			WITH EARLY DESIGN SHOULDERED TURBO FLANGE		01.10.2018	
2	ACW4279830	AIR INTAKE PIPE 1	20	N			WITH LATER DESIGN FLAT TURBO FLANGE		01.10.2018	

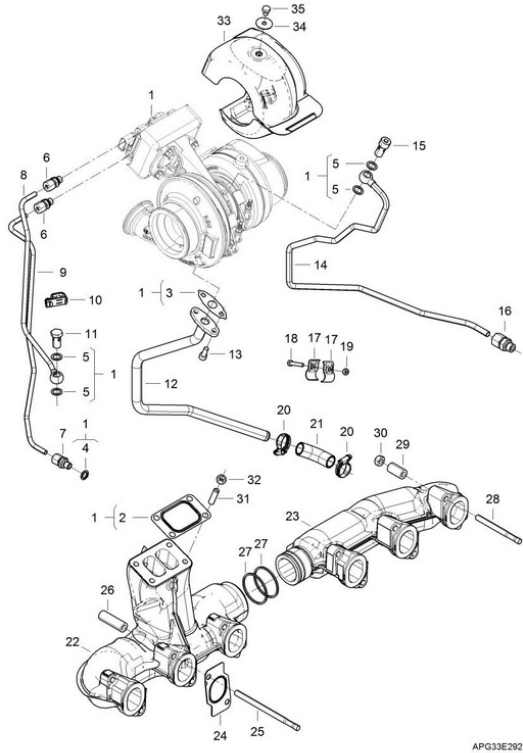
Jotkin osakokonaisuudet, kuten vesipumppu, on varaosaluettelon osalistauksessa merkitty yhden nimikkeen alle. Tämä nimike sisältää kaikki vesipumpun mukana toimitettavat osat. Näissä tapauksissa luettelon tekijän täytyy tunnistaa, että kyseessä on tällainen osakokonaisuus ja avata SAP:sta kyseisen komponenttikokonaisuuden rakenne. Tällöin nähdään, onko kokonaisuudessa oikeat osat luetteloa varten.

Joissain tapauksissa moottorin tuoterakenteessa saattaa olla vanha, jo korvattu osanumero. Tällöin esimerkiksi vertailuluettelossa saattaakin olla jo oikea päivitetty nimike. Lähtökohtana kuitenkin on, että moottorin tuoterakenne olisi SAP:ssa aina ajantasainen, sillä sen pohjalta luettelot tehdään.

3.1.7 Osien lisääminen PLH:lle

Oikean luetteloon kuuluvan osan selvittyä avataan PBAT:sta kyseinen PLH, jolle osa kuuluu ja merkitään osa oikealle paikalleen. Osan täytyy vastata räjäytyskuvassa olevaa

osaa ja sen järjestysnumerointia. Osien sijainnin määrittämistä kokoonpanossa helpottaa 3D-malli ja suunnittelijan määrittämä koosteen nimi tuoterakenteessa, joka viittaa johonkin pääkomponenttiin.



ENGINE ACW708092B 74 LFTN
TURBOCHARGER AND EXHAUST MANIFOLD

Item	Regional Number	Qty	Description Comments
1	ACP0396720	1	TURBOCHARGER INSTALLATION KIT INCLUDES ITEMS 2-5 SEE PAGE 01-0017
2	V836316726	1	GASKET [A] [B]
3	ACW3397620	1	GASKET [A] [B]
4	V836684769	1	SEALING WASHER [A] [B] [C]
5	V815881420	4	SEALING WASHER [A] [B] [C]
6	ACW4824700	2	STRAIGHT FITTING
7	V841086008	1	STRAIGHT FITTING
8	V837084260	1	WATER PIPE
9	ACW5562740	1	WATER PIPE
10	V837073721	1	RETAINER CLAMP
11	V840435010	1	BANJO BOLT
12	ACW7583330	1	TURBOCHARGER LUBRICATION OIL PIPE
13	V81804802	2	HEX SOCKET SCREW
14	ACW7580750	1	TURBOCHARGER LUBRICATION OIL PIPE
15	V837084079	1	BANJO BOLT
16	V841096010	1	STRAIGHT FITTING
17	V836773645	4	PIPE CLAMP HALF
18	V829801112	2	HEX CAP SCREW
19	V804000802	2	NUT
20	ACW1366940	2	HOSE CLIP
21	ACW2345550	1	RUBBER ELBOW
22	ACW3591410	1	EXHAUST MANIFOLD
23	ACW3591450	1	EXHAUST MANIFOLD
24	ACW2110490	6	EXHAUST MANIFOLD GASKET [A] [B]
25	ACW4003650	9	STUD BOLT
26	V836673013	9	SPACER PIECE
27	V837073503	2	SEALING RING [A] [B]
28	ACW4003730	3	STUD BOLT
29	V836664012	3	SPACER PIECE
30	V813601002	12	NUT
31	ACW4030090	4	STUD BOLT
32	V821801000	4	NUT
33	ACW4270330	1	HEAT SHIELD
34	V500750842	1	WASHER
35	V828801342	1	HEX CAP SCREW

[A] INCLUDED IN CYLINDER HEAD GASKET KIT 1
[B] INCLUDED IN COMPLETE ENGINE GASKET KIT 2
[C] INCLUDED IN SEALING WASHER AND O-RING ASSORTMENT

Kuva 8. PBAT:n esikatselunäkymä PLH:sta.

Kuvassa 8 on esimerkki yksittäisestä varaosaluettelon sivusta, joka sisältää räjäytyskuvan ja osalistauksen. Tässä esimerkissä on turboahdin ja pakosarja, jotka kuuluvat samaan koosteeseen. Julkaistussa versiossa räjäytyskuva ja osalistaus löytyvät erillisiltä sivuilta.

Kun PLH:lle kuuluvat osat on selvitetty, lisätään nämä PLH:lle ja varmistutaan, että osat ovat oikeassa numerojärjestyksessä. Osien täytyy täsmätä räjäytyskuvan positionumeroiden kanssa. Lisätään myös osien oikea lukumäärä sekä mahdolliset kommentit ja lisätiedot.

Parts List BOM Maintenance

PLH ID 22361169	Title TURBOCHARGER AND EXHAUST MANIFOLD	Import Service BOM
Authoring Location Linnavuori	Subtitle	Illustration APG33E2922

Save

Cancel

View: SAP NA EAHE SA APAC External Desc.

Item	Item Sequence	Regional Number	Qty	Description	Tec.Spec				+ Add Item
1	10001	ACP0396720	1	TURBOCHARGER INSTALLATION KIT					✓
2	20002	V836316726	1	GASKET		A,B			
3	30003	ACW3397620	1	GASKET		A,B			
4	40004	V836684769	1	SEALING WASHER		A,B,C			
5	50005	V615881420	4	SEALING WASHER		A,B,C			
6	60006	ACW4824700	2	STRAIGHT FITTING					
7	70007	V641086008	1	STRAIGHT FITTING					
8	80008	V837084260	1	WATER PIPE					
9	90009	ACW5562740	1	WATER PIPE					
10	100010	V837073721	1	RETAINER CLAMP					
11	110011	V640435010	1	BANJO BOLT					
12	120012	ACW7583330	1	TURBOCHARGER LUBRICATION OIL PIPE					
13	130013	V581804602	2	HEX SOCKET SCREW					
14	140014	ACW7580750	1	TURBOCHARGER LUBRICATION OIL PIPE					
15	150015	V837084079	1	BANJO BOLT					
16	160016	V641096010	1	STRAIGHT FITTING					
17	170017	V836773645	4	PIPE CLAMP HALF					
18	180018	V529801112	2	HEX CAP SCREW					
19	190019	V504600602	2	NUT					
20	200020	ACW1366940	2	HOSE CLIP					
21	210021	ACW2345550	1	RUBBER ELBOW					
22	220022	ACW3591410	1	EXHAUST MANIFOLD					
23	230023	ACW3591450	1	EXHAUST MANIFOLD					
24	240024	ACW2110490	6	EXHAUST MANIFOLD GASKET		A,B			
25	250025	ACW4003650	9	STUD BOLT					
26	260026	V836673013	9	SPACER PIECE					
27	270027	V837073503	2	SEALING RING		A,B			
28	280028	ACW4003730	3	STUD BOLT					
29	290029	V836664012	3	SPACER PIECE					
30	300030	V513601002	12	NUT					
31	310031	ACW4030090	4	STUD BOLT					
32	320032	V521801000	4	NUT					
33	330033	ACW4270330	1	HEAT SHIELD					
34	340034	V500750842	1	WASHER					
35	350035	V528801342	1	HEX CAP SCREW					

Kuva 9. PLH:n osalistauksen muokkaaminen.

Parts List BOM Item Maintenance

PLH ID: 22361169 Title: TURBOCHARGER AND EXHAUST MANIFOLD

Item	Item Sequence	Part Number	Description	Qty
B	30003	ACW3397620	GASKET	1

Footnotes:

- A, INCLUDED IN CYLINDER HEAD GASKET KIT 1
- B, INCLUDED IN COMPLETE ENGINE GASKET KIT 2

Type of Filter	MSN Code	Book Code	Group Unit	Year - From	Year - To	Range Value - From	Range Value - To

Comment Type	MSN Code	Book Code	PLH ID	Comment ID	Comments

Exclude Comments from the following Parts Books

Save Cancel

Kuva 10. Yksittäisen komponentin tiedot luettelossa.

Jos kyseessä on osakokonaisuus, lisätään kommenttiosioon tieto, mitä komponentteja kokonaisuus sisältää, esimerkiksi "INCLUDES ITEMS 2-5". Jotkin osat saatetaan näyttää tietyllä PLH:lla kokonaisuuden hahmottamiseksi, mutta osan tiedot on esitetty toisella sivulla, tällöin kommenttiosioon lisätään sivuviittaus, esim. "SEE PAGE 01-0017"

3.1.8 Tiivistesarjat

Varaosina myytäviä tiivisteitä on koottu valmiisiin tiivistesarjoihin tuotehallinnan sekä tilaamisen helpottamiseksi ja selkeyttämiseksi. Tiivistesarjat on jaettu kolmeen sarjaan: [A] sylinterinkannen tiivistesarjaan, [B] koko moottorin tiivistesarjaan sekä [C] tiivistealuslevy- ja o-rengassarjaan. Luetteloon liitettävien tiivisteiden *Footnotes*-laatikoihin syötetään nämä tiedot, jotka kertovat, minkä sarjojen mukana tiivistettä on saatavilla. (Kuva 10)

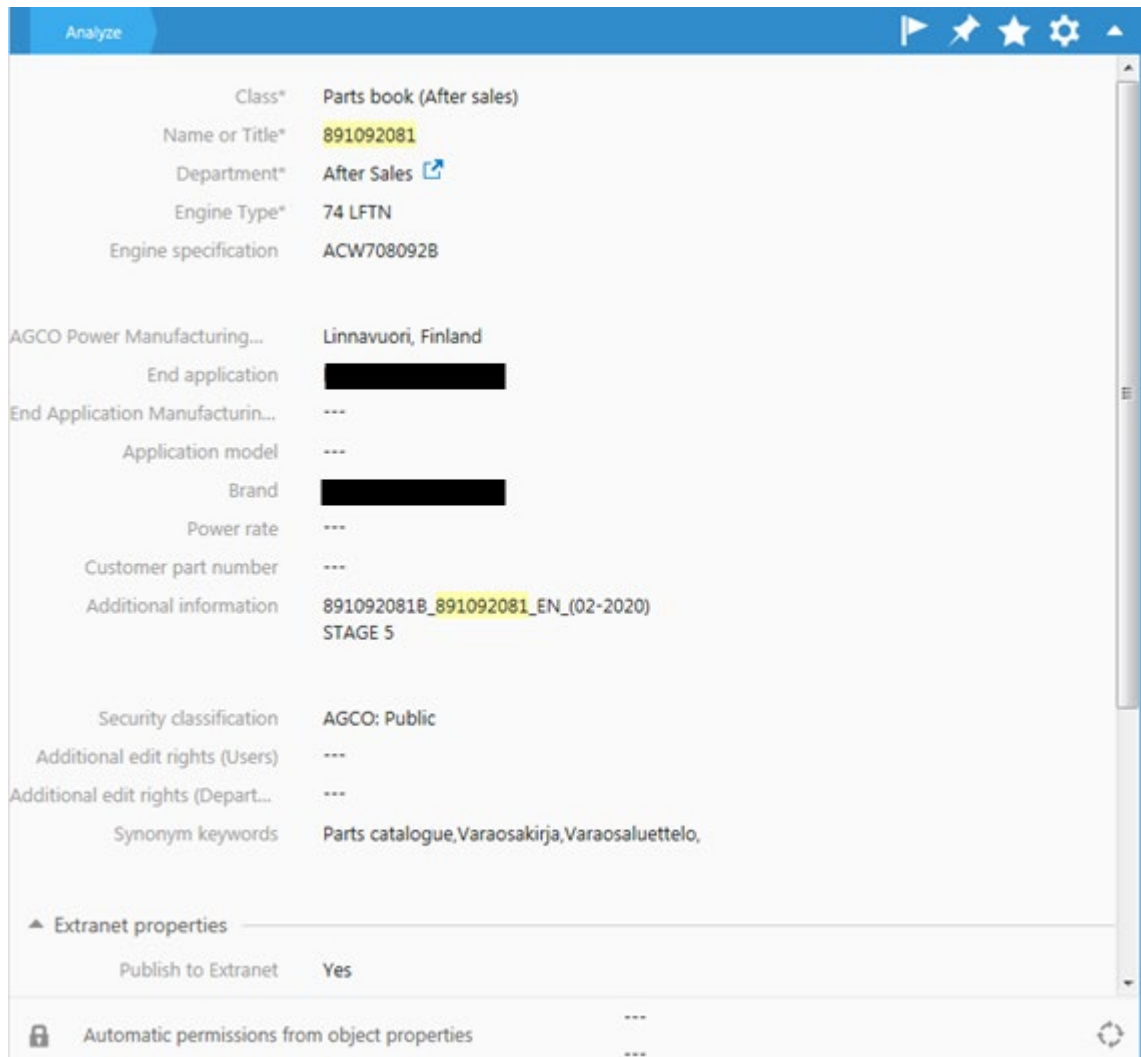
3.1.9 Lopputarkistus ja julkaisu

Luettelon ollessa valmis on se syytä tarkistaa vielä ennen julkaisua. Työstetyn luettelon osia on hyvä verrata vielä moottorin tuoterakenteeseen ja varmistua siitä, että kaikki osat löytyvät varaosaluettelosta oikeilta paikoiltaan.

On myös tarkistettava, että osien positionumeroinnit kuvissa täsmäävät osalistausten kanssa. PBAT:sta löytyvää *Other Reports*:in *Parts Book Extract*:ia voidaan myös hyödyntää tässä vaiheessa. Juuri tehdyn luettelon osalistaus voidaan ladata täältä ja siirtää työexceliin, jossa kyseisen moottorin SAP:sta saatu osalistaus on. Näin voidaan vielä tehdä vertailu SAP:n sekä uuden luettelon osien välillä ja varmistua, että ne täsmäävät. Kun luettelo on tekijän mielestä valmis, kannattaa tässä vaiheessa antaa luettelo vielä kollegoiden silmäiltäväksi.

Tarkistuksen jälkeen, kun kaikki tiedot luettelossa on todettu oikeellisiksi, on aika julkaista luettelo. Luettelo julkaistaan PBAT:ssa ensin luonnoksena. Kun luettelo on julkaistu luonnoksena, PBAT:n järjestelmä lähettää luettelon tekijälle sähköpostin, jossa on vielä PBAT:n havaitsemat mahdolliset ristiriidat. Tässä vaiheessa on vielä mahdollisuus korjata nämä virheet.

Kun luonnosvaihe on kunnossa, voidaan luettelo virallisesti julkaista. Luettelo julkaistaan samaan tapaan kuin luonnos. Luettelon tekijä saa sähköpostiinsa vahvistuksen luettelon onnistuneesta julkaisusta sekä luettelon pdf-formaatissa. Tämän jälkeen on vielä vietävä luettelon pdf-versio M-Files-pilvipalveluun, jossa luettelo saadaan nähtäväksi asiakkaalle sekä AGCO Power Oy:n työntekijöille. M-Files:ssä luettelolle syötetään vielä kansilehden tiedot kuten luettelon nimi, moottorin tyyppi ja malli, tuotantopaikka, moottorin teho, asiakas sekä laite johon moottori asennetaan. Kansilehdeltä myös valitaan mitkä tahot luetteloita voivat tarkastella.



Kuva 11. Luettelon kansilehden tiedot M-Files:ssä.

Viimeisenä vaiheena tulee ilmoittaa kyseistä varaosaluetteloä käyttävälle asiakkaalle sähköpostitse luettelon olevan nyt käytettävissä. Kun asiakkaalla on tieto luettelosta, saa asiakas liittää moottorin varaosaluettelon Epsilon Web:iin osaksi kokonaista työkoneen varaosaluetteloä.

4 KONSEPTILUETTELO - LUOMISPROSESSIN KEHITYSIDEAT JA TOTEUTUS

Konseptiluettelon tarkoituksena oli tutkia ja selvittää mahdollisia uusia työtapoja varaosaluettelon tuottamiseen. Tarkasteltavia osa-alueita olivat nykyisten työvaiheiden kehittäminen, täysin uusien työvaiheiden ja -tapojen suunnitteleminen sekä uusien ennen käyttämättömien ohjelmistojen hyödyntäminen kuten Creo Illustrate 6.1. Varaosaluettelon konseptimallia hahmoteltiin PBATQA-testausalustalle. Selvityksessä tutkittiin muiden julkaisualustojen ja -formaattien käyttömahdollisuuksia nykyisen IsoDraw 7.3 -sovelluksen, PBAT-alustan ja pdf-formaatin korvaajiksi.

Creo Illustrate -ohjelmalla pystytään tuottamaan animointeja olemassa olevista moottorien 3D-malleista. Tällä sovelluksella olisi mahdollisuus tuottaa interaktiivisia varaosaluettelon sivuja. Kokoonpanoa voitaisiin tarkastella joka suunnasta ja lisäksi animoinnin avulla kokoonpanon osat voitaisiin räjäyttää ja palauttaa takaisin paikoilleen.

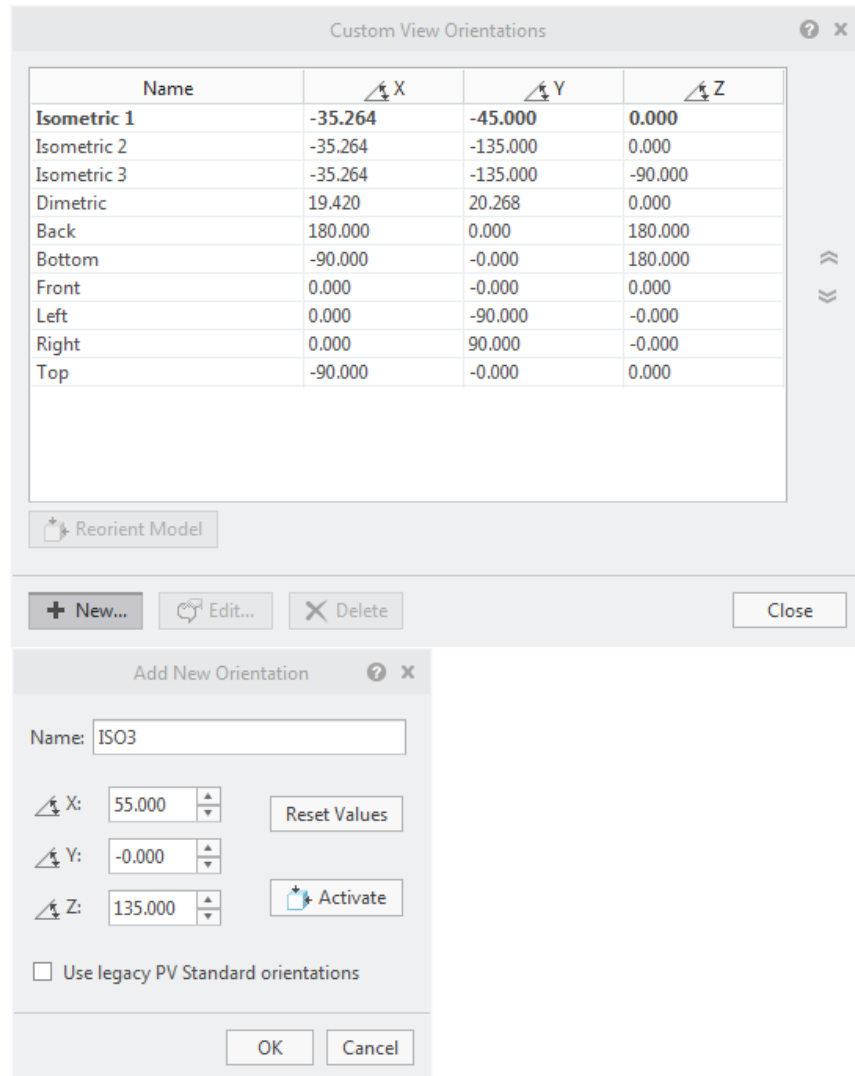
4.1 Räjäytysanimointien ja kuvien luominen Creo Illustrate:lla

4.1.1 Mallin tuominen Creo Illustrate:en

Kuten nykyiselläkin toimintatavalla, 3D-mallin käsittely aloitetaan avaamalla ja tallentamalla Creo Parametric 4.0:ssa kooste ja tallennetaan se pvz-tiedostona. Mikäli koosteita halutaan valita Creo Parametric 4.0:sta useampi, valitaan halutut koosteet ja painetaan hiiren oikeaa painiketta. Avautuneesta valikosta valitaan → *Representation* → *Master*. Näin näkyviin jäävät vain halutut koosteet. Myös jälkikäteen voi lisätä koosteita kokoonpanoon samalla tavalla. Kun koosteessa on varaosaluettelon kannalta kaikki tarvittavat komponentit, tallennetaan kooste pvz-tiedostona. Periaatteessa koko moottorin 3D-mallin voisi tallentaa pvz-tiedostona, mutta tiedostosta tulee erittäin suurikokoinen ja raskas mikä saattaa kaataa Creo Parametric:in. Varmempi tapa on tallentaa koosteet erillisinä paketteina ja sitten tuoda ne Creo Illustrate:en.

Creo Illustrate -ohjelmaan siirryttäessä avataan tallennettu kooste valikosta: *File* → *Import* → *Embed*. Katselukulman voi määrittää *Isometric 3* -asentoon *Orientation*-painikkeen kautta. Useimmiten kooste ei kuitenkaan suoraan asetu oikeaan katselukulmaan,

vaan katselukulma täytyy määrittää itse. Ainakaan tässä selvityksessä käytetyn moottorin 3D-mallin komponenttikoosteet eivät asettuneet oikeaan asentoon Creo Illustrate:ssa valmiiksi löytyvällä *Isometric 3* -kuvakulmalla. *Orientation*-painikkeella avautuu valikko, jonka alimmaisena on *Customize*-valinta. Pdf:ksi tallennettaessa määritetty kuvakulma löytyy myös pdf:n näkymävalikosta.



Kuva 12. Katselukulman määrittäminen *Isometric 3* -asentoon.

Mallinnetusta komponentista riippuen X, Y ja Z-akseleiden asennot vaihtelevat. Tämä täytyy kokeilemalla selvittää, milloin katselukulma on oikein. Katselukulmalla ei ole suurta merkitystä paitsi, jos kooste tallennetaan lopuksi kuvana eikä kokonaisuena 3D-mallina. Selkeyden vuoksi tämä standardikatselukulma voisi silti olla hyvä lähtökohta,

kun komponenttien 3D-mallit avataan. Tämän jälkeen sBOM-valikosta eli 3D-mallin osalistauksesta valitaan osat räjäytysanimointia varten. Asennussuunnan mukaan määritetään, mitkä osat liikkuvat X, Y vai Z-akselin suuntaisesti pääkomponenttiin nähden. Tässä vaiheessa painetaan *Animation*-välilehdeltä *Record Content*-painiketta. Tämä toiminto tallentaa liikuteltavien komponenttien siirtymän suunnan ja matkan. Samanaikaisesti voidaan valita useampi osa. Kun osat on maalattu sBOM-valikossa tai valittu suoraan mallista, painetaan *Transform*-kuvaketta, jolloin valittuja osia voidaan liikuttaa haluttuun suuntaan haluttu matka. Hiiren vasenta painiketta pohjassa pitäen voidaan osia liikuttaa vetämällä tai voidaan suoraan näppäillä kuinka pitkä matka millimetreinä osat animoinnissa liikkuvat. Kun matka on määritetty, painetaan Enter-näppäintä, hiiren vasen painike edelleen pohjassa painettuna. Kun eri osia määritellään liikkuvaksi omilla akselleillaan oman matkansa, Creo Illustrate tallentaa ja luo jokaiselle oman animointiraitansa ja asettaa ne animointieditorissa toistumaan peräkkäin. Tarvittaessa nämä kuitenkin voidaan yhdistää samanaikaisesti liikkuviksi muiden osien kanssa animoinnissa, jotta *Play*-painiketta painaessa kaikki osat ”räjähtävät” yhtä aikaa. *Restore Location*-painikkeella osat palautuvat omille paikoilleen ja alasetoalvikosta *Restore selected to sBOM Location*, jos halutaan palauttaa vain tietyt osat paikoilleen. Jos animointi halutaan tehdä uusiksi, painetaan *Animation*-painiketta ja animoinnin nauhoittamisen voi aloittaa alusta. Kun yksi osaryhmä on siirretty halutulle etäisyydelle pääkomponentista, on syytä painaa uudestaan *Record Animation*-painiketta, jolloin animoinnin nauhoitus päättyy ja sovellus luo liikutetuista osista nauhoitteen. Kun taas siirretään seuraava ryhmä osia, painetaan taas ensin *Record Animation*-painiketta ja siirron jälkeen uudestaan, jolloin nauhoitus päättyy.

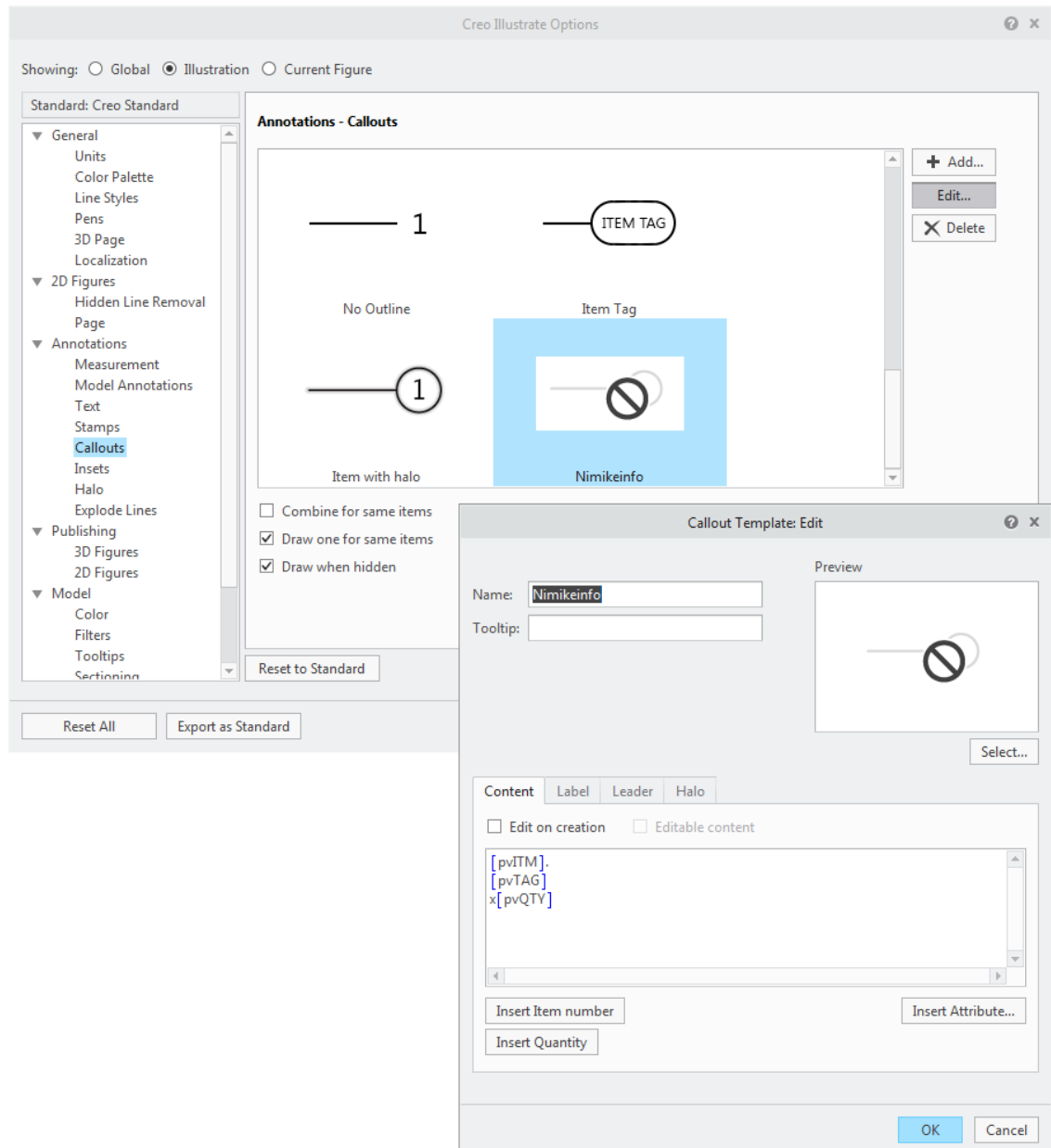
4.1.2 Informaatiolaatikot

Osille voidaan merkitä näkyviin omat numeronsa *Callouts*-painikkeesta. Valitaan esimerkiksi *Note with Leader*. Tähän voidaan merkitä esimerkiksi osan järjestysnumero, nimikenumero sekä lukumäärä. *Figure* → *Filters*: voidaan piilottaa *Callout*-tietolaatikot. *Callout*-laatikoihin voidaan kirjata näkyville esimerkiksi osien järjestysnumero, nimikenumero sekä kappalemäärä. Jos *Callout*-laatikoihin halutaan saada kaikki tieto, on syytä luoda uusi *Template*. Tämä tapahtuu *Manage Callouts*:n kautta. Painetaan *Add*-painiketta, josta päästään luomaan uusi *Template*. Syötetään seuraavat komennot:

- [pvITM]. = Nimikkeen järjestysnumero.

- [pvTAG] = Nimikkeen osanumero.
- x[pvQTY] = Nimikkeellä olevien osien lukumäärä kokoonpanossa.

Mikäli nykyiseen käytössä olevaan tapaan halutaan näkyville vain nimikkeen positionumero, riittää Creo Illustrate:sta valmiiksi löytyvä *Item Number*.



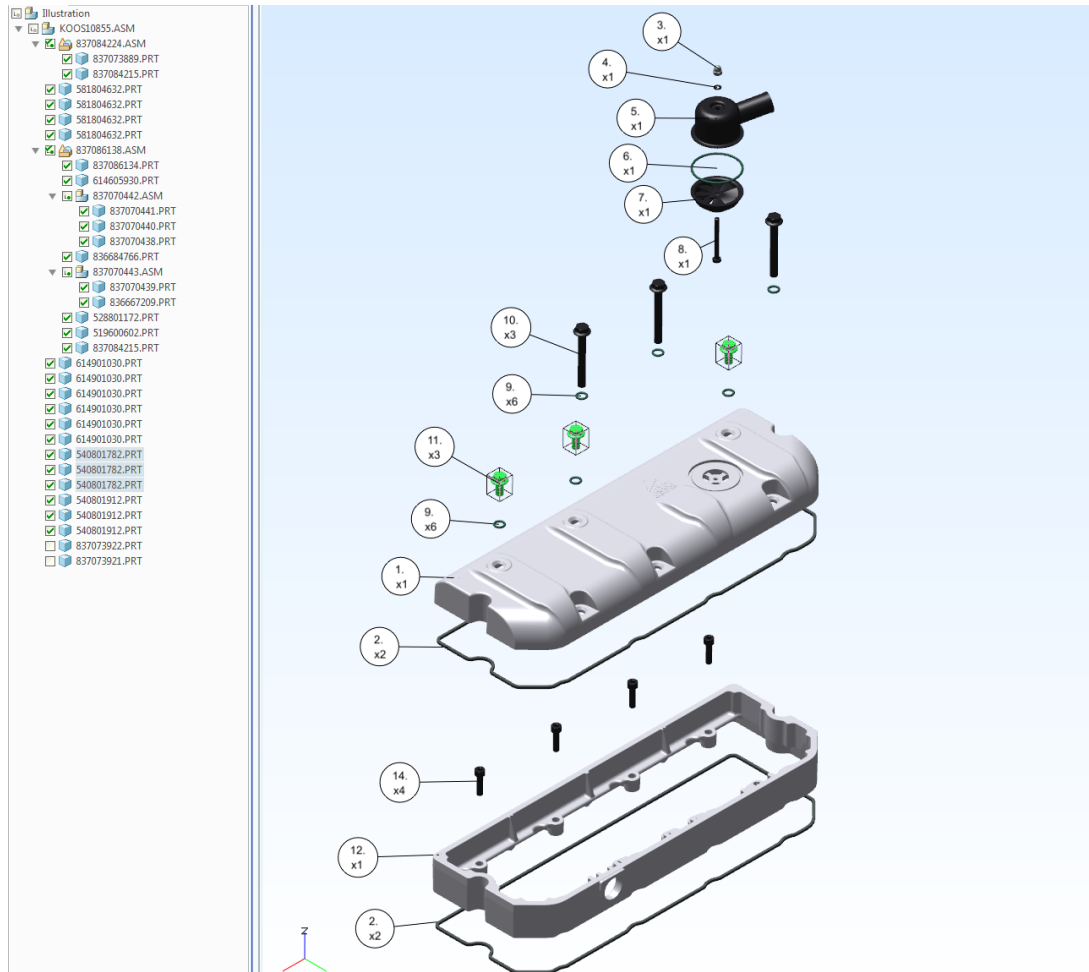
Kuva 13. Informaatiolaatikon sijoittaminen malliin.

Kun halutut komennot on määritetty tietolaatikkoon, valitaan välilehdeltä *Item List* → *Automatic*. Sitten *Type* → *Parts Only*, *Selection* → *Entire Structure* ja *Callouts* → Valitaan

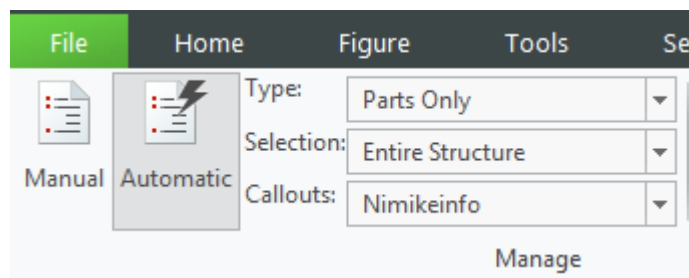
haluttu näkyviin tuleva tieto. *Draw One for Same Item* -toiminnon avulla voidaan "maalata" kaikki samalla nimikkeellä olevat osat, jolloin sovellus tekee vain yhden infolaatikon per nimike. Tällöin kokonaiskuva säilyy selkeämpänä, kun infolaatikoita jää huomattavasti vähemmän.

Automaattinen osien *Callout* ei välttämättä valikoi parhaita osia selkeyden kannalta. Lisäksi osien järjestysnumerot valikoituvat sBOM:n mukaan, mikä ei ole iso ongelma, mutta saattaa olla epälooginen. Varmin tapa on merkitä manuaalisesti järjestysnumerot katselun kannalta parhaisiin osiin ja numeroida oman harkinnan mukaan. Mikäli osien lukumäärän haluaa sisällyttää informaatiolaatikoihin, on otettava huomioon, että jos Creo Illustrate:ssa on samassa *Illustration:ssa* avoinna useampi kooste, laskee sovellus mukaan kaikkien koosteiden samannimiset osat ja määrittelee niiden lukumäärän sen mukaan eikä koostekohtaisesti. Tästäkin syystä voi manuaalinen merkitseminen olla varmin ja paras vaihtoehto.

Yhtenä tapana osien merkitsemiselle voisi olla *Callout*-laatikoihin nimikkeen osanumeron ja lukumäärän laittaminen. Kun laatikossa on osien lukumäärä, maalaa Creo moottorin sBOM:n kaikki kyseiset nimikkeet osalistauksessa. Jos osia piilottaa näkyvistä sovellus ei enää laske näitä mukaan. *Callout*-laatikoiden tietojen perusteella voidaan silti edelleen päätellä osien todellinen lukumäärä komponentissa.



Kuva 14. Vaihtoehto osalistauksen esittämiselle.



Kuva 15. Automaattisen osalistauksen määrittäminen.

Myös *Explode Lines* eli räjäytysviivat voidaan lisätä malliin. Mallista voidaan myös piilottaa osia, jolloin kuvasta tai mallista saadaan selkeämpi.

4.1.3 Animointi

Jokaisen osan siirtymä nauhoittuu omalle *Trackilleen*. Oletuksena nämä nauhoitteet sijoittuvat toistensa perään siinä järjestyksessä kuin ne ovat nauhoitettu. Nauhoitteet voidaan kuitenkin siirtää alkavaksi samaan aikaan, jolloin kaikki osat ”räjähtävät” samanaikaisesti. Jos siirtymien pituutta ajallisesti halutaan muuttaa, täytyy animointi kelata alkuun, jonka jälkeen animointiraitaa vetämällä saadaan räjäytys tapahtumaan hitaammin tai nopeammin.

Valmiin animoinnin tallennus pdf-muotoon.

Save Figure as 3D File → *Type: pdf* → *Page size: A4* → *Advanced: Include Animation, PMI, Annotations*. Selvityksessä 3D-mallin koosteet saatiin avattua pdf-formaatissa, mutta mallien katselu oli hyvin kankeaa. Näistä pdf-muodon havaituista ongelmista kerrotaan lisää tämän opinnäytetyön kappaleessa 4.3.

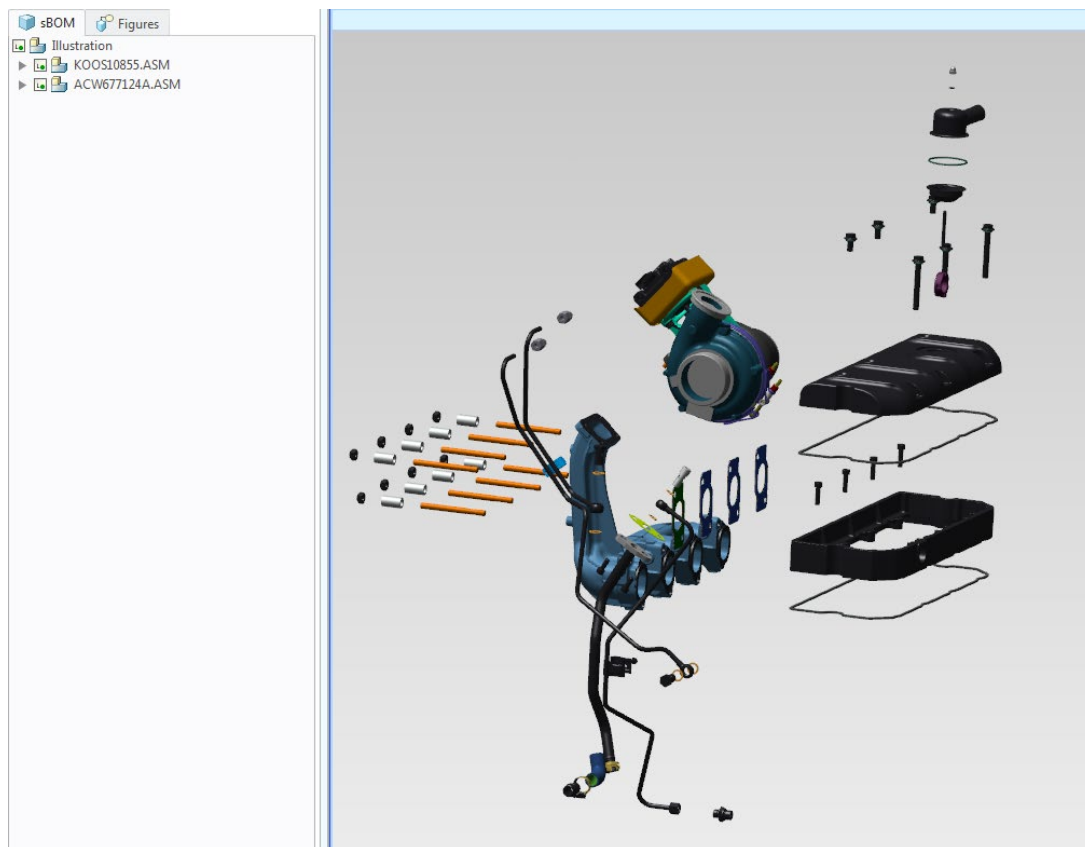
4.1.4 3D-luettelon kokoaminen

Selvityksessä päädyttiin kokeilemaan luettelon kokoamista seuraavalla tavalla:

Moottorin 3D-mallista tallennettiin koosteet sellaisena kuin moottorisuunnittelija ne oli malliin määritellyt. Tässä esimerkissä otettiin käsittelyyn yhteensä kuusi koostetta moottorista, jotka olivat nokka-akseli ja venttiilit, vauhtipyörä, sylinteriryhmä, laturi ja taittopyörät, turboahdin ja pakosarja sekä sylinterinkansi. Käytännössä nämä eri koosteet toimisivat 3D-luettelon varaosasivuina. Mikäli 3D-mallit eivät olisi niin raskaita tietokoneelle, voisi koko moottorin 3D-mallin ladata Creo Illustrate:en suoraan, jolloin kooste kerrallaan pystyisi luomaan räjäytysanimoinnit jopa niin, että koko moottorin saisi räjäytettyä yhdellä hiiren painalluksella ja luettelon käyttäjä voisi piilottaa tai tuoda näkyviin haluamansa koosteet. Tämä tapa myös varmistaisi, ettei koosteita jäisi lisäämättä 3D-luetteloon, kun koko moottori ladattaisiin kerralla Creo Illustrate:en. Tällä hetkellä kuitenkin jo kuuden edellä mainitun koosteen kerralla näkyviin tuominen tuottaa tehokkaallekin tietokoneelle vaikeuksia ja sovellus saattaa kaatua.

Sama ongelma ilmenee vielä selvemmin Creo View -ohjelmassa, joka voisi toimia potentiaalisena julkaisualustana 3D-luettelolle. Selvityksessä kuitenkin alustavasti vaikut-

taa siltä, että myöskään Creo View ei useaa koostetta pysty sisällyttämään samaan *Illustration*:iin, sillä sovelluksen suorituskyky muuttuu epävakaaksi. Vaihtoehtona on siis tehdä koosteista erikseen omat räjäytysanimointitiedostonsa ja kerätä tiedostot esimerkiksi samaan kansioon. Tämä ei kuitenkaan ole kovin käytännöllinen tapa selata kokonaista moottorin varaosaluetteloa.



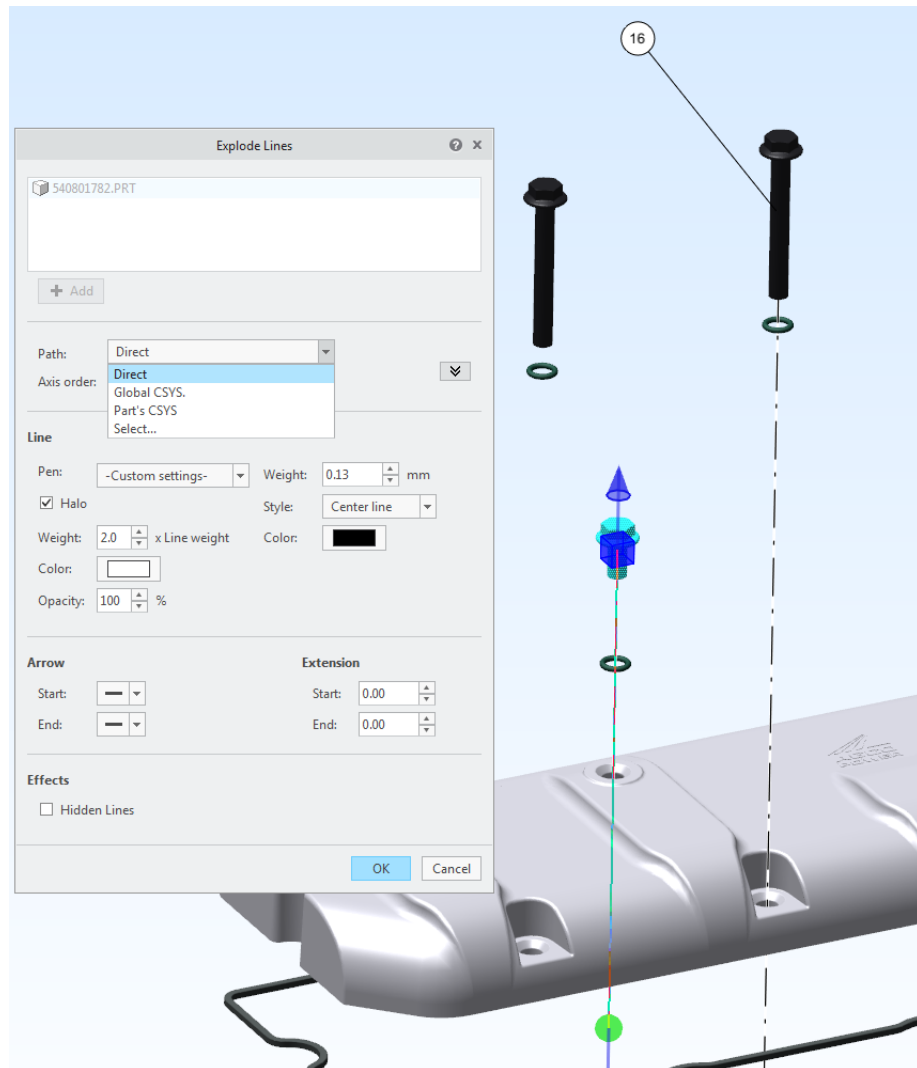
Kuva 16. Kaksi eri koostetta samassa näkymässä Creo Illustrate:ssa.

4.1.5 2D-luettelosivun luominen

Creo Illustrate:lla pystyisi tekemään myös nykyisenkaltaisia 2D-räjäytyskuvia. Selvityksessä päädyttiin seuraavanlaiseen toteutustapaan:

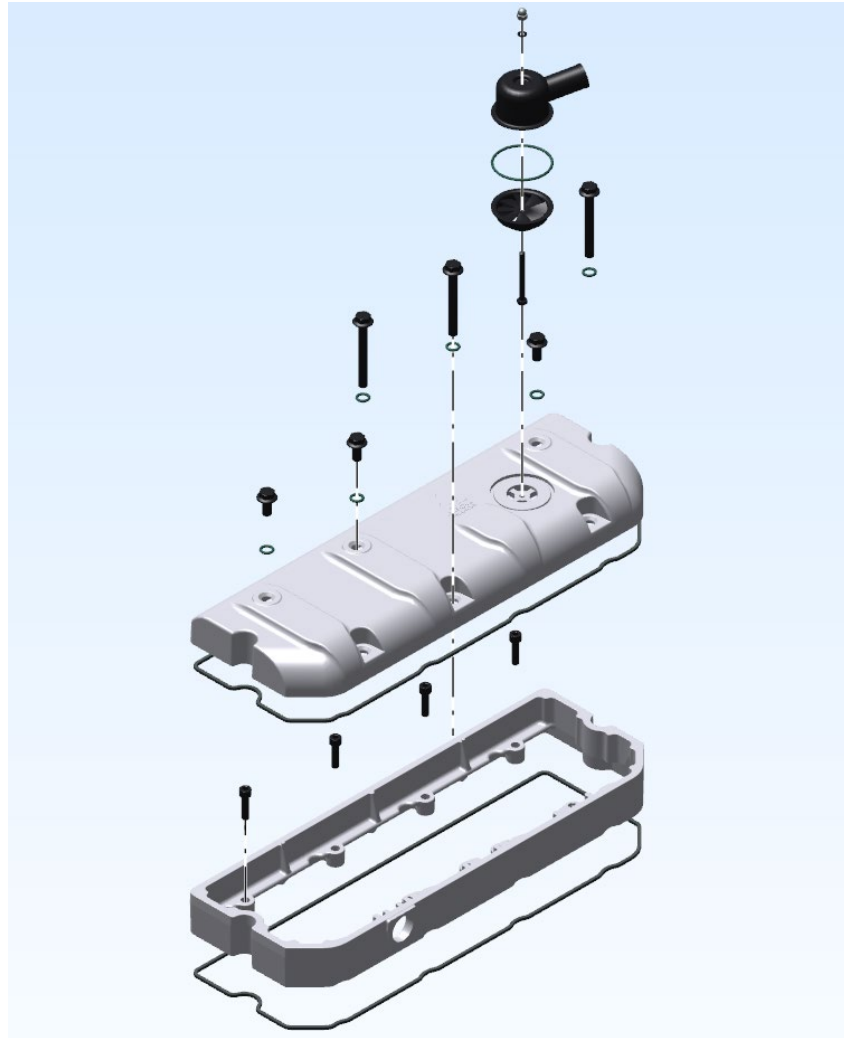
Avataan haluttu kooste. Käännetään kokoonpano itse määritettyyn *Isometric 3* -kuvakulmaan. Taustan väriä voi muuttaa, tässä tapauksessa väriksi valittiin vaaleanharmaa. Räjäytysviivan paksuudeksi määritetään nykyisin IsoDraw:ssa käytössä oleva 0,13 mm ja räjäytysviivan taustaväriksi valkoinen ja määritetään taustavärin paksuudeksi 2.0x.

3D-mallin osia liikutellaan samaan tapaan kuin animointeja luodessa, tällä kertaa nauhoitusta ei kuitenkaan tarvitse pitää päällä. Osat on myös syytä liikuttaa sellaisiin paikkoihin, että kaikki näkyvät *Isometric 3* -kuvakulmasta. Kun kyse on 2D-kuvasta, ei ole tarpeellista jättää kaikkia samalla nimikkeellä olevia osia näkyviin, vaan ne voidaan piilottaa näkyvistä kuten tämänhetkisellä toimintatavalla piirrossivuja luodessa. Informaatiolaatikoihin voidaan laittaa esimerkiksi joko nimikkeen osanumero näkyviin tai pelkistään järjestysnumero.

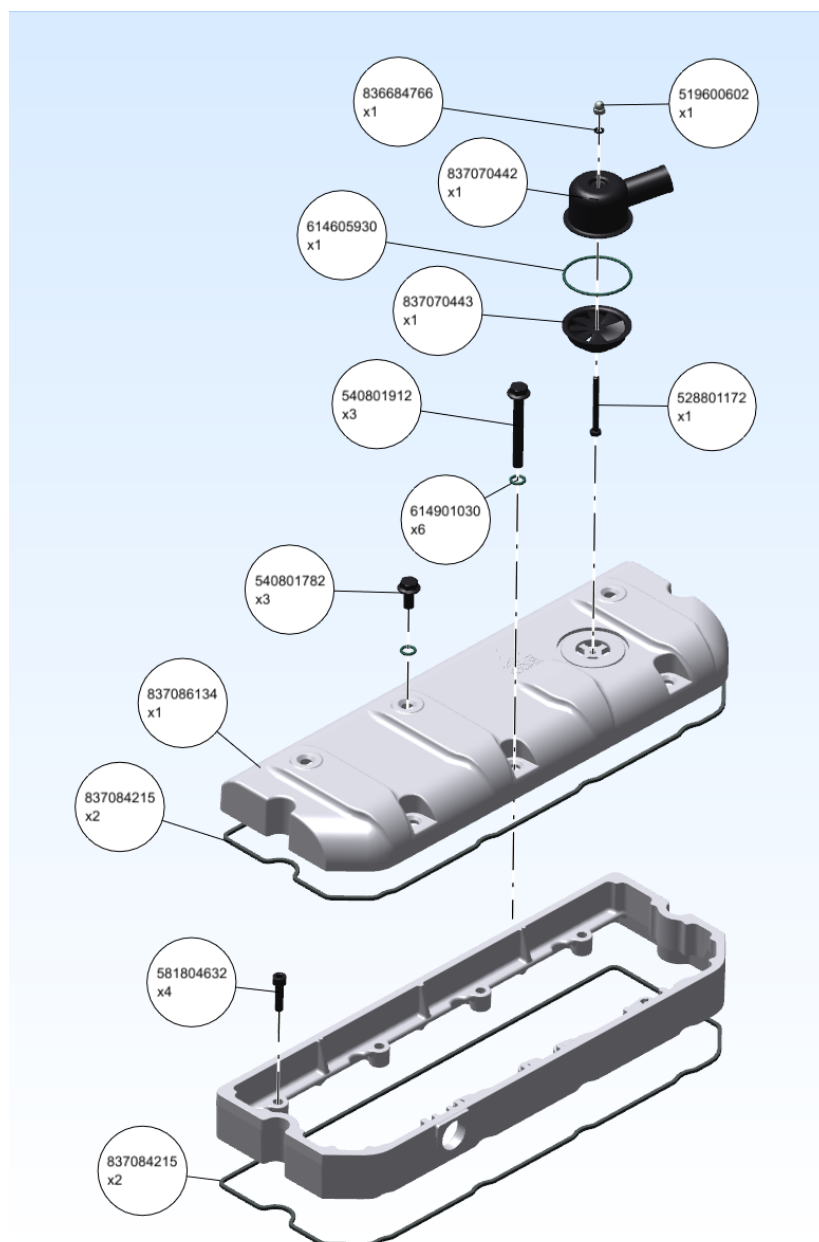


Kuva 17. Räjätysviivojen asetukset.

Räjätysviivat ovat oletuksena *Global CSYS*. Tällöin räjätysviivat osoittavat automaattisesti osan alkuperäiseen sijaintiin. Tämä ei kuitenkaan toimi, jos liikutetaan suurempaa kokonaisuutta, johon yksittäinen osa kuuluu. Tällaisessa tapauksessa valitaan *Direct*-polku viivalle ja siirretään viivan kulkureitti manuaalisesti oikeaan paikkaan.

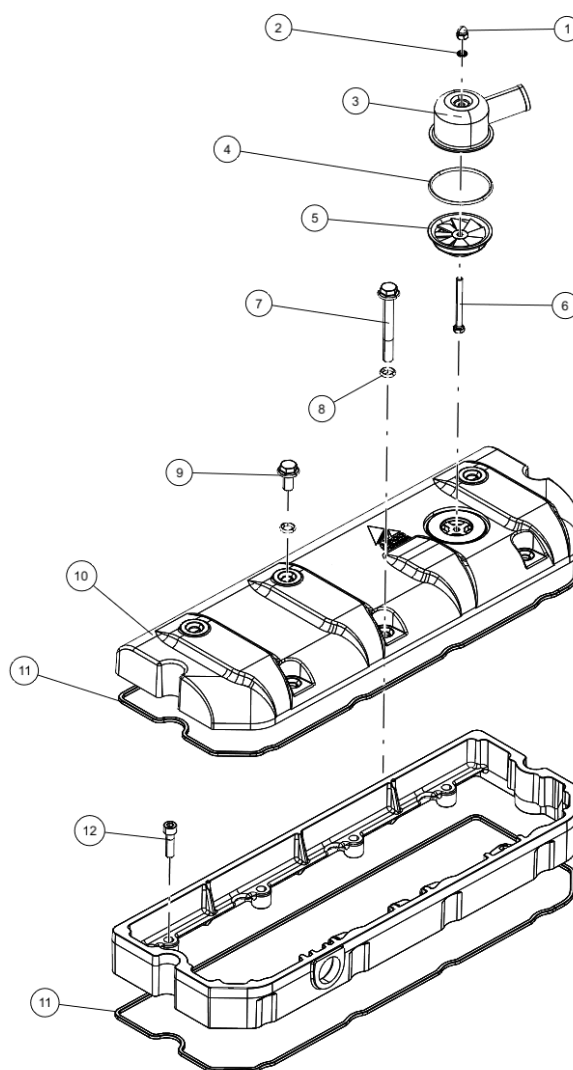


Kuva 18. Koosteen kaikki osat räjäytettynä ilman infolaatikoita *Isometric 3* -kuvakulmasta kuvattuna.



Kuva 19. Valmis räjäytyskuva Creo Illustrate 6.1:llä luotuna.

Tässä luonnoksessa osien nimikenumerot sekä kappalemäärät kyseisessä kokoonpanossa on sijoitettu suoraan infolaatikoihin näkyviin. Tällaisessa ratkaisussa erillistä osalistausta ei välttämättä tarvittaisi. Infolaatikoihin voisi tarvittaessa myös syöttää lisätietoja osasta, esimerkiksi tiedon, jos osa kuuluu johonkin tiivistesarjaan.



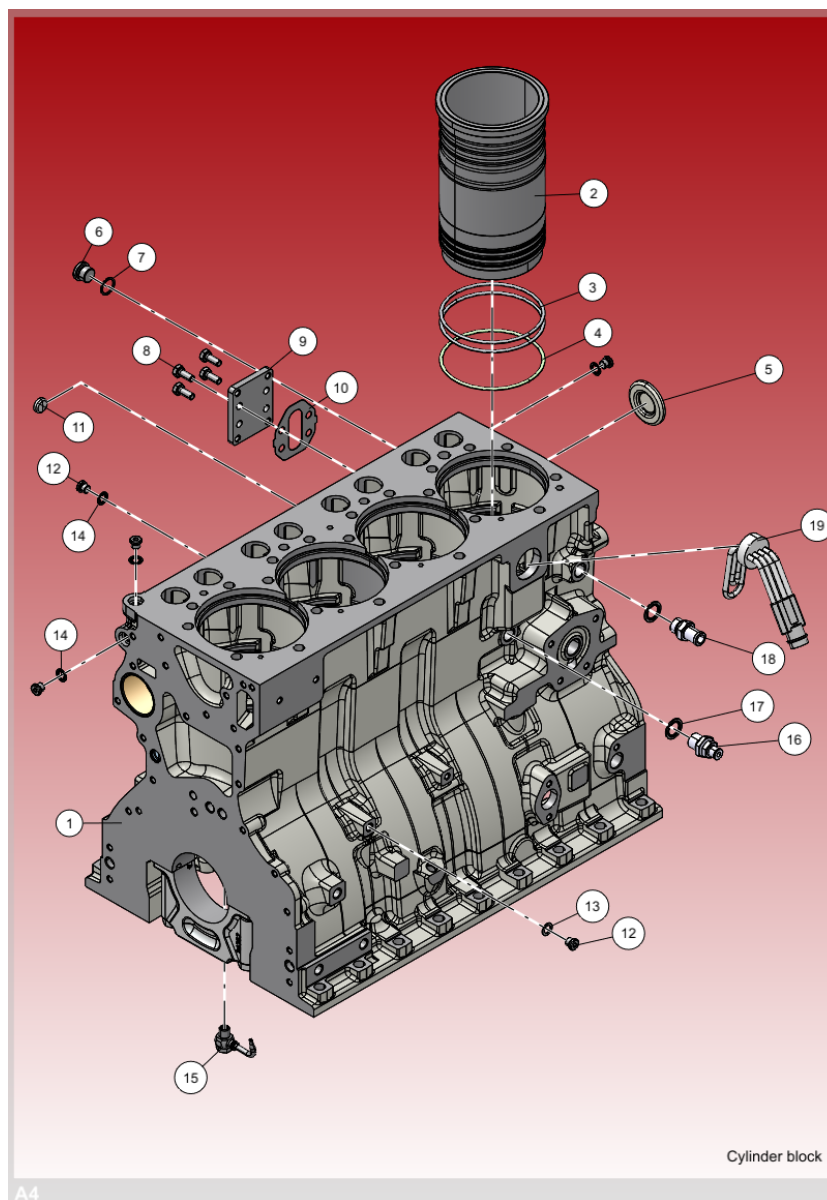
Kuva 20. Nykyisen kaltainen räjäytyskuva Creo Illustrate:lla luotuna.

Toisessa luonnoksessa pyrittiin tekemään räjäytyskuva mahdollisimman samankaltaiseksi kuin nykyisellä käytössä olevalla tavalla IsoDraw-ohjelmalla. *Render Mode* -valikosta vaihtoehto "HLR" on mustavalkoinen viivakuva kuten IsoDraw-ohjelmalla tehtynä. Creo Illustrate sisältää myös muutamia muita erilaisia renderöintimalleja, jotka ovat erittäin vartenotettavia vaihtoehtoja räjäytyskuvan ulkoasuksi.

Mikäli kuvaan olisi määritetty järjestysnumerot automaattisesti, olisi sovellus lisännyt kuvaan liikaa eri järjestysnumeroita. Tämän aiheuttaa se, että jotkin komponentit on mallinnettu useasta eri kappaleesta ja sovellus näin ollen numeroi erikseen jokaisen mallinnetun kappaleen. Automaattinen järjestysnumerointi numeroi myös koosteesta piilotetut osat. Tällaisissa tapauksissa järjestysnumeroinnit joutuu tekemään manuaalisesti.

Koska kuvassa on vain nimikkeiden järjestysnumerot, on välttämätöntä, että luettelo sisältää erillisen sivun osalistaukselle, kuten nykyisessä mallissa.

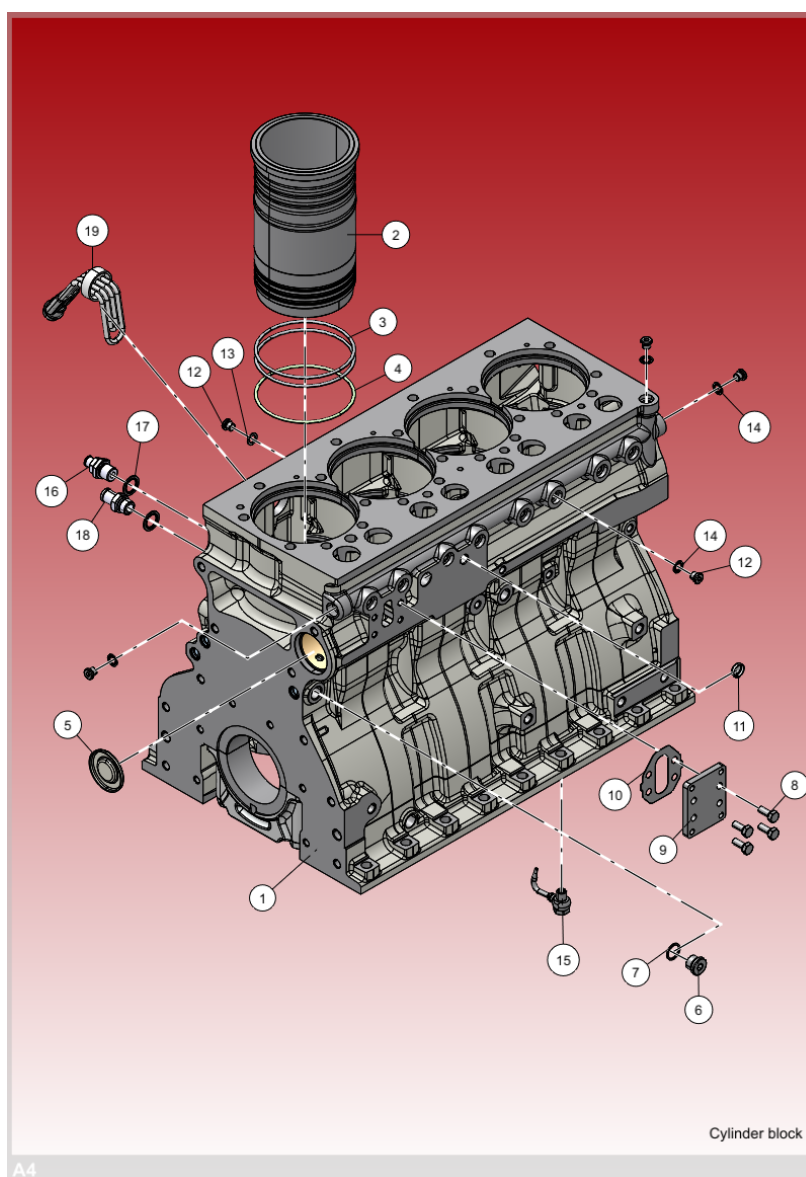
Kun kuva on valmis, se voidaan esimerkiksi tallentaa idr-kuvana, jolloin tämänhetkisen selvityksen mukaan kuva voidaan avata vielä IsoDraw-ohjelmassa ja tehdä loput viimeistelyt. Kuvaan tarvitsee vielä lisätä kuvan nimi oikeaan alakulmaan ja kuva on tallennettava A4-kokoisena tiff-tiedostona. Kuvan täytyy olla tiff-muodossa, jotta se on laadultaan riittävän tarkka ja jotta se voidaan viedä Hotpoint-ohjelmaan. Hotpoint-ohjelmalla nimikkeiden järjestysnumerot saadaan toimimaan yhdessä PBAT:n kanssa, kun kuvitus lopulta PBAT:iin ladataan. Selvityksessä on vielä, pystyisikö IsoDraw-ohjelman käytöstä luopumaan prosessissa kokonaan. Creo Illustrate:lla pitäisi pystyä tekemään kaikki vaiheet kuvasta loppuun saakka, jolloin IsoDraw:n käyttö yhtenä työvaiheena jäisi kokonaan pois.



Kuva 21. Luonnos valmiista varaosasivusta Creo Illustrate 6.1:ssä.

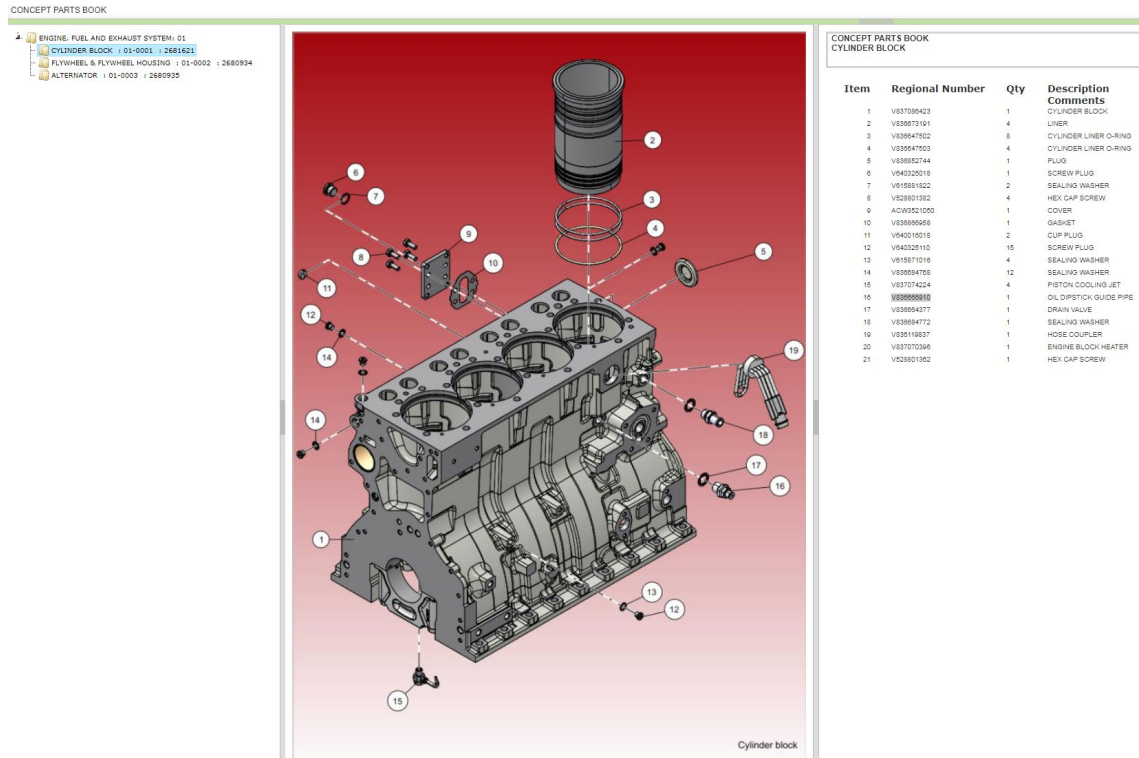
Kuvan 21 kaltainen varaosasivu olisi myös yksi vaihtoehto varaosasivuksi. Creo Illustrate:ssa saa sivukooksi määritettyä paperikoon A4 ja kuvan sovitettua siihen. Sivun alareunaan saa sivuasetuksista lisättyä kyseisen *Figure*:n nimen, joka kannattaisi esimerkiksi nimetä varaosasisivun nimellä. Creo Illustrate:lla tallennettaessa olisi mahdollisuus sisällyttää räjäytyskuviin esimerkiksi värejä, mikä saattaisi ainakin tietynlaisissa tilanteissa selkeyttää kuvaa. IsoDraw-ohjelmalla pystytään julkaisemaan vain pelkistettyjä mustavalkoisia viivakuvia. Ongelmaksi kuitenkin muodostui kuvan tallentaminen. Jotta kuva saataisiin Hotpoint -ohjelmaan ja sen jälkeen ladattua PBAT:iin, täytyisi kuva saada

tallennettua tiff-tiedostomuodossa. Tässä selvityksessä ei kuitenkaan onnistuttu tallentamaan kuvaa siten, että räjäytyskuvan koko ja tarkkuus vastaisi kuvan 21 mallia, joka on kuvakaappaus Creo Illustrate -ohjelman näkymästä. Tallennusasetuksista ei löydy vaihtoehtoa, joka skaalaisi kuvan oikean kokoiseksi ja julkaisukelpoisen näköiseksi. Kuvan reunat tallentuvat A4-kokoisena, mutta itse räjäytyskuva jää pieneksi ja epätarkaksi eikä ole enää sivun keskellä tallentamisen jälkeen. Toisella tietokoneella kokeiltuna tiff-kuva tallentuu täysikokoisena ja tarkkana niin kuin pitäisikin. Tallennusmenetelmää täytyisi siis vielä tulevaisuudessa tutkia ja konsultoida sellaista asiantuntijaa, joka tuntee sovelluksen.



Kuva 22. Räjäytyskuva "takaoikealta".

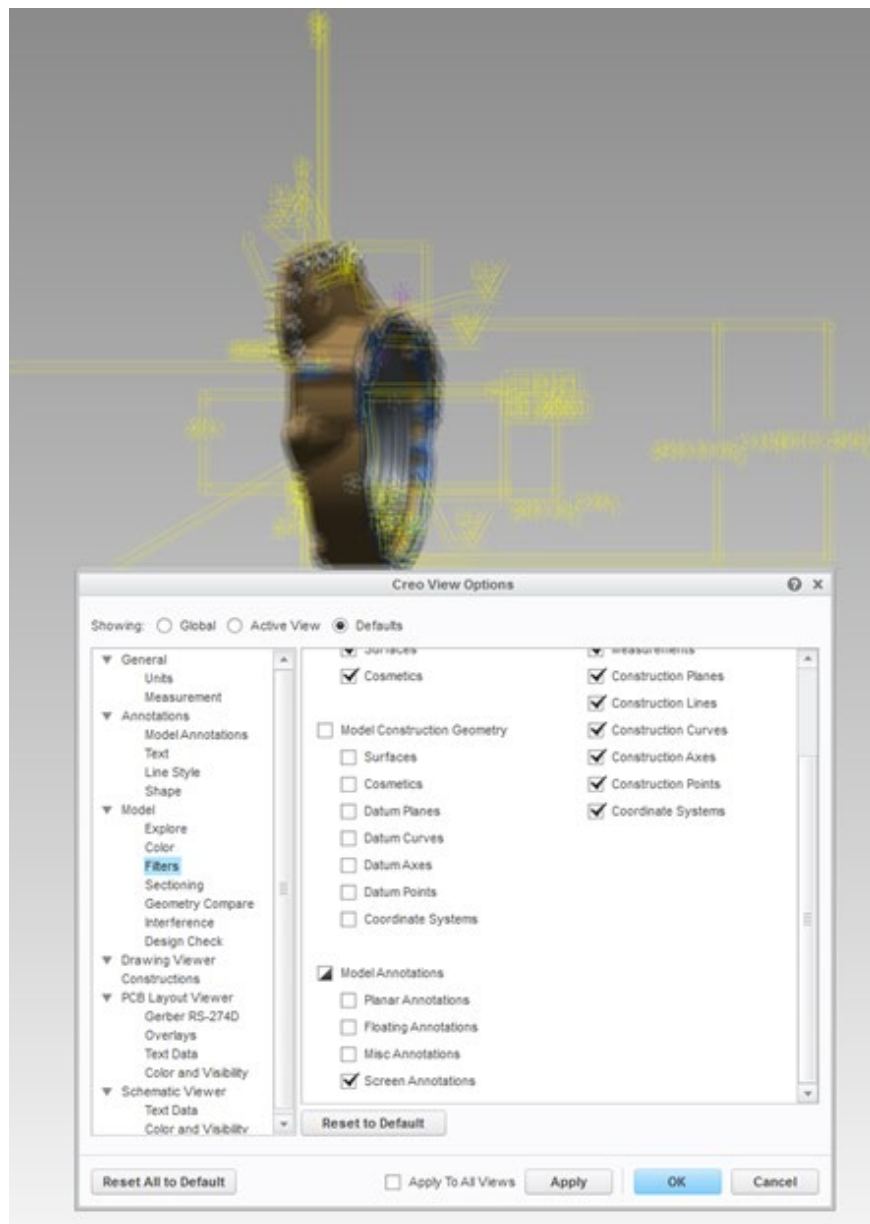
Yksi vaihtoehto voisi olla kuvata tarvittaessa räjäytyskuvat myös vastakkaiselta puolelta, mikäli kokoonpanon räjäytyskuvissa jää paljon osia piiloon ja jos 3D-pohjaisia luetteloita ei ryhdytä tekemään. Kuvassa 22 komponenttikokoonpano kuvattuna takaoikealta *Isometric 3*-kuvakulmasta.



Kuva 23. Konseptiluettelon varaosasivu PBATQA:ssa.

Kuvassa 23 on esimerkki, jolta varaosaluettelon PLH voisi näyttää, mikäli ongelma räjäytyskuvan tallentamisessa tiff-muotoon saadaan ratkaistua. Kyseisessä esimerkissä otettiin kuvakaappaus Creo Illustrate:n ikkunasta ja tallennettiin kuva jpg-tiedostona. Käytännössä näin ei kuitenkaan voitaisi tehdä kuvan riittämättömän tarkkuuden vuoksi.

4.2 Creo View 3.1



Kuva 24. Mitoitusmerkintöjen poisto Creo View 3.1:ssä.

Creo View on sovellus Creo Illustrate:lla luotujen 3D-toteutuksien katseluun. Mikäli Creo View -sovellusta käytettäisiin 3D-luetteloiden julkaisualustana, täytyy joitain oletusasetuksia muuttaa. Joissain koosteissa on näkyvillä runsaasti luettelon kannalta turhia mitoitusmerkintöjä. (Kuva 24). Jotta Creo View -näkyvästä saadaan selkeämpi, on merkinnät syytä poistaa näkyvistä. Asetusten kautta *Defaults*-välilehdeltä löytyy *Model An-*

notations-valikosta *Planar Annotations*, jonka pois päältä ottamalla viivat lähtevät näkyvistä. Selvityksen aikana ei vielä syvällisemmin tutkittu Creo View:n käyttöä julkaisualustana, sillä 3D-pohjaisten varaosaluetteloiden julkaisualustojen tutkimistyön ei todettu olevan vielä ajankohtaista. Oleellisempaa on ensin kehittää toimiva prosessi 3D-pohjaisten sivujen työstämiseen.

4.3 Pohdintaa

Creo Parametric 4.0

Osia valitessa kaikki koosteet eivät sisällä suoraan luettelosivulle haluttuja komponentteja. Tällöin luettelon tekijä joutuu yksitellen valikoimaan 3D-mallin osista haluamansa osat pääkomponenttikoosteeseen. Toimintatapa on melko kankea ja osia saattaa helposti jäädä huomaamatta pois kokoonpanokoosteesta. Koosteiden hajanaisuus varaosaluettelon kannalta johtuu siitä, että moottorisuunnittelijoiden luomat komponenttikoosteet palvelevat lähtökohtaisesti nimenomaan moottorien suunnittelutyötä, eivätkä niinkään varaosaluetteloiden tuottamista.

Mikäli 3D-malleja haluttaisiin tulevaisuudessa tällä tavoin hyödyntää valmiissa varaosaluettelossa, ratkaisuna tälle voisi olla keskustelu moottorisuunnittelijoiden ja varaosaluetteloiden tekijöiden kesken ja selvittää, olisiko koosteita mahdollista yhtenäistää palvelemaan molempien käyttötarkoitusta kohtuullisilla muutoksilla. Huomioitavaa on silti, että uuden moottoriperheen 3D-malleissa muutoksia on jo tapahtunut koosteissa, jotka ovat selkeästi merkitty eri moottorin osa-alueisiin ja ovat lähempänä varaosaluetteloissa käytettyjä komponenttikoosteita kuin aikaisemmin. Tämä helpottaisi huomattavasti räjäytyskoosteiden toteuttamista, mikäli mallit olisivat mahdollisimman totuudenmukaisesti mallinnettuja.

Creo Illustrate 6.1

Oikeiden osien saaminen esille kullekin sivulle voi olla työlästä, jos 3D-mallin koosteet eivät täsmää varaosaluettelossa esitettävien koosteiden kanssa. Tällöin Creo Parametric:ssä täytyy ensin yksitellen valita halutut osat koosteeseen pienistä tiivisterenkaista lähtien. Tässä on vaarana, että joitain osia jää huomaamatta pois luettelosta.

Kun animointiraitoja editoi ja osien purkautumisjärjestystä haluaa muokata voi tämän jälkeen esimerkiksi osat purkautua virheellisesti ja ongelman jäljille voi kokemattoman käyttäjän olla hankala päästä. Tällöin voi joutua animoinnin aloittamaan kokonaan alusta.

Valmiin animoinnin tallentaminen 3D pdf-muotoon aiheuttaa epämääräisiä ongelmia. Creo Illustrate:ssa määritetyt räjäytysanimaatiot eivät välttämättä toistu pdf-muodossa niin kuin pitäisi. Lisäksi *Callout*-laatikoiden viivat eivät seuraa osia animointia toistettaessa, vaan ne ovat staattisia ja ne eivät ole alkutilanteessa sijoitettuna niin kuin tekijä on ne Creo Illustrate:ssa määrittänyt. Jos Creo Illustrate:ssa animointiin lisää räjäytysviivoja, ne eivät myöskään enää näy pdf-formaatissa. Yleisestikin 3D-mallien katselun pdf-muodossa todettiin olevan raskasta ja vaivalloista. Animoinnit eivät toistu läheskään yhtä sulavasti kuin Creo Illustrate:ssa tai Creo View:ssä.

Kun käyttäjä määrittää itse uuden *Custom Template*:n, komentorivit eivät välttämättä tallennu vaan poistuvat itsestään. Varmemmaksi tavaksi todettiin olemassa olevan, esimerkiksi *Item Tag* -pohjan muokkaamista, johon lisätään *Item Quantity* -komento, jolloin informaatiolaatikkoon saadaan nimikenumero sekä nimikkeen kappalemäärä. Mikäli osan nimikenumeroa ei haluta räjäytyskuvaan näkyviin, voidaan *Item Tag*:n sijaan käyttää valmiina olevaa *Item Number x Quantity* -infoaatikkaa. Tämä jättää näkyviin osan järjestysnumeron sekä kappalemäärän.

Jotta 3D-malleja pystyttäisiin käyttämään julkaistavana varaosaluettelona, tulisi 3D-mallien olla komponenteiltaan täydellisiä. Tämä ei kuitenkaan nykyisillä toimintamalleilla aina toteudu, osia ei esimerkiksi välttämättä 3D-malleihin päivitetä sitä mukaa kun tuotannossa osat päivittyvät moottoreihin.

Positiivisena asiana räjäytysanimointien luominen on suhteellisen yksinkertaista. Lopputuloksesta saa riittävän selkeän ainakin, jos valmista räjäytettyä mallinnusta tarkastelee Creo Illustrate 6.1 -ohjelmalla. Ainakin tietyissä osakokoonpanoissa valmiin räjäytysmallinnuksen saattaa saada jopa nopeammin tehtyä kuin 2D-räjäytyskuvan IsoDraw-ohjelmalla.

Vielä yksinkertaisempaa on luoda nykyistä tyyliä vastaava 2D-räjäytyskuva, joka on ainakin tämän selvityksen aikana saadun käsityksen mukaan nopeampaa ja suoraviivaisempaa kuin IsoDraw-ohjelmalla tehtynä. Mikäli räjäytyskuvat saataisiin vielä tallennettua kelvollisiksi tiff-kuviksi, voisi Creo Illustrate:en siirtymistä IsoDraw:sta ryhtyä harkitsemaan, ainakin jos vielä toistaiseksi päädytään pysymään nykyisenkaltaisissa 2D-kuvitetuissa varaosaluetteloissa.

Mikäli 3D-malleja haluttaisiin tulevaisuudessa hyödyntää valmiissa varaosaluettelossa, täytyisi julkaisualustana olla jokin muu kuin PBAT, ellei PBAT:ia ole mahdollista päivittää ominaisuuksilla, kuten 3D-mallin lisäämisellä varaosasivulle 2D-piirroksen sijaan. PBAT:iin kuitenkin pystyisi lisäämään Creo Illustrate:lla luotuja 2D-kuvia, joista voidaan tehdä samanlaisia kuin IsoDraw:lla, mutta nopeammin. Tarvittaessa olisi mahdollisuus myös tehdä kuvista ulkonäöltään erilaisia hyvin vaivattomasti, mihin IsoDraw ei pysty.

Valmiin varaosaluettelon formaatti

Julkaisualustana PBAT on rajallinen ja varaosaluettelo pdf-formaatissa hyvin kankea, jos asiaa pohditaan uusien toimintamallien ja varaosaluetteloiden kehittämisen kannalta. Luettelo täytyy hyvin pitkälti tehdä siten, miten PBAT on rakennettu toimimaan. Tämä on toki hyvä nykyisellä toimintamallilla, jotta luetteloiden tekijät eivät pääse itse soveltamaan luetteloista liian yksilöllisiä. Luettelot pysyvät lähestulkoon samanlaisina tekijästä riippumatta. Jos luetteloista halutaan tehdä erilaisia, ei PBAT ole tähän tarkoitukseen kovinkaan joustava.

PBAT:n joustamattomuuden lisäksi nykyinen käytössä oleva tapa julkaista valmis luettelo pdf-formaattiin on monilta osin kankea ja työläs. Jos esimerkiksi havaitaan, että luettelossa on virhe ja halutaan tehdä pieni muutos julkaistuun luetteloon, prosessi on turhan monimutkainen pieneen muutokseen nähden. Tämä koskee sekä räjäytyskuvien, että osalistausten korjaamista. Kun PLH:lla olevaa nimikettä muuttaa, voisi muutos astua voimaan heti luetteloissa, jotka käyttävät kyseistä PLH:ta. Tällä hetkellä, kun nimike vaihdetaan, täytyy luettelo jälleen julkaista ensin luonnoksena. Sitten kun kuittaus luonnoksesta saapuu sähköpostiin, voidaan julkaista luettelo. Tämän jälkeen odotetaan taas kuittausta sähköpostiin sekä varaosaluettelon pdf-tiedostoa, jossa voi kestää jonosta riippuen jopa useita tunteja. Kun pdf-tiedosto saapuu, viedään se M-Files:iin jossa vanha luettelo korvataan korjatulla. Luettelo haetaan M-Files:stä ja korvataan vanha pdf-tiedosto korjatulla versiolla. Viimeisenä vaiheena on taas ilmoittaa sähköpostitse asiakkaalle, että luettelo on päivitetty/korjattu.

Mikäli tällaisessa tapauksessa olisi vain yksi korjattava luettelo, ei ylimääräistä työtä kertyisi liiaksi asti. Tosiasiassa korjattua PLH:ta saattaa käyttää jopa kymmenet eri varaosaluettelot, jolloin ne kaikki täytyisi yksitellen julkaista uudelleen edellä selitetyllä tavalla. Tällöin pienen asian korjaamisessa saattaakin vierähtää huomattavan pitkä aika, mikä viivästyttää muiden luetteloiden tekoa ja julkaisua.

Varaosaluettelon osalistausta ja kuvitusta ajatellen julkaisuformaatti voisi olla sellainen, että kun luettelon tekijä PBAT:ssa muokkaa PLH:n nimikkeitä, päivittyisi osalistaus automaattisesti jo julkaistuihin luetteloihin. Tästä voisi myös jäädä aikaleima siitä, milloin luettelo on viimeksi muokattu. Luettelon tekijä voisi vielä lisätä kommentin, joka näkyisi myös asiakkaalla, mikäli esimerkiksi jokin yksittäinen virhe on korjattu luetteloon. Tieto päivitetystä/korjatusta luettelosta voisi myös samalla lähteä automaattisesti asiakkaan yhteyshenkilön tietoon.

Oikean osalistauksen haku ja tarkastelu

Oikean osalistauksen hakeminen SAP:sta sisältää monia epävarmuustekijöitä. Uuden käyttäjän on käytännössä mahdotonta päätellä SAP:ssa oikeita transaktioita ja reittejä haluttuun lopputulokseen. Lisäksi tarvittavia transaktioita on todella monta, joita luettelon tekoprosessin eri vaiheissa käytetään. Raporttien lukeminen ja oikein ymmärtäminen vaatii myös syvällistä perehtymistä. Oikeat polut transaktioissa ja tietojen täyttäminen kuhunkin kohtaan on periaatteessa opeteltava ulkoa, jotta raporttien lopputuloksiin saadaan oikeat tiedot. Toki prosesseista on tehty kirjallisia ohjeita, joita noudattamalla työn teko helpottuu huomattavasti, mutta pelkästään päättelemällä eteenpäin pääseminen on hankalaa. Raporteissa saattaa myös olla ajoittain virheitä, vaikka käyttäjä hakisikin raportit oikeaoppisesti. Tällöin järjestelmän virheet olisi tärkeää huomata ajoissa, jotta valmiisiin luetteloihin ei näitä virheitä päätyisi. Myös SAP:n osalistauksessa ja moottorien 3D-malleissa Creo:n ja Windchill:n välillä on useimmiten eroavaisuuksia, joista täytyy erikseen selvittää oikeat luetteloon kuuluvat osat.

Osalistauksen siirto Excel-taulukoihin aiheuttaa myös oman osansa virheiden mahdollisuuksista. Jotta osalistaus saadaan mahdollisimman selkeään muotoon tarkastelua ja vertailua varten, joudutaan listaus kopioimaan SAP:sta ja liittämään se Excel-taulukoon. Samaan tapaan täytyy myös vertailuluettelon osalistaus ensin ladata PBAT:sta Excel-tiedostona ja muokata luettavaan muotoon. Kaikki tämä manuaalinen listausten kopiointi, liittäminen ja muokkaaminen lisäävät virheiden vaaraa. Listauksista saattaa esimerkiksi hävitä nimiketietoja vahingossa. SAP:sta ja PBAT:sta ladatut raportit eivät sellaisenaan ole käyttökelpoisia, mikä lisää työmäärää, kun ne täytyy ensin manuaalisesti muokata luettavaan muotoon. Näitä edellä mainittuja asioita tullaan todennäköisesti pohtimaan ja ratkaisuja pyritään keksimään, joilla prosesseja saataisiin yksinkertaistettua.

5 LOPUKSI

Uusien ohjelmien ja niihin liittyvien työtapojen tutkiminen ja luettelokonseptien ideoiminen antoi uusia käsityksiä siitä, millaisia vaihtoehtoja varaosaluetteloista jo nykyisillä työkaluilla olisi mahdollista toteuttaa. Periaatteessa joitain uusia työtapoja voitaisiin ottaa selvityksen perusteella käyttöön suhteellisen nopeastikin, kun muutamia haasteita saataisiin vielä ratkottua. Esimerkiksi Creo Illustrate 6.1 vaikuttaisi potentiaaliselta vaihtoehdolta 2D-viivakuvien luomiseen IsoDraw 7.3 -sovelluksen tilalle ja myöhemmin laajemmalla selvitystyöllä jopa 3D-varaosaluetteloiden tuottamiseen.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli ennen kaikkea avata ja syventää ymmärrystä varaosaluettelon tuottamisesta minulle itselleni. Tämän opinnäytetyön toteuttaminen on hyödyttänyt jokapäiväisessä työnteossa. Yksityiskohtainen prosessin selvitystyö auttoi hahmottamaan kokonais kuvaa paremmin ja tulee myös helpottamaan ongelmien ratkointia jatkossa. Lisäksi selvitystyö on osoittanut, että luetteloiden tuottamisen prosessissa on useita vaihtoehtoja, miten eri vaiheita voidaan toteuttaa. Kuten yleensä kaikessa työnteossa, on myös varaosaluetteloiden tuottamisessa jatkuvasti mahdollisuuksia kehittää nykyisiä toimintatapoja.

Tämän opinnäytetyön pohjalta tullaan AGCO Power Oy:ssä vielä tarkastelemaan kehitystarpeita ja vaihtoehtoisten toimintatapojen tuomista osaksi varaosaluetteloiden tuottamisprosessia. Jatkossa tullaan esimerkiksi selvittämään vielä tarkemmin Creo Illustrate:n käyttöönottoa ja pienempien työvaiheiden yksinkertaistamista.

LÄHTEET

AGCO Power Oy 2020a. Konserni. Viitattu 16.7.2020. <https://www.agcopower.com/fi/yri-tys/agco-konserni/>

AGCO Power Oy 2020b. Tuotantopaikat. Viitattu 22.7.2020. <https://www.agcopower.com/fi/yri-tys/tuotantopaikat/>