



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Kasper Saarenpää

Putkistojen purkutyöt teollisuudessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Bio- ja kemiantekniikka

Insinöörityö

26.2.2019

Tekijä Otsikko	Kasper Saarenpää Putkistojen purkutyöt teollisuudessa
Sivumäärä Aika	32 sivua + 1 liite 26.2.2019
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Bio- ja kemiantekniikka
Ammatillinen pääaine	Kemiantekniikka
Ohjaajat	Lehtori Timo Seuranen Layout and Piping Manager Ville Lindberg
<p>Insinööriytyön tarkoituksena oli selvittää ja koota Neste Engineering Solutionsissa käytettävät toimintatavat ja ohjeistukset purkutöiden osalta putkistosuunnittelun näkökulmasta yksiin kansiin ja luoda niistä tarkistuslista eli checklist, jota voidaan käyttää kaikissa tulevilla putkistojen purkutöissä.</p> <p>Työ suoritettiin osana Nesteen Kilpilahden jalostamon tuotantolinja 3:n raakaöljyn tislausyksikössä tapahtuvaa laajaa purkuprojektia. Työn tilaajana toimi Neste Engineering Solutions Oy, ja sen lähdemateriaaleina käytettiin NES:n työohjeita ja muita materiaaleja sekä työntekijöiltä haastattelujen kautta saatua tietoa.</p> <p>Projektin selvitysvaihe sekä perussuunnittelu tehtiin Suomessa, mutta Layout & Piping -osaston osuus projektin toteutusvaiheesta tehtiin yhteistyössä NES:n Abu Dhabin toimiston kanssa. Työtä johdettiin Suomesta käsin, mutta varsinainen dokumentaation kuntoon laittaminen tehtiin Abu Dhabissa.</p> <p>Työn tuloksena saatiin kerättyä lista asioista sekä työvaiheista joita noudattamalla purkutöiden tekeminen helpottuu sekä nopeutuu. Tarkistuslistaa käyttämällä on helppo tarkistaa, mitä dokumentteja Layout & Piping -osasto tarvitsee purkutöiden toteutusta varten ja mitä dokumentteja se tuottaa purkutöiden aikana ja sen jälkeen.</p> <p>Listaan koottiin dokumenttien lisäksi ohjeistuksia, joita noudattamalla purkutyö sujuu sulavammin. Työn aikana huomattiin, että kommunikaatio projektin eri osapuolten välillä näyttelee erittäin tärkeää roolia projektin onnistumisen kannalta. Huolellinen dokumentaatio sekä arkistointi ovat toinen asia, jonka avulla projekti saadaan suoritettua loppuun siten, että se pysyy paremmin aikataulussaan sekä projektin kustannukset kurissa.</p>	
Avainsanat	Purkutyö, putkistosuunnittelu, putkisto

Author Title	Kasper Saarenpää Demolition of piping in industry
Number of Pages Date	32 pages + 1 appendix 26 February 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Biotechnology and Chemical Engineering
Professional Major	Chemical Engineering
Instructors	Timo Seuranen, Lecturer Ville Lindberg, Layout and Piping Manager
<p>The purpose of this thesis was to find out and gather all procedures and instructions used in Neste Engineering Solutions regarding demolition works from the perspective of the Layout and Piping discipline, and to create a checklist which can be used in all upcoming piping demolition works.</p> <p>The thesis was carried out as part of a large-scale demolition project in Production Line 3 crude oil distillation unit of Neste Porvoo refinery. This project was commissioned by Neste Engineering Solutions Oy, and the source material used in this thesis is from NES work instructions, common practices, customer requirements and other NES materials. Furthermore, material gathered from interviewed NES employees was used for this thesis.</p> <p>The pre-design and basic design phases of the project were carried out in Finland, but the Layout & Piping department's part of the execution phase was carried out in cooperation with the NES Abu Dhabi office. The project was coordinated from Finland, but the actual documentation was done in Abu Dhabi.</p> <p>A number of tasks and work steps were gathered in a checklist. By following the checklist, demolition projects become faster and easier. From the checklist it is easy to check what documents the Layout & Piping department needs in order to carry out a demolition project, and what documents it produces during and after the projects.</p> <p>Instructions were also gathered in the checklist. Demolition projects run smoother by following the instructions. During the thesis it was noticed that communication between different parties of the project plays a very important role in the success of the project. Careful documentation and archiving are also important factors to ensure that projects stay on schedule and their costs under control.</p>	
Keywords	Demolition, piping design, piping

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Purkusuunnittelun projektin vaiheet	2
2.1	Selvitysvaihe	2
2.2	Perussuunnittelu	3
2.3	Toteutusvaihe	5
3	Purkusuunnitelma	6
3.1	Yleistä	6
3.2	Dokumentteja	13
3.3	Turvallisuusasiat	17
4	Arkistointijärjestelmä	23
5	3D-järjestelmät	24
6	Työn suoritus	27
7	Yhteenveto	31
	Lähteet	33
	Liitteet	
	Liite 1. Tarkistuslista	

Lyhenteet

AFC	Approved for Construction, hyväksytty rakentamista varten.
AFD	Approved for Design, hyväksytty suunnittelua varten.
ASB	As Built, kuten rakennettu.
CRA	Construction Risk Analysis, rakentamisen riskianalyysi.
DAS	Document Administration Service, dokumenttien hallinnointipalvelu.
FC	For Comments. Kommentointia varten.
HSE	Health, Safety, Environment. Terveys, turvallisuus ja ympäristö.
NES	Neste Engineering Solutions Oy.
SPRD	SmartPlant Reference Data. Työkalu katalogien ja putkiluokkien hallintaan.
TRA	Työn riskien arviointi.
TTS	Työtehtävän turvallisuussuunnitelma.

1 Johdanto

Insinööri työ tehtiin osana isoa purkuprojektia Nesteen Kilpilahden jalostamon tuotantolinja 3:n raakaöljyn tislauksyksikössä. Työn tavoitteena oli koota ja luoda selkeät toimintaohjeet purkuprojekteja varten ja tehdä tarkistuslista vaadituista inpu-teista sekä outpu-teista purkuprojekteissa. Työssä esitellään purkuprojektin eri vaiheet sekä käydään läpi, mitä kaikkea purkusuunnitelmaan kuuluu. Purkutöiden osalta työssä käsitellään purkutöissä vaadittavia lupia, purkutyössä vaadittavia ja syntyviä dokumentteja sekä purkusuunnitelmien tekemistä. Lisäksi työssä esitellään suunnittelussa käytettävät 3D-ohjelmistot sekä Nesteen dokumenttien arkistointijärjestelmä, joka on tärkeä osa kaikissa suunnitteluprojekteissa. Insinööri työ keskittyy purkutöiden putkisto-osuuteen, mutta koska purkutyöt ovat usein laajoja kokonaisuuksia, joissa työt lomittuvat osittain keskenään ja vaativat tiukkaa yhteistyötä eri suunnitteluosastojen välillä, työssä käsitellään myös paljon purkutöitä yleisellä tasolla. Insinööri työn tuloksena kerätty tarkistuslista esitetään liitteessä 1.

Neste Engineering Solutions Oy (NES) on Suomen suurimpia suunnittelutoimistoja, ja maailmanlaajuisesti NES työllistää yli 1300 suunnittelijaa ja alihankkijaa. NES:n palvelut kattavat ratkaisut vaativiin teknologia-, suunnittelu- ja projektinjohtopalveluiden ongelmiin. NES:n tyypillisiä asiakkaita ovat öljy-, kaasuu-, petrokemian-, kemian-, biojalostus-, biokemian-, biofarma- ja elintarviketeollisuuden sekä teollisen infrastruktuurin (terminaalit, satamat, sähköjakelu, vedenkäsittely ja tehdasautomaatio) yritykset. NES:n pääkonttori sijaitsee Porvoon Kilpilahdessa, ja muut Suomen toimipisteet sijaitsevat Turussa, Naantalissa, Kotkassa ja Oulussa. Ulkomailta NES:llä on toimipisteitä Abu Dhabissa, Singaporessa, Rotterdamissa, Tukholmassa, Göteborgissa sekä Ste-nungsundissa. Neste omistaa sata prosenttia Neste Engineering Solutionsista, ja sen liikevaihto oli vuonna 2016 noin 160 miljoonaa euroa. [1.]

2 Purkusuunnittelun projektin vaiheet

Projekteissa on yleensä kolme eri vaihetta, jotka ovat selvitysvaihe, perussuunnittelu ja toteutusvaihe. Selvitysvaiheesta lähtien projektin tiedot ja kustannusarvio tarkentuvat jatkuvasti, ja niiden perusteella tehdään päätös, tullaanko projekti toteuttamaan. Perussuunnitteluvaiheeseen edenneistä projekteista usein tehdään suunnittelun jatkamis- päätös tai lopullinen investointipäätös. Projektin valmistuttua se luovutetaan asiakkaalle käyttämällä NES:n luovutusjärjestelmää, joka on järjestelmällinen työkalu, jolla varmistetaan se, että toteutusprojektin mekaaninen valmius on saavutettu. Luovutusjärjestelmään kerätään työlajikohtaisten kohteiden tarkastustiedot. Keräämällä tarkastustiedot luovutusjärjestelmään voidaan esittää kaikille projektin kohteille yhtäaikaisesti ja tehokkaasti tarkastusten vaiheet, tarkastetut ja tarkastamattomat kohteet sekä korjausta vaativat kohteet. Jos projektissa esiintyy jotain puutteita, niiden hallinta toteutetaan luovutusjärjestelmässä. [2, s. 2.] Projekti on valmis, kun kaikki NES:n valvomat työt ovat valmiita. Projektin valmistuminen sisältää MC-pakettien (käyttöönottopaketin työlajikohtainen osuus) ja käyttöönottopakettien (useamman työlajin sisältävä luovutuskokonaisuus) lisäksi myös kaikki muut projektille määritetyt työt, jotka eivät ole osa projektin mekaanista valmiutta. [3, s. 2.]

2.1 Selvitysvaihe

Purkuprojektin selvitysvaiheessa aloitetaan esisuunnittelun tekeminen, jonka lopputuloksena on esiselvitys. Esiselvitys toimii päätösprosessin ja jatkosuunnittelun pohjana. Projektin asiakas määrittelee selvityksen tavoitteet, lähtötiedot ja reunaehdot. Selvityksen perusteella asiakas määrittelee tehtävät päätökset, projektin kustannusarvion tarkkuuden ja aikataulutavoitteen. Esiselvityksen toimeksiannon yhteydessä asiakas voi tehdä päätöksen esiselvityksen täydentämisestä investointisuunnitelmaksi. Esiselvityksen sisältö ja laajuus vaihtelee hankkeen koon ja kohteen mukaan. Usein esiselvitykseen kuuluvat hankkeen laajuus, tekniset tiedot, vaihtoehtoiset ratkaisut, merkittävien ympäristövaikutusten tunnistaminen, luettelo erityiskohteista, selvitys tarvittavista luvista, seurausanalyysi tarvittaessa, aikataulu sekä kustannusarvio. Projektin tässä vaiheessa kustannusarvion tarkkuudeksi riittää usein $\pm 20...40\%$. [4, s. 2.]

Layout & Putkisto -osasto saa purkuprojektien lähtötiedot prosessisuunnitteluosastolta. Prosessisuunnittelu määrittelee selvityksen kohteen selkeästi dokumentoidussa muo-

dossa, jotta muut suunnitteluosastot saavat tarvitsemansa lähtötiedot ja kustannusarviointi voidaan tehdä kohteen investointi- ja muuttuvien käyttökustannusten arvioimista varten [5, s. 12]. Putkistosuunnitteluosasto saa prosessisuunnittelulta PI-kaaviot, joihin on merkitty purettavat kohteet. Selvitysvaiheessa prosessisuunnittelulta saadaan usein myös laitelista, luettelo purettavista putkista sekä alueen plot plan, joka on ylhäältä päin kuvattu 2D-laitesijoituspiirustus. Näiden aineistojen perusteella putkistojen purkamisen suunnittelu saadaan aloitettua. Putkistosuunnittelu saa näillä tiedoilla etsittyä tarvittavat isometrit ja niiden sekä kenttäkierroksilla suoritettujen arviointien perusteella laskettua putkistojen purkukilot. Mitä kattavampi selvitysvaihe on tehty, sitä helpommalla ja vähemmällä työllä perussuunnitteluvaiheessa päästään. [6.]

2.2 Perussuunnittelu

Perussuunnitteluvaiheessa tarkennetaan selvitysvaiheessa kerättyjä tietoja. Lähtötietoina perussuunnittelussa käytetään esiselvitystä tai sitä vastaavaa dokumenttia, jossa on alustavasti kartoitettu hankkeen tekniikka, kustannukset, kannattavuus, lupaselvitykset sekä läpivientiaikataulu. Perussuunnitteluvaiheessa pyritään selvittämään kaikki hankkeeseen liittyvät kustannukset sille tarkkuudelle, että luotettava kannattavuustarkastelu saadaan tehtyä. Tämän jälkeen kannattavuustarkastelun perusteella tehdään suunnittelun jatkamispäätös tai lopullinen investointipäätös. Perussuunnitteluvaiheessa pyydetään sidosryhmiltä ennakkolausunnot sekä tehdään tarvittavat ympäristöselvitykset. Projektin aikataulusuunnittelussa täytyy ottaa huomioon eri vuodenaikojen ja ympäröivän prosessin aiheuttamat rajoitukset sekä purkutyön osuudet, jotka voidaan suorittaa ainoastaan seisokin tai suurseisokin aikana. Tällaisia töitä voivat esimerkiksi olla käyttöhyödykelinjojen sekä erityisesti soihdulinjojen purkaminen. Lisäksi purettavan kohteen heikentynyt kunto voi usein aiheuttaa ympäristölle, ympäröivälle prosessille tai henkilöiden terveydelle haittaa tai vaaraa, jolloin kohde täytyy saada purettua mahdollisimman nopeasti. [4, s. 2-5.]

Purkutöiden perussuunnittelussa projektin lähtötiedot tarkistetaan ja varmennetaan tilaajan kanssa. Perussuunnitteluvaiheessa analysoidaan purkuprosessia ja tehdään päätöksiä useista projektin kulkuun vaikuttavista asioista. Esiselvityksen ja siihen tässä projektin vaiheessa tehtyjen tarkennusten perusteella voidaan tehdä tarkempaa kustannusarviointia ja päättää purkukohteen purkutapa ja -järjestys sekä päättää, minkälaisia työkoneita tarvitaan projektin turvalliseen, kustannustehokkaaseen sekä taloudel-

liseen loppuunsaattamiseen. Perussuunnitteluvaiheessa kustannusarvion tarkkuudeksi saadaan laskettua $\pm 15\%$. [4, s. 4.]

Perussuunnitteluvaiheessa selvitetään lisäksi muun muassa seuraavat asiat

- kaikkien laitteiden, materiaalien ja rakennuskohteiden suunnittelu ja määrittely kustannusarvion edellyttämällä tarkkuudella
- hankkeen kriittisten alueiden ja kohteiden tunnistaminen ja suunnittelun vieminen eteenpäin siten, että hanke voidaan toteuttaa mahdollisimman lyhyessä ajassa ja turvallisesti
- turvallisuus- ja ympäristötekijöiden sekä maankäyttösuunnitelmien huomioonottaminen yhteistyössä tärkeimpien viranomaisten, laitosten ja maankäytön suunnittelijoiden kanssa sekä esittelytilaisuudet maanomistajille (informointi, neuvottelut, ennakkolausunnot)
- mahdollisten maaperätutkimuksien tekeminen
- rakentamiseen liittyvien teknisten ja lupa- sekä aikatauluongelmien kartoitus ja analysointi
- hankintasuunnitelman tekeminen
- riskianalyysin/-hallinnan tarpeen kartoitus ja sen tekemisestä päättäminen yhdessä hankevastuisen kanssa
- investointi- tai projektisuunnitelman laatiminen hankkeen lopullista toteutusta varten. [6.]

Perussuunnitteluvaiheen tuloksena saadaan usein tuotettua alustavia projektisuunnitelmia toteutusvaihetta varten. Projektisuunnitelmassa määritellään yleisellä tasolla projektin kulku ja eri suunnittelulajeja varten tehdään työmäärittelyt, joissa ohjeistetaan tarkemmin kyseisten töitten suorituksia. Perussuunnitteluvaiheessa putkistosuunnittelun tuottamat toteutuksen materiaalit ovat yleensä jo hyvin kunnossa. Edellytyksenä tälle on kuitenkin kattava selvitysvaihe. [6.] Perussuunnitteluvaiheessa prosessisuunnittelu tarkentaa aineistonsa ja julkaisee purkukaaviot AFD-tasolla, tarkistaa ja päivittää tarvitta-

essa laitelistan sekä julkaisee putkiluettelon. Putkistosuunnittelu laatii purkupiirustukset isometreistä, taso- ja teräsrakennepiirustuksista sekä tarvittavin osin apulaitteista sekä muista putkistosuunnittelun vastuulla olevista purettavista kohteista AFD-tasolle. Työkohde myös esitetään projektikohtaisessa plot plan -piirustuksessa purkualueesta. [7, s. 6.]

2.3 Toteutusvaihe

Toteutusvaihe käynnistyy kun perussuunnitteluvaiheessa hankkeesta tehdään joko investointi- tai toteutuspäätös. Toteutusvaiheen lähtötietoina toimivat perussuunnitteluvaiheessa tehdyt suunnitelmat. Toteutussuunnitteluvaiheessa tarkoituksena on jatkaa perussuunnitteluvaiheessa tehtyjä suunnitelmia niin pitkälle, että niiden perusteella hanke voidaan toteuttaa. Jos projektissa on ollut kattava selvitysvaihe, putkistosuunnittelun tuottamat suunnitelmat ja materiaalit on usein saatu jo perussuunnitteluvaiheessa sellaiselle tasolle, ettei niihin välttämättä tarvitse tehdä enää muutoksia toteutusvaiheessa. Kuitenkin varsinaisessa putkistojen purkamisessa voi tulla eteen tilanteita, joissa ei voida syystä tai toisesta noudattaa suunnitelmia. Tällöin työmaalta täytyy saada tieto putkistosuunnittelijalle, jotta suunnitelmat voidaan päivittää vastaamaan kentällä olevaa tilannetta. [6.]

Projektin toteutusvaiheessa päivitetään perussuunnitteluvaiheessa tehty alustava projektisuunnitelma toteutusvaiheen projektisuunnitelmaksi. Tästä projektisuunnitelmasta käy ilmi kaikki projektiin liittyvät tiedot. Siihen on koottu se, mitä projektissa on tähän mennessä jo tehty, ja listataan asiat, jotka pitää vielä tehdä. Toteutusvaiheessa kustannusarvio voi vielä tarkentua tai sitten pysyä samana kuin mihin perussuunnittelussa on päädytty. Projektin kokonaiskäyttökustannukset koostuvat purku- ja korjaustöistä, niihin liittyvästä suunnittelusta ja asennusvalvonnasta sekä esimerkiksi pilaantuneiden maiden käsittelystä, jos sellaisia projektissa tulee vastaan. Käyttökustannusten lisäksi myös projektin läpivientiin vaadittavan teknologiatyön määrä täytyy arvioida. Teknologiatyö koostuu suunnitteluun, hankintaan, viranomaisasioiden hoitoon, toteutusvalvontaan ja projektin johtamiseen ja ohjaamiseen tarvittavista tunneista.

Putkistosuunnittelun vastuulla on esimerkiksi päivittää perussuunnittelussa tuotettu kyselyaineisto AFC-tasoiseksi. Projektin aikana pidetään projektikokouksia, ja niissä esille nostetut asiat täytyy huomioida tarvittavilta osin putkistosuunnittelun tuottamissa

AFC-aineistoissa. Purkutyön toteutusvaiheessa saattaa olla tarpeen avustaa työmaavalvontaa kentällä, ja sen avuksi saatetaan järjestää kentälle putkistosuunnittelija. Kun purkutyö valmistuu, kaikki arkistoitavat dokumentit pitää päivittää AS BUILT -tilaan. Näitä dokumentteja ovat esimerkiksi poistettavat isometrit, putkistotasokuvat, teräsrakennekuvat, yleisplotit, maanalaiset piirustukset ja projektidokumentit esimerkiksi luettelot ja työmääritykset. Purkutyön valmistuttua puretut kohteet poistetaan PDS-malleista. [7, s. 12.] Koska putkistosuunnittelun ja rakennus- ja teräsrakennesuunnittelun työt liittyvät jossain määrin toisiinsa, kannattaa PDS-mallien siivoamiseen ottaa avuksi myös rakennussuunnittelija, sillä osa betoni- ja teräsrakenteiden dokumenttien poistamisesta saattaa olla putkistosuunnittelijan vastuulla. [6.] Suunnittelutoimeksianto päättyy, kun asiakas on vastaanottanut suunnittelulopputuloksen ja projekti on suljettu. Projektin sulkee projektipäällikkö. [5, s. 10.]

3 Purkusuunnitelma

3.1 Yleistä

Purkutöissä tarvitaan huomattavasti vähemmän lupia verrattuna rakennustöihin joissa rakennetaan jotain uutta. Yleisesti voidaan sanoa, että useimmiten purkutöissä tarvitaan ainakin purkutyölupa. Purkutyölupa haetaan kaupungilta, jossa kyseinen purkutyö suoritetaan. Esimerkiksi Porvoossa purkamislupa tarvitaan, jos purkutyö tapahtuu asemakaava-alueella, tai alueella jolla on voimassa rakennuskielto asemakaavan laatimiseksi, tai jos yleiskaavassa niin määrätään [8]. Jos purkukohde sisältää asbestia, niin tieto siitä täytyy ilmoittaa osana purkamislupaa. Purkutyöstä täytyy usein tehdä myös ennakoilmoitus aluehallintovirastolle. Rakennustyön ennakoilmoitus täytyy tehdä purkutöistä jotka kestävät yli kuukauden ja joiden työmaalla työskentelee vähintään kymmenen työntekijää, sekä työmaasta jonka purkutyön keston arvioidaan ylittävän 500 henkilötyöpäivää. Aluehallintovirastolle alkamisilmoituksen tekee purkutyömaan päätoteuttaja. Ilmoituksen täytyy sisältää myös tiedot kaikista ilmoituksenantohetkellä tiedossa olevista sivu- ja aliorakoitsijoista arvioituine työvoimatietoineen. [9.]

Jos epäillään tai on tiedossa, että purkutyön aikana tulee vastaan tai syntyy pilaantunutta maata, siitä pitää ilmoittaa maaperän pilaantumiseen liittyville toimivaltaisille lupaja valvontaviranomaisille. Näitä ovat alueelliset ympäristö-, elinkeino- ja liikennekeskukset. Turun ja Helsingin alueella lupa- ja valvontaviranomaisia ovat kuntien ympäris-

tökeskukset, ja ympäristölupien osalta aluehallintovirastot. Pilaantunut alue tarkoittaa aluetta, johon on kertynyt haitallisia aineita ihmisen toimintojen takia niin paljon, että siitä seuraa merkittävä haitta tai riski ympäristölle tai terveydelle, tai se vähentää alueen viihtyisyyttä tai aiheuttaa jotain muuta vastaavaa haittaa. Jos purkutyön yhteydessä huomataan pilaantunutta maata, täytyy ryhtyä toimenpiteisiin, joilla voidaan pienentää sen aiheuttamia riskejä ja haittoja hyväksyttävälle tasolle. Ilmoitus- tai ympäristölupapäätöksessä viranomaisen määrittää alueen kunnostamisen minimitavoitteet. Pilaantuneesta maa-aineksesta johtuvaa riskiä voidaan pienentää poistamalla maata, vähentämällä sen kulkeutumista ympäristöön tai rajoittamalla sille altistumista esimerkiksi maankäytön suunnittelulla. Lähtökohtana ympäristönsuojelulaille on se, että ympäristölle haitallisten aineiden päätyminen estetään ennakkoon. Tapauksissa joissa tämä ei ole mahdollista, sitä pyritään rajoittamaan mahdollisimman paljon. [10.]

Projekteissa työmaapäällikkö laatii ja hyväksyttää tilaajalla toteutusvaiheen työmaajärjestelyjä, joihin kuuluvat esimerkiksi työlupamenettelyt, ajolupamenettelyt ja tulityöyms. vartioinnit. Työlupien myöntäjä voi asiakkaan puolelta olla esimerkiksi kyseisen alueen päivämestari. Työlupakäytännöt ovat hyvä tapa parantaa työskentelyn turvallisuutta, ja niiden avulla voidaan seurata ja kontrolloida töiden edistymistä, suoritusjärjestystä sekä aikataulutusta, ja niiden avulla saadaan reaaliaikainen tieto siitä, missä kohteissa suoritetaan tiettyjä töitä mihinkin aikaan ja montako työntekijää kyseisen työtehtävän parissa on. Työlupakäytännöllä saadaan varmistettua se, että ennen työn aloittamista työkohteessa on tapauskohtaisesti suunniteltu, määritelty ja toteutettu riittävät ennalta ehkäisevät turvallisuustoimenpiteet, joiden avulla työ voidaan suorittaa turvallisesti. Työlupakäytännöllä saadaan myös määriteltyä työn kaikkien osapuolten vastuut ja tehtävät sekä tilaajan vaatimukset työn tekemiselle. Sillä saadaan myös tunnistettua olosuhteiden vaarat, sovitettua työt yhteen ja varmistettua tiedonkulku rakennuttajan, päätoteuttajan ja urakoitsijan välillä. Työluvan ehdoissa huomioidaan työhön liittyvät vaarat, riskienarvioinnit sekä työkohteen olosuhteet. Työlupa toimii lisäksi kirjallisena todistuksena suoritetusta työstä. [11, s. 1.]

Asiakkaan vastuualueen edustaja myöntää työn suorittamista varten tuotannon työluvan eli olosuhdeluvan. Olosuhdeluvalla saadaan varmistettua se, että prosessi- tai tehdasalueen olosuhteet ovat sellaiset, että työ voidaan suorittaa rakennustyömaalla turvallisesti. Jos tuotannon työ lupaa ei ole myönnetty, niin silloin rakennustyömaalle myönnettyt työluvut eivät ole voimassa. Laajoissa purkutöissä tehdään lukuisia erilaisia töitä, minkä takia erilaisia töissä tarvittavia lupiakin on useita. Yleisin näistä käytössä

olevista on normaali työlupa. Rakennustyömaaksi rajatulla alueella vaaditaan aina kirjallinen työlupa. Työlupa myönnetään selvästi rajattua työaluetta tai työkohdetta varten, ja ne ovat aina työlajikohtaisia. Työluvun myöntämistä varten tarkistetaan ja kirjataan työluvun edellytykset ja ehdot, jotta työ voidaan suorittaa turvallisesti. Työluvut myönnetään vain yhden työpäivän tai työvuoron pituiseksi ajaksi, ja ne koskevat vain töitä joista ei aiheudu minkäänlaista kipinöiden tai syttymisen vaaraa. Töistä joissa vaaditaan tulenkäsittelyä, kirjoitetaan tulityölupa. Sekin voidaan myöntää vain yhdeksi päiväksi kerrallaan. Tulityöluvun alaisissa töissä täytyy mitata palavien kaasujen pitoisuus sekä määrittellä palovartijoiden tarve, mutta tulityöluvun myöntäjä voi harkintansa mukaan tehdä poikkeuksia kaasujen mittauksen tarpeeseen. [11, s. 5.]

Purkutöissä voidaan joutua työskentelemään suljetuissa tiloissa, jolloin vaaditaan säiliötodistus. Suljettuihin tiloihin lasketaan esimerkiksi kaivot, säiliöt, kolonnit suurihalkaisijaiset putket sekä yli 1,2 metriä syvät kaivannot. Suljettuihin tiloihin voi kertyä herkästi syttyviä, myrkyllisiä tai hapen syrjäyttäviä kaasuja, joten niissä työskenneltäessä on pidettävä mukana kaasupitoisuusmittaria. Rakennustyömaa-alueella säiliötodistuksen myöntää työmaapäällikkö. [11, s. 5.] Muita purkutöissä mahdollisesti tarvittavia lupia ovat esimerkiksi ajolupa, sähkötyövalmiuslupa, kaivulupa ja paloveden käyttölupa palokunnalta. Nostotöitä varten tarvitaan kirjallinen nostosuunnitelma ja/tai nosturin pystytustodistus ja kuljetustoimistolla tehtävä nosturin hyväksyntä ja tarkastus etukäteen. [7, s. 20.]

Ennen kuin putkistoa voidaan alkaa purkamaan, se täytyy saada tyhjennettyä, puhdistettua, paineettomaksi ja erotettua prosessista. Jos putkistot ovat höyry- tai sähkösaattuja, ne täytyy kytkeä pois järjestelmistä ja tehdä vaarattomiksi [12, s. 4.] Putkistosuunnittelija informoi sähkösuunnitteluun purettavat putkistot, jonka jälkeen sähkösuunnitteluosasto hoitaa sähkösaattojen purun suunnittelun sekä niiden purkamisen. Höyrysaattot putkistot ovat kokonaan putkistosuunnittelun vastuulla. Höyrysaattot puretaan putkistojen mukana lauhdetukille asti, tai niiden lähdöt vähintäänkin irrotetaan sieltä. Höyryputket kulkevat isommissa nipuissa, ja jos tästä nipusta on tarkoitus purkaa esimerkiksi vain yksi putki, se saattaa olla järkevintä katkaista vasta siitä kohdasta, jossa höyryputket erkanevat toisistaan. Työn jälkeen höyrysaattopiirustuksiin täytyy tehdä merkinnät, mitä putkia kentältä on purettu pois. [6.]

Putkistot tyhjennetään niiden tyhjennysyhteitten kautta ajamalla typpeä, höyryä tai vettä niiden läpi. Jos putkistossa ei ole tyhjennysyhteitä, putkisto tyhjennetään raottamalla

laippaa. Tällöin pitää varmistaa, että putkiston sisältö saadaan kerättyä kokonaan talteen eikä sitä pääse valumaan maahan tai muualle ympäristöön. Putkistojen tyhjentäminen täysin öljystä tai muista palavista aineista on erittäin hankalaa, joten putkistojen purkaminen tulisi aloittaa esimerkiksi puukkosahalla, kunnes on varmistuttu siitä, ettei putki sisällä palavia nesteitä tai kaasuja. Tämän jälkeen voidaan ottaa käyttöön esimerkiksi kulmahiomakone, kunhan se ei aiheuta palovaaraa putkistoa ympäröivälle prosessille. [12, s. 3-4.]

Purettaessa putkistoa putkiston omat kannakkeet eivät välttämättä enää riitä kannattelemaan putkistoa kaikissa tilanteissa, joten putkistolle joudutaan usein tekemään väliaikaisia kannakkeita. Nämä väliaikaiset kannakkeet ovat tilanteesta riippuvaisia ja voivat olla esimerkiksi kuormaliinoja tai rakennustelineitä. Kuvassa 1 esitetään putkiston tuenta kuormaliinalla sekä merkintätapa, jolla katkaistavat putket merkitään. Putkiston eristeiden purkamisen jälkeen putkistourakoitsija maalaa katkaistavaan putkeen punaisella maalilla viivan, ja Nesteen henkilökunta varmistaa katkaisukohdan maalaamalla putkeen sinisen viivan.



Kuva 1. Putkiston väliaikainen tuenta ja katkaisukohdan varmistus

Vanhat laitokset on rakennettu usein hyvin tiiviisti ja laitoksen alueet ovat täynnä. Purkutöiden lähtökohtana onkin usein tarve saada tilaa uusille laitteille tai prosessiyksiköille. Laitteita joudutaan purkamaan esimerkiksi myös niiden huonon kunnon takia, joka voi aiheuttaa henkilö- ja prosessiturvallisuusriskejä, vanhentuneen tai epäsovivan tekniikan tai prosessimuutosten vuoksi. Tyypillisesti halutaan tyhjentää koko tontti tai alue jotain tulevaa käyttöä varten. Tällöin putkistojen lisäksi alueelta pitää purkaa myös kaikki laitteet, instrumentit sekä betoni- ja teräsrakenteet. Näihin liittyy myös huomattava määrä sähköpuolen töitä. Ennen purkutyön aloittamista täytyy selvittää kulkeeko alueella sähkökaapeleita, joihin ei saa koskea. Tällaisista täytyy välittää tieto eteenpäin projektipäällikölle tai insinöörinmanagerille, joka hoitaa paikalle sähkösuunnittelijan. Putkistorpurkujen suunnittelun lähtökohtana ovat prosessisuunnittelun luomat purkukaaviot, jotka on tehty PI-kaavioiden perusteella. Näistä kaavioista ei selviä, missä prosessisuunnittelijan merkitsemä katkaisukohta fyysisesti sijaitsee, ja se voikin olla esimerkiksi keskellä purettavaa tonttia. Usein myöskään käyttöhyödykelinjoja ei esitetä PI-kaavioissa, ja niiden kohdalla voidaankin päätyä samankaltaiseen tilanteeseen. Jos

tontti täytyy saada purettua tyhjäksi, niin tämä voi aiheuttaa ongelmia. Jos merkityn purkukohtan ja runkolinjan välillä ei ole enää venttiiliä, purkutyö voidaan joutua suorittamaan loppuun seisokissa. Suurseisokkia vaativia putkistojen purkutöitä ovat esimerkiksi varolinjat ja soihtulinjat sekä joissain tapauksissa käyttöhyödykelinjat. [6.]

Putkistojen purkutyössä tulee liitoskohdissa aina jonkinlaista uuden asentamista. Helppimmillaan tämä on päätylaipan asentaminen putkeen. Päätylaippa on kuitenkin aina potentiaalinen vuotokohta johtuen sen tiivisteistä. Jos tiedetään, että ei ole enää tarvetta avata kyseistä putkiliitosta, niin silloin kannattaa putkeen asentaa mieluummin ns. käppi (cap) tai tulppa, joita käyttämällä vältetään ylimääräiseltä vuotokohdalta. Käppi tulee pienempien putkien päälle ja tulppa suurempien putkien sisään, ja ne asennetaan hitsaamalla. Jos samasta runkolinjasta lähtee useita pienempiä putkia, jotka on tarkoitus purkaa, saattaa olla kannattavaa leikata runkolinjasta tämä osuus pois ja uusia se suoralla putkenpätkällä. [6.]

Putkistojen purkutyöt pyritään tekemään niin sanotusti "käynnin aikaisena", eli usein keskellä käyvää prosessia, jotta välttyttäisiin tuotantokatkoksilta. Käynnin aikana suoritettaviin purkutöihin liittyy joitain haasteita ja rajoitteita verrattuna seisokin aikana suoritettaviin purkutöihin. Purettaessa putkistoja keskellä käyvää prosessia täytyy kiinnittää erityistä huomiota paloturvallisuuteen, ja tulitöitä kannattaakin välttää viimeiseen asti. Polttoleikkauksen ja räjäköinnin sijasta kannattaakin käyttää enemmän esimerkiksi puukkosahaa. Jos kuitenkin joudutaan käyttämään työkaluja ja -menetelmiä, joista aiheutuu palovaara, joudutaan lähistöllä olevat mahdolliset syttymisvaarassa olevat kohteet suojaamaan esimerkiksi lämmön- ja tulenkestävillä peitteillä ja paikalla täytyy olla asianmukainen alkusammutuskalusto. Tarkoituksena on varmistaa, etteivät työstä aiheutuvat kipinät, kuumat roiskeet, lämpö yms. aiheuta tulipaloja tai muita vaaratilanteita. Tulitöissä noudatetaan standardia SFS 5900 Tulitöiden paloturvallisuus. Paloturvallisuuden lisäksi nostotöihin joutuu kiinnittämään erityistä huomiota. Nostotyöt tulee tehdä siten, että purettu putkiston osat saadaan nostettua ja kuljetettua alueelta pois vaarantamatta henkilö- tai prosessiturvallisuutta. Jotta nostotyöt saadaan tehtyä turvallisesti, niistä täytyy tehdä nostosuunnitelma. Putkistot voivat olla erityisen painavia tai suurikokoisia, hankalan muotoisia tai vaikeissa paikoissa, jolloin täytyy perehtyä nostokohteeseen sekä nostettavaan kappaleeseen. Pienempien putkistojen nostotyöt saadaan hoidettua esimerkiksi kuvan 2 tavalla HIAB-kuormausnosturilla. Vaativista nostoista joista tehdään kirjallinen nostosuunnitelma, täytyy tehdä myös erillinen riskikartoitus. [13, s. 7.]



Kuva 2. Putkiston nostotyö HIAB-kuormausnosturilla

Purkutöissä syntyy aina myös purkujätettä, joka kannattaa pyrkiä saamaan kierrätettyä, polttoaineeksi tai uudelleenkäyttöön. Lajittelemalla ja uudelleen käyttämällä purkutöissä syntyvät jätteet saadaan huomattavasti pienennettyä purkutyömaan ympäristöjalanjälkeä. Esimerkiksi Delete Group Oyj kertoo internetsivuillaan hyödyntävänsä 96 % purkukohteissa syntyvistä materiaaleista omassa käsittelylaitoksessaan [14]. Jotkin purkujätteet sisältävät vaarallisia aineita, eikä niitä siksi voi käsitellä tavallisena kaatopaikkajätteenä. Tällaiset jätteet aiheuttavat projektille lisäkustannuksia. Jatkojalostuskelpoista materiaalia ovat esimerkiksi purettavat teräsrakenteet, mukaan lukien putkistot. Putkistojen eristeiden purusta teräkset ja pellit viedään valimoon, ja villat käsitellään omaan. Huonoimmassa tapauksessa eristevilloja joutuu käsittelemään ongelmajätteenä. [6.] Putkistoihin liittyvät käyttökelpoiset kenttälaitteet säilytetään myöhempää käyttöä varten, ja käyttökelvottomia käsitellään jätteenä. Osa purkujätteestä saattaa sisältää vielä hiilivetyjä, mikä aiheuttaa erikoisjärjestelyitä purkujätteiden kuljetukseen. Purkujätteet on usein järkevää kuljettaa pois purkupaikalta lajittelua ja jatkokäsittelyä varten. Siten työskentely purkutyömaalla on turvallisempaa, ja jätteiden käsittely helpottuu. Jätteiden käsittelyä varten täytyy järjestää asianmukainen paikka, jotta jätteistä ei ai-

heudu haittaa ympäristölle. Maaperän pilaantumista voidaan ehkäistä hoitamalla jätteiden säilytys ja käsittely esimerkiksi viemäroidyn laatan päällä. Asbestia tai keraamisia eristeitä sisältävien jätteiden käsittelyssä on käytettävä asianmukaisia suojarusteita.

3.2 Dokumentteja

Piirustusluetteloon listataan purkutöissä tarvittavat dokumentit ja niiden tärkeimmät tiedot. Tietoja ovat piirustusnumero, dokumentin sivumäärä, revisionumero, päivämäärä jolloin dokumentti on laadittu, piirustuksen tunnus ja nimi, jakelurevisio sekä mahdolliset huomautukset. Purkutyötä tehdessä oikean revision varmistaminen piirustusluettelosta on erittäin tärkeää, sillä eri revisioiden välillä olevat muutokset voivat olla huomattavan suuria. Piirustusluetteloon listatut dokumentit ovat työmäärittely, isometriluettelo, plot plan, purkupiirustukset ja -kaaviot.

Työmäärittelyissä rajataan ja kuvataan työn sisältö lyhyesti. Jokainen projektiin osallistuva suunnitteluosasto laatii omat työmäärittelyt. Työmäärittelyssä esitetään myös luettelo asiakirjoista sekä materiaalihankintojen rajaus. Työmäärittelyn sisältöön kuuluu lyhyt yleinen kuvaus projektista sekä työkohteen sijainnista. Putkistopurkujen osalta työmäärittelyssä on ohjeita esimerkiksi putkistojen katkaisujen osalta. Katkaisukohteet voidaan määrittellä työmäärittelyssä, sekä antaa lisävaatimuksia joillekin kohteille. Yleistä on esimerkiksi sähkösaattettujen putkistojen osalta vaatimus katkaisuluvasta sähkötyövalvojalta, ennen kuin ne saadaan purkaa. Työmäärittelyssä myös otetaan kantaa putkistojen purkamiseen liittyvien väliaikaisten tukien tarpeeseen sekä siihen, minne ja kuka kuljettaa puretun putkiston purun päätyttyä. [7, s. 5.]

Työmäärittelystä täytyy käydä myös ilmi, sisältävätkö purettavat kohteet asbestia, lyijymaaleja tai keraamisia tiivisteitä. Usein vanhojen laitosten ollessa kyseessä näitä aineita voi esiintyä purkutöiden yhteydessä. Jos epäillään, että näitä aineita voi tulla vastaan purettaessa vanhaa laitosta, kannattaa suorittaa haitta-ainekartoitus. Siinä otetaan näytteitä paikoista jotka voivat mahdollisesti sisältää esimerkiksi asbestia, minkeä jälkeen näytteet tutkitaan laboratoriossa. Asbestia voi löytyä esimerkiksi betonirakenteista sekä putkistojen ja laitteistojen tiivisteistä tai eristeistä. Purkutöiden yhteydessä vapautunut asbestipöly on hengitettynä erittäin vaarallista, sillä se aiheuttaa lukuisia erilaisia vakavia keuhkosairauksia. Tämän vuoksi asbestipurkutyöt ovat Suomessa luvanvaraisia [15]. Asbestin vaaroilta voidaan kuitenkin suojautua käyttämällä

asianmukaisia suojaimia. Asbestia sisältävien materiaalien pintojen rikkomista tulee välttää, ja esimerkiksi vanhojen putkistojen laippojen tiivisteet saattavat sisältää asbestia, joten laippoja ei kannata avata, jos putkisto voidaan purkaa leikkaamalla putki osiin niiden ympäriltä. [6.]

Myös keraamisten tiivisteiden purkutöistä syntyy haitallista pölyä, jolta täytyy suojautua hengityssuojaimilla. Keraamisia tiivisteitä käytetään rakentamisessa niiden erittäin suuren kuumuudenkeston takia. Ne kestävät hyvin myös mekaanista kulutusta, sekä eristävät sähköä ja sietävät hyvin kemikaaleja. [6.] Vanhan alkydimaalit taas sisältävät sekä lyijyä että kromia. Putkistoja ja muita teräsrakenteita puretaan usein polttoleikkamalla, jolloin maalissa oleva lyijy pääsee höyrystymään. Tästä syystä täytyy käyttää asianmukaisia hengityssuojaimia, sillä lyijyhöyryn hengittäminen on terveydelle vaarallista. Tästäkin syystä tulitöitä kannattaa välttää purkutöiden yhteydessä jos se on mahdollista. [16.]

Putkistojen ja teräsrakenteiden osalta työmäärityksessä ilmoitetaan purkurajat sekä purettavien putkistojen ja teräsrakenteiden määrät massana. Putkistoista ilmoitetaan myös putkien nimellishalkaisijat tuumina. Näiden lisäksi työmäärityksessä ilmoitetaan putkiston purkuun liittyvät suunnitelmat ja niiden lukumäärät, joita ovat esimerkiksi tasopiirustukset, purkupiirustukset ja purkukaaviot. Purkutyöhön tarvittavien materiaalien ja tarvikkeiden hankkija määrittää myös työmäärityksessä.

Isometriluetteloon listataan kaikista purettavista putkista piirretyt purkuisometrit. Luetteloon kirjataan jokaisen isometrin piirustusnumero, tiedostonimi ja revisio. Luettelosta käy myös ilmi päivämäärä jolloin isometri on hyväksytty AFC-tilaan, putken eristyksen paksuus jos sellainen putkessa on, ja putken saattotyyppi (sähkö tai höyry) jos putki on saatettu. Luetteloon merkitään myös puretaanko putki osittain (P) vai kokonaan (F) sekä mahdolliset huomautukset. Purkuisometrit tehdään vanhojen isometrien pohjalta. Jos kyseisessä isometrissa esitetty putkiston osuus aiotaan purkaa kokonaan, revisio-kenttä rastitetaan yli ja piirustukseen liitetään kuvan 3 mukainen tietokenttä, josta käy ilmi, että kyseinen putkiosuus puretaan kokonaisuudessaan. [6.]

DEMOLITION DRAWING	
<input checked="" type="checkbox"/>	COMPLETELY DEMOLISHED
<input type="checkbox"/>	MARKED SECTION DEMOLISHED
FC Date: _____	Issued by: _____ Check: _____ Appr: _____
AFC Date: _____	Issued by: _____ Check: _____ Appr: _____
Work definition: _____	

Kuva 3. Purkuisometrin tietokenttä

Tilanteessa jossa isometrissa esitetystä putkiosuudesta aiotaan purkaa vain joku tietty osuus, rastitetaan kuvan 1 "MARKED SECTION DEMOLISHED" kohta. Tällöin revisio-kentän yli rastituksen lisäksi isometriin piirretään punaisella viivalla putkilinjan päälle purettava osuus, ja isometriin mitoitetaan selvästi purkurajat, jotta putkilinja katkaistaan varmasti oikeasta kohdasta. Kun purkuisometri on piirretty, se nimetään uudelleen se-kaannuksien välttämiseksi esimerkiksi seuraavalla tavalla: PUR-ISO-0000-XX-000. Nimestä käy ilmi alue, jolla putki sijaitsee, linjan putkitunnus sekä lehtinumero. Kun kyseinen putkiosuus on purettu pois kentältä, isometrin yli vedetään rasti, ja siihen lisätään teksti, josta selviää, että se putki on purettu, esim. "DELETED". Tämän jälkeen kuvaan lisätään päivämäärä sekä se revisioidaan uudestaan. Jos putkisto on purettu vain osittain, silloin kuva revisioidaan ja arkistoidaan "AS BUILT" -tilassa.

Plot plan eli laitesijoituspiirustus on ylhäältäpäin kuvattu 2D-piirustus, johon on merkitty kaikki kyseisellä alueella sijaitsevat rakennukset, tiet, prosessilaitteet, putkisillat, säiliöt, kolonnit, reaktorit sekä muut isot laitteistot ja rakennelmat. Piirustuksessa kaikkien laitteistojen ja rakennelmien ulkomitat ja niiden väliset etäisyydet on mitoitettu, ja piirustukseen on merkitty koordinaatisto, sekä oikea pohjoissuunta että laitoksen pohjoissuunta. Laitesijoituspiirustuksen mittakaava on joko 1:200 tai 1:250. Piirustuksessa esitetään lisäksi korkeuserot verrattuna jostain referenssikohdasta, mikä auttaa hahmottamaan rakennelmien ja laitteistojen sijoituksia. Plot planin avulla on helppo nähdä, missä joku tietty kohde sijaitsee prosessilaitoksessa. Purkutöiden yhteydessä plot planiin merkitään purettavien laitteistojen, rakennusten ja putkistojen ulkorajat. Tällä tavalla saadaan merkittyä purettavat kohteet vain suuripiirteisesti, ja purkutyön avuksi tarvitaankin muita huomattavasti tarkempia ja yksityiskohtaisempia dokumentteja. Kun plot planiin merkitään purettavat laitteistot, se täytyy revisioida sekä merkitä XXXXXXXXXX FOR DEMOLITION/TYÖKOHDE KARTTA yms. merkinnällä. Kun purkutyö on valmistunut ja purettavat kohteet purettu, ne täytyy myös siivota pois plot planista, minkä jälkeen kuva täytyy revisioida uudelleen, esimerkiksi "As Built" -vaiheeseen, tai jos isometrissa esitetty putkisto-osuus puretaan kokonaan, isometrin yli piirretään rasti ja sii-

hen merkitään selkeästi teksti "DELETED", minkä jälkeen isometri poistetaan arkistosta.

Purkupiirustuksissa esitetään purettavat kohteet tarkemmin kuin plot planissa, mutta silti melko suurella mittakaavalla. ISBL-alueilla skaalaus on joko 1:25 tai 1:33, ja OSBL-alueilla 1:50 tai 1:100. Jos projektissa on käytössä useita purkupiirustuksia, laaditaan plot planiin pohjautuva ns. key plan -piirustus, johon merkitään tasopiirustusten rajat. Purkupiirustukset tehdään tasopiirustusten pohjalta merkitsemällä niihin purettavat kohteet. Putkiston tasopiirustuksissa esitetään kaikki putkistot, pois lukien impulssi- ja höyrysaattoputket. Näiden lisäksi tasokuvista nähdään putkiston tasokorkeudet, kannakkeet, instrumenttien, instrumenttikaappien ja kaapelihyllyjen sijoitus sekä tarvittavat leikkauskuvannot putkiston asennusta varten. [17.] Purkupiirustuksissa käytetään samantyylistä merkintätapaa kuin purkuisometreissä. Kuviin liitettyyn tietokenttään merkitään, puretaanko kuvassa esitetyt laitteet ja putkistot kokonaan, vai vain osa niistä. Jos aiotaan purkaa kuvasta vain jokin tietty osuus, se merkitään kuvaan rasteroimalla sekä värittämällä putkilinjat.

Purkukaaviot tehdään pääsääntöisesti kyseisen prosessin PI-kaavioiden pohjalta, mutta purkukaavioiden tekemiseen voidaan käyttää myös virtauskaavioita. PI-kaavioissa esitetään prosessit tarkkuudella, joka pitää sisällään kaikki toiminnalliset laitteet, kun taas virtauskaavioissa esitetään prosessista vain tärkeimmät putkistot, laitteet ja venttiilit. Purettaessa prosesseja joitain laitteita tai kokonaisuuksia prosessista saatetaan haluta säästää toista käyttöä varten, joten purkukaavioihin voidaan merkitä sekä purettavat että säästettävät kohteet. Merkintätapoja on erilaisia, mutta merkitseminen voidaan tehdä esimerkiksi värittämällä purettavat kohteet punaisella värillä, sekä rasteroimalla niiden ympäristö. Pilvitetyn osan läheisyyteen kirjoitetaan huomio, josta selviää esimerkiksi, missä vaiheessa kohde on tarkoitus purkaa.

Dokumentteihin voi tulla muutoksia työn aikana, ja tiedon tuleekin kulkea molempiin suuntiin työmaan ja suunnittelijan välillä. Esimerkiksi työmaalla voidaan huomata, että jokin putki onkin järkevämpää katkaista jostain toisesta kohdasta kuin miten se oli alun perin suunniteltu ja purkuisometriin merkitty. Lähtökohtaisesti putkistosuunnittelija olettaa, että suunnitelmia on noudatettu, ja esimerkiksi arkistoista sekä 3D-malleista siivotaan purettavat osuudet pois alkuperäisten purkus suunnitelmien perusteella. Siksi tällaisessa tapauksessa työmaalta täytyy saada tieto suunnitelmien muutoksista putkistosuunnittelijalle, jotta arkistot ja mallit saadaan vastaamaan todellisuutta. Työmaan ja

suunnitteluosaston välinen kommunikointi näyttelee tärkeää roolia projektin aikataulun sekä muiden tavoitteiden saavuttamisessa. Purkutyössä ei välttämättä ole tarpeellista tehdä tietokoneella lopullisia purkudokumentteja, usein ihan käsin piirretty punakynä-versio riittää. [6.]

3.3 Turvallisuusasiat

Nesteen strategian keskeisessä osassa on turvallisuuden ja toiminnan laadun parantaminen. Tavoitteena on se, ettei tapahtuisi yhtäkään tapaturmaa, ja siihen pyritään toimimalla aina turvallisesti sekä ammattimaisesti. Tästä syystä Nesteellä on käytössä lukuisia erilaisia menetelmiä, joilla pyritään varmistamaan kaikkien henkilöiden, ympäristön sekä prosessin turvallisuus. [18, s. 49.] Kuvassa 4 esitetään Nesteen turvallisuuden viisi pääsääntöä, joita kaikkien työntekijöiden odotetaan noudattavan. Nesteellä on käytössä TRIF-mittari (Total Recordable Injury Frequency) jota käytetään mittaamaan tapahtuneet työtapaturmat miljoonaa tehtyä työtuntia kohti. [19.]



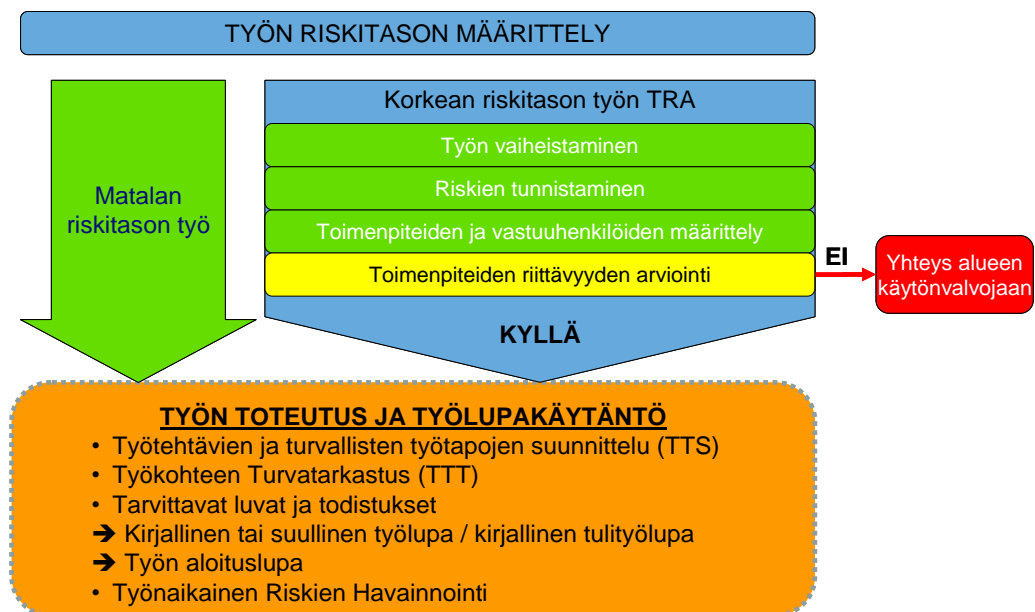
Kuva 4. Nesteen turvallisuuden viisi pääsääntöä [19].

Projektin riskien arviointi alkaa työmaalla suoritettavasta työn aloituskatselmuksesta eli työmaakäynnistä. Katselmuksessa käydään läpi työn aloitukseen liittyvät toimenpiteet,

mahdolliset huomautukset sekä työtä koskevat asiat. Työmaakäynnin aikana on tarkoitus selvittää työmaan mahdolliset erikoispiirteet sekä EHQS-vaatimukset (Environment, Health, Quality, Safety). Aloituskatselmuksen havainnot kirjataan pöytäkirjaan, jonka allekirjoittaa projektin valvoja sekä urakoitsijan edustaja.

Työn riskien arviointi eli TRA tehdään vaativille prosessitöille sekä rakennus-, investointi-, huolto- ja kunnossapitotöille. Työn riskien arvioinnissa pyritään vähentämään riskien vakavuutta tai estämään niiden tapahtuminen vaarallisiksi tunnistetuissa työkohteissa tai -vaiheissa. Kun vaara on tiedossa, työkohte tai -vaihe pilkotaan pienempiin, yksittäisiin työvaiheisiin vaarojen ja riskien arviointia varten, minkä jälkeen voidaan suunnitella tavat, joilla ne saadaan hallintaan. [20, s. 2.]

Nesteellä työn riskit jaetaan matalan riskitason töihin, sekä korkean riskitason töihin. Kun työn riskitaso on tunnistettu, toimitaan kuvan 5 osoittamalla tavalla.



Kuva 5. Työn riskitason määrittäminen [20, s. 3].

Matalan riskitason töihin kuuluvat työt, jotka eivät ole erityisen vaarallisia ja sisältävät vähän riskejä. Nämä työt voidaan tehdä turvallisesti koska niiden turvalliset työtavat

tunnetaan, ja niille osataan tehdä turvallisuuden takaavat toimenpiteet. Nämä työt ovat usein myös yksinkertaisia, eikä niiden työvaiheiden yhteensovittaminen vaadi niin tarkkaa suunnittelua turvallisuuden takaamiseksi. Tästä syystä matalan riskitason töissä voidaan edetä työn riskitason määrittelystä suoraan työn toteutusvaiheeseen, joka suoritetaan työlupakäytännön mukaisesti.

Korkean riskitason työt jaetaan Nesteellä kahteen luokkaan. Luokan 1 töistä tulee aina tehdä TRA, ja luokan 2 töiden kohdalla arvioidaan työn vaarat, minkä perusteella päätetään täytyykö TRA tehdä. Luokan 1 töissä on vakava riski henkilö-, materiaali- tai prosessivahingoille. Tällaisia töitä ovat esimerkiksi purku- ja räjäytystyöt, vaativat nostotyöt ja putkiston tulppaerottaminen. Työt jotka tehdään käynnissä olevan prosessin läheisyydessä tai sen sisällä nostavat työn riskiä onnettomuudelle. Luokan 2 töitä ovat mm. työskentely suljetussa tilassa, vaativat kaivutyöt, nostotyöt, telinetyöt, prosessi- tai EX-alueella tehtävät tulityöt ja vaativat erottamiset ja kohteiden työkuuntoon saattamiset. TRA voi myös elää työn edetessä. Jos tapahtuu merkittäviä muutoksia olosuhteissa, sovituista toimenpiteistä on jostain syystä poikettava tai jos sovittuja työmenetelmiä pitää vaihtaa, niin silloin myös TRA tulisi päivittää. Arviointiin voidaan tehdä muutoksia myös, jos se on työluvan myöntäjän mielestä tarpeellista. [20, s. 5.]

Työn aloituskatselmuksen ja työn riskien arvioinnin jälkeen voidaan pitää työmaan aloituskokous. Kokouksessa käydään läpi urakkakohde ja sen laajuus, työmaan valmius sekä urakoitsijan että rakennuttajan velvollisuudet, joihin kuuluvat näiden molempien organisaatiot, suunnitelma- ja materiaalitilanne sekä mahdolliset poikkeamat. Tämän lisäksi aloituskokouksessa käydään urakoitsijan kanssa läpi yleiset turvallisuusasiat. Näitä voivat olla esimerkiksi telineisiin ja putoamissuojauksiin, nostoihin ja paloturvallisuuden liittyvät asiat.

CRA (Construction Risk Analysis) muistuttaa työn riskien arviointia eli TRA:ta, mutta siinä otetaan enemmän huomioon työkohdetta ympäröivät asiat. Se keskittyykin riskeihin, jotka rakennustyö aiheuttaa sitä ympäröivälle prosessilaitokselle, sekä riskeihin jotka ympäröivä prosessilaitos aiheuttaa itse rakennustyölle sekä henkilöille, jotka suorittavat rakennustyön riskipitoisessa prosessiympäristössä. CRA tulee tehdä soveltuvin osin kaikissa Nesteen investointiprojekteissa, ja se on pakollinen kaikissa rakennustöissä, jotka tehdään käyvän prosessin sisällä tai riskipitoisen prosessin läheisyydessä. Kaikki Nesteellä olevat laitokset luetaan riskipitoisiksi, koska niissä käsitellään suuria määriä vaarallisia kemikaaleja. CRA tulisi tehdä silloin, kun detaljitason rakennussuun-

nitelma on valmis, mutta ennen kuin rakentaminen on aloitettu. Ajoituksen pitää olla sellainen, että rakennussuunnitelmaan keritään tehdä muutoksia, jos ne nähdään tarpeellisiksi, mutta kuitenkin rakennussuunnitelman pitää olla tarpeeksi yksityiskohtainen, että sitä on mahdollista analysoida. CRA eroaakin muista vaara- ja riskianalyyseistä siinä suhteessa, missä vaiheessa projektia se tehdään ja mitä siinä analysoidaan. Monet muut analyysit tehdään projektin suhteellisen aikaisessa vaiheessa, ja niitä käytetään lähtötietoina rakennustyömaan ja rakennustyön suunnitteluun. Niissä myös tyypillisesti keskitytään itse rakennus- tai purkutöistä aiheutuviin ja niihin liittyviin riskeihin, esimerkiksi korkealla työskentelyyn. Usein työn varsinainen aikataulu ja suunnitelma puuttuvat silloin, kun näitä analyysejä tehdään. Tästä seuraa se, että prosessista aiheutuvia rakentamiseen tai purkamiseen liittyviä riskejä ei analysoida tarpeeksi tarkasti, jotta voitaisiin taata turvallinen työskentely prosessiympäristössä. Sen takia CRA on tarpeellinen analyysi rakennustöissä, jotka suoritetaan käyvän prosessin läheisyydessä. Sen avulla saadaan laadittua suunnitelma, joka takaa turvallisen työskentelyn, koska sillä pystytään tekemään tarvittavat muutokset turvallisuussuunnitelmassa sekä tarvittaessa lisäämään suojakeinoja, joilla onnettomuudet voidaan estää. CRA eroaa TRA:sta siten, että se usein tehdään liian myöhään, että siitä olisi apua tarvittavien muutosten tekemiseen toteutussuunnitelmassa. CRA ei ole vielä täysin käytössä, mutta sitä sovelletaan jo joissain Neste Engineering Solutionsin projekteissa, ja lähitulevaisuudessa se aiotaan ottaa käyttöön täysimääräisesti. [21, s. 5-8.]

Työtehtävän turvallisuussuunnitelma eli TTS on jatkuva prosessi, jolla pyritään saamaan kaikki työntekijät osallistumaan työturvallisuuden parantamiseen, tunnistamaan työn mahdolliset vaarat sekä suunnittelemaan työskentelytavat, joilla vaaratilanteet voidaan välttää. Se on tilastojen mukaan parhaimpia työturvallisuusmenetelmiä, ja sen avulla voidaan minimoida työpaikoilla sattuvia tapaturmia sekä työperäisiä sairauksia. TTS:n tarkoituksena on täydentää ja syventää TRA:ta, ja se tulisi tehdä jokaisesta työtehtävästä, jossa on todellinen riski vahingoille työntekijöitä tai ympäristöä kohtaan. Työn riskien arviointiin verrattuna turvallisten työtehtävän turvallisuussuunnitelma on siis yksityiskohtaisempi, ja siinä työkokonaisuudet on pilkottu pienempiin osiin ja niitä käsitellään työalakohtaisesti. TTS:ässä käsitellään esimerkiksi päivän aikana suoritettavia työvaiheita, käytettäviä työvälineitä sekä työtapoja, vaadittavia suojavarusteita sekä vaihtoehtoja mahdollisille tulitöille. [22.] TTS:ään kuuluu lisäksi työtehtävien osavaiheiden aikatauluttaminen ja tarvittavien resurssien määrittäminen.

TTS:ällä voidaan tunnistaa

- työtehtävän osavaiheet
- vaarat, jotka aiheutuvat työtehtävien suorittamisesta väärässä järjestyksessä
- vaarat jotka aiheutuvat vierekkäisistä töistä, prosesseista tai muista työntekijöistä samalla alueella
- tunnistettujen vaarojen hallinta
- työssä tarvittavat suojavälineet sekä resurssit. [23, s. 2.]

TTS:tä on vastuussa työntekijöiden esimies, ja sen laativat työtehtävään osallistuvat työntekijät. Tällä tavalla saadaan varmistettua se, että jokainen työhön osallistuva henkilö on tietoinen työn mahdollisista vaaroista. Tilanteissa, joissa havaitaan uusia vaaroja, tai työtehtävät tai olosuhteet muuttuvat, TTS täytyy joko päivittää tai laatia kokonaan uusiksi. Ennen töitten aloittamista NES:n valvojan vastuulla on tarkistaa, että TTS täyttää vaatimukset ja mahdollistaa turvallisen työskentelyn. TTS katselmoidaan aina ennen työn aloitusta, eli käytännössä joka aamu. Katselmus täytyy järjestää myös silloin, kun uusia henkilöitä osallistuu työtehtävään. Jos työtehtävässä, olosuhteissa tai mahdollisissa vaaroissa syntyy muutoksia, täytyy järjestää myös katselmus ja mahdollisesti päivittää tai tehdä kokonaan uusi TTS. Kun työ on saatu tehtyä, TTS käydään läpi vielä kerran, jotta löydettäisiin kehityskohteita, joita parantamalla seuraavassa vastaavanlaisessa työtehtävässä voitaisiin työskennellä vieläkin turvallisemmin. [23, s. 2-3.]

What If -menetelmä on nopea riskien analysointitekniikka. What Ifiä käytetään, kun halutaan pikaisesti kartoittaa työn riskit. What If -menetelmä perustuu siihen, että ryhmänä pohditaan työssä mahdollisesti olevia vaaroja ja riskejä ja kirjataan havainnot ylös analyysilomakkeelle. Jotta tämä olisi helpompaa, kohde kannattaa pilkkoa pienempiin osuuksiin, jolloin riskien havainnointi helpottuu. Sen jälkeen kun riskit on tunnistettu, mietitään, mitä niistä voi seurata sekä miten niihin on varauduttu. Tämän jälkeen riskit luokitellaan niiden vakavuuden ja tapahtuman todennäköisyyden perusteella. Riskin todennäköisyyttä voi alentaa esimerkiksi riittävät ennaltaehkäisevät varotoimenpiteet. Mikäli riskiluokitus on korkea, joudutaan pohtimaan toimenpiteitä, joilla riskin vakavuutta sekä tapahtuman todennäköisyyttä saadaan alennettua hyväksyttävälle tasolle. [24, s. 2-5.]

Turvallisuus on jokaisessa projektissa ensimmäinen prioriteetti. Tapaturmat sattuvat joko varomattomasta toiminnasta tai vaarallisista olosuhteista. Vaarallisiin olosuhteisiin voidaan puuttua noudattamalla säädöksiä ja lakeja, mutta vain osa onnettomuuksista johtuu vaarallisista olosuhteista. Suurin osa tapaturmista johtuu siis varomattomasta toiminnasta, johon puuttumalla saadaan työskentelyn turvallisuuden näkökulmasta parhaat tulokset. Paras tapa tapaturmien välttämiseen on siis työnjohdon sekä yksittäisten työntekijöiden motivaatio, toiminta ja asenteet turvallisuuden saavuttamiseksi. [25, s. 5.]

HSE eli Health, safety and environment -suunnitelmalla pyritään siihen, että projekteissa ei sattuisi yhtäkään tapaturmaa, henkilövahinkoa tai ympäristö- tai terveystaittoja. Jotta tavoitteisiin voidaan päästä, täytyy pystyä tunnistamaan riskejä ja vaaroja aiheuttavat toimintatavat sekä olosuhteet. Tunnistamisen apuna ovat erilaiset raportit, analyysit, arvioinnit sekä HSE-tarkastukset. Jotta onnettomuuksilta voidaan välttyä, tätä kerättyä dataa ja toimintaohjeita täytyy tietenkin myös jokaisen projektissa osallisena olevan noudattaa. Tämän takia on välttämätöntä, että turvallisuusasiat koulutetaan työntekijöille ja heidät perehdytetään turvalliseen työskentelyyn. Työntekijöiden tulisi myös olla osallisena turvallisuussuunnitelman luomista, sekä työmaan turvallisuutta täytyy valvoa ja johtaa asianmukaisesti. [25, s. 7.]

NES:n projektien turvallisuuskäytäntöjen viisi tärkeintä osatekijää ovat

- työkokonaisuuden riskinarviointi (TRA)
- työtehtävän turvallisuussuunnitelma (TTS)
- turvallisuusseurantaraportointi ja -prosessi
- läheltä piti -tilanteiden ja tapausten tutkinta
- johtamis- ja valvontajärjestelmä. [25, s. 8.]

Construction Risk Analysis eli CRA ei ole NES:llä vielä täysivoimaisesti käytössä, mutta se tulee epäilemättä muodostumaan erittäin tärkeäksi osatekijäksi projektien turvallisuuskäytännöissä tulevaisuudessa.

4 Arkistointijärjestelmä

Dokumenttienhallinnalla ja arkistoinnilla edistetään ja varmistetaan sisäisen tiedon hallintaa. Luomalla yhteiset pelisäännöt sekä järjestelmän tiedon säilyttämiseen sekä hallintaan saavutetaan huomattavia etuja. Niiden avulla tiedonvaihto sekä tietojen löytäminen helpottuu, sekä tietoturva paranee. Lisäksi arkistointijärjestelmä takaa tiedon säilymisen organisaatiomuutoksista huolimatta. [26.] Oikeaoppinen arkistointi takaakin sen, että dokumentit voidaan löytää myöhemmin. Hankintamäärittelynumero toimii avaimena suunnitelmien ja dokumenttien välillä. Tekniseen arkistoon arkistoidaan myös hankintamäärittelymateriaalien toimittajilta vaaditut dokumentit. [27, s. 7.] Näiden lisäksi arkistoihin arkistoidaan esimerkiksi PED-dokumentit, putkistojen tekniset tiedot, putkiston osien laskelmat ja analyysit, materiaalihyväksynnät, materiaalitodistukset, komponenttitodistukset sekä putkistoista tehdyt piirustukset. [28, s. 1-6.]

Kronodoc on NES:n omistama dokumenttienhallintajärjestelmä. Se aiotaan poistaa käytöstä, ja sen korvaaja on Found!DMS. *Kronodoc* on projektien aikainen kommentointityökalu, ja sen avulla tehdään suunnittelutyössä syntyvät dokumentit, sekä revisoidaan nykyisiä dokumentteja. *Kronodocia* käytetään niin kauan, kunnes sillä avatut hankkeet päättyvät, mutta sitä käyttämällä ei luoda enää uusia projekteja.

Kronodoc-ympäristössä on neljä eri tasoa:

- työtilat
- työtilojen sisään määritetyt rakenteet
- näiden rakenteiden kansiorakenteet
- dokumentit ja niihin liitetyt tiedostot.

Kronodocissa perustetaan työtiloja yksittäisiä projekteja tai isompia kokonaisuuksia, esimerkiksi tuotantolinjoja kohden. Työtilassa on projektirakenteet projektinaikaista työskentelyä varten, sekä niiden lisäksi erilliset rakenteet yhtiön ulkopuolelta tulevia toimijoita varten. *Kronodocissa* on myös *Sopimus Kronodoc* -niminen sopimustenhallintajärjestelmä, jonne tallennetaan alkuperäiset sopimuspaperit sekä niihin liittyvät viitetiedot. [29, s. 3.]

Found!DMS on toinen kahdesta NES:llä käytössä olevasta dokumenttienhallintajärjestelmästä. Kaikki uudet projektit ja hankkeet avataan tällä järjestelmällä, ja kun Kronodocin kaikki avoimet projektit päättyvät, Found!DMS tulee olemaan NES:n ainoa dokumenttienhallintajärjestelmä. Found!DMS sisältää kaikki samat ominaisuudet kuin Kronodoc, ja siihen on lisätty myös uusia ominaisuuksia. Kronodociin verrattuna Found!DMS:ään on tehty parannuksia esimerkiksi projektien dokumenttien hallintoihin, luokitteluun, jakeluun sekä niiden hakutoimintoihin. Projektihenkilökunta voi kommentoida, tarkastaa, tilata muutosraportteja ja sähköisesti hyväksyä dokumentteja. Found!DMS:ällä käsitellään vain projektin aikaisia dokumentteja, ja lopulliset "As Built"-tasoiset dokumentit siirretään SmartPlant Foundation -järjestelmään. [29, s. 3.]

SmartPlant Foundation eli SPF on Nesteen järjestelmä, jossa säilytetään kaikki projektien As Built -tasoiset dokumentit. As Built on dokumentin lopullinen versio ja kuvaa kyseisen kohteen nykyistä tilaa kuten se on rakennettu. SPF ei siis sisällä ollenkaan projektinaikaisia dokumentteja, vaan niitä käsitellään Kronodocissa sekä Found!DMS järjestelmässä. Projektin päättyessä SPF:ään siirretään lopulliset As Built -versiot sekä projektissa luovutettaviksi määritetyt dokumentit. [29, s. 4.]

5 3D-järjestelmät

3D-järjestelmien käyttäminen on tehokkain tapa suunnitella teollisuuslaitoksia. Suunniteltavasta laitoksesta luodaan 3D-suunnitteluohjelmilla virtuaalinen kolmiulotteinen malli, josta voidaan generoida suurin osa tarvittavista suunnitteludokumenteista, joiden perusteella laitos rakennetaan. Mallit luodaan vastaamaan todellista laitosta, ja ne sisältävät laitteiden ja putkistojen tärkeimmät tiedot. Kun laitoksesta puretaan jotain sen osia, nämä täytyy poistaa vastaavasti myös 3D-mallista. Tämä kannattaa hoitaa siten, että 3D-mallista siirretään purettavat osuudet testimalliin ns. varmuuden vuoksi säilöön, minkä jälkeen vasta nämä kohteet poistetaan varsinaisesta mallista. Näin kannattaa toimia sen vuoksi, että tiedostot saadaan palautettua tarvittaessa malliin. Sen jälkeen kun 3D-mallista on siivottu purettu kohteet pois, rakennussuunnittelun kanssa katsotaan yhteistyössä poistettavat dokumentit. Yksiselitteisesti ei siis voi sanoa, ettei putkistosuunnittelun vastuulla olisi myös betoni- ja teräsrakenteiden dokumenteista huolehtiminen. [6.] Projektissa käytettävä 3D-suunnitteluohjelma tulisi valita mahdollisimman

aikaisessa vaiheessa. NES:llä on käytössä muutamia eri vaihtoehtoja, ja käytettävän ohjelman valintaan vaikuttaa asiakkaan tarpeet, projektin luonne sekä NES:llä vakiintuneet suunnittelukäytännöt ja standardit.

Putkistosuunnittelun näkökulmasta 3D-malliin vaadittaviin asioihin kuuluvat kaikki PI-kaavioissa esiintyvät linjat kaikkine venttiileineen ja instrumentteineen. Putkistojen primääriset ja sekundaariset kannakkeet, maadoituskorvakkeet, tyhjennysyhteet, ilmausyhteet sekä eristykset tulee myös mallintaa. Putkistosuunnittelijan vastuulle kuuluu myös käyttöhyödykeasemien mallintaminen. Luodessa 3D-mallia osat mallinnetaan tärkeysjärjestyksessä tärkeimmistä vähäpätöisimpiin. Ensimmäisenä mallinnetaan prosessille kriittisimmät linjat, jotta niitä voidaan analysoida prosessin vaatimusten mukaan sekä suorittaa stressianalyysi. Seuraavaksi mallinnetaan putket joiden nimelliskoko on yli 24". Tämän jälkeen mallinnetaan kaikki prosessi- ja käyttöhyödykelinjat, joiden nimelliskoko on yli 1,5", ja viimeisenä linjat joiden nimelliskoko on alle 1,5". Putkilinjoista joilla on sama prioriteetti, mallinnetaan ensimmäisenä ne linjat, jotka sisältävät instrumentteja.

Suunnitteluvaiheessa luoduista malleista järjestetään katselmuksia, joilla varmistetaan se, että suunnitelmat ovat asiakkaalle mieleisiä sekä hyvän konepajakäytännön mukaisia. Katselmuksia on jaettu kolmeen eri kategoriaan mallin valmiusasteen mukaan: 30 % -, 60 % - ja 90 % -katselmukseen. [30, s. 4.]

30 % -katselmuksessa keskitytään suunniteltavan laitoksen käytettävyyteen, rakennettavuuteen, HSE-asioihin, layoutiin, huollettavuuteen ja operoitavuuteen. Katselmuksen perusteella asiakas hyväksyy tai voi esittää muutoksia laitoksen suuripiirteiseen rakenteeseen. Näihin kuuluu esimerkiksi laitteiden, patterirajojen sekä betoni- ja teräsrakenteiden sijainnit, sekä tärkeimpien putkistojen reititykset. Tässä katselmuksen vaiheessa suunnitelmia on vielä kohtuullisen helppo muuttaa vastaamaan paremmin asiakkaan toivomuksia.

60 % -katselmukseen mennessä perussuunnittelu on valmistunut ja vähintäänkin kaikkien yli kaksi tuumaisten putkien reititykset on päätetty. Katselmuksessa keskitytään mallin uusissa osissa, teknologiassa, suunnittelussa ja muotoilussa. Tarkoituksena on varmistaa laitoksen operoitavuus esimerkiksi venttiilien ja instrumenttien sijoituksen osalta, huollettavuus sekä putkiston layout. Katselmuksessa varmistetaan myös, ettei putkistoissa ole "taskukohtia". Vielä yksi varmistettava asia on putkiston riittävät kaadot

prosessilaitoksen toimivuuden kannalta. Tässä katselmuksessa asiakas hyväksyy edellisessä katselmuksessa mahdollisesti tehdyt muutokset, sekä laitokseen suunniteltuja yksityiskohtia, esimerkiksi laitteiden ja säiliöiden liitännäislaippojen suuntaukset, venttiilien, instrumenttien, sokeiden ja muiden operointia vaativien laitteiden paikat sekä suuntaukset.

90 % -katselmuksessa tarkastetaan, että kaikki suunnittelutyö on tehty toimintatapojen mukaisesti ja vaatimukset täyttäen. Tässä vaiheessa voidaan tarkastella lähes valmista laitoksen suunnitelmaa ennen sen rakentamisen aloittamista, ja asiakas voi vielä kommentoida joitain pieniä yksityiskohtia, joihin hän haluaa muutoksia. Tässä vaiheessa myös joidenkin putkien reititykset ovat saattaneet muuttua esimerkiksi prosessiteknisistä tai lujuusopillisista syistä, ja tehdyt muutokset vaativat asiakkaan hyväksynnän. Tarkastaminen ja hyväksyminen vaaditaan myös kaikkiin muihin edellisestä mallista tehtyihin muutoksiin ja lisäyksiin, kuten instrumenttien liitännäispaikat sekä pysyvät aidat.

Jokaisesta katselmuksesta kirjoitetaan raportti, joka pitää sisällään minimissään kokouksen pöytäkirjan. Raportti toimitetaan jokaiselle katselmuksen osallistujalle. Tyypillisesti katselmuksiin osallistuu projektin asiakas, sekä insinöörejä prosessi-, layout ja putkisto-, sähkö-, instrumentti- ja rakennustekniikan osastoilta. [30, s. 4-6.]

Intergraph Smart 3D on yksi maailman kolmesta käytetyimmistä laitoksen suunnitteluohjelmasta, ja NES:n pääasiallinen mallinnustyökalu. Smart 3D eli S3D on objekti-pohjainen ohjelma, jossa ei ole grafiikkamoduuleja, ja kaikki suunnitteludata on tietokannoissa. Objektilla tarkoitetaan mallinnuksen tietokannan komponenttia, esimerkiksi venttiiliä. Malliin sijoitettavien objektien grafiikat sekä tiedot niiden ominaisuuksista on katalogeissa eli referenssietokannoissa. Jokainen moduuli on koko ajan sidoksissa katalogiin, ja muutokset katalogissa välittyvät suoraan myös malliin. S3D:n työtiloissa käytetään filttäreitä, joiden avulla saadaan valittua halutut objektit näkymään 3D-ympäristössä. [31, s. 7.] S3D käyttää Microsoftin SQL- tai Oracle-tietokantaa, joiden avulla suunnittelijan tekemät muutokset saadaan replikoitua lähes reaaliaikaisesti muiden suunnittelijoiden malleihin. S3D:ssä on useita eri moduuleja, ja putkistosuunnittelussa käytetään Piping modeling -moduulia. Smart 3D:n objektit kuvaavat laitoksen oikeita osia, esimerkiksi pumppuja, venttiileitä ja putkistoja. Objekteihin saadaan liitettyä paljon siihen liittyvää tietoa kuten objektin ominaisuuksia, liitännät, dokumentit yms. Projekteissa jotka tehdään Smart 3D:llä, käytetään 2D-suunnittelussa Microstation V8:a, tai tarvittaessa Smart Sketchiä. [32, s. 6.]

Autodesk AutoCAD Plant 3D -ohjelmaa voidaan käyttää pienissä suunnitteluprojekteissa asiakkaan niin halutessa. Plant 3D -ohjelmaan on integroitu AutoCAD P&ID -ohjelma, joka helpottaa sekä 3D-mallien suunnittelua että PI-kaavioiden piirtämistä kytkemällä prosessikaaviot ja 3D-mallin yhteen. Plant 3D:ssä voidaan käyttää laajoja komponenttikirjastoja, joiden avulla putkistojen, teräsrakenteiden sekä laitteiden suunnittelu tehostuu. [32, s. 7.]

Intergraph PDS 3D on yksi maailman käytetyimpiä 3D-mallinnusohjelmia, ja sitä käytetään NES:lläkin erittäin paljon johtuen siitä, että NES:n pääasiakkailta on valtava määrä projekteja PDS 3D-ympäristössä. Tästä syystä malleja pidetään myös yllä ohjelmaversioista ja vuosista toiseen. PDS 3D-suunnittelujärjestelmä on tietokantaperusteinen ja se rakentuu erilaisten moduulien ympärille. Putkistosuunnittelussa käytetään *Piping Designer* -moduulia. Microstation J (V7) on ensisijainen 2D-suunnittelutyökalu PDS:ää käytettäessä. Johtuen PDS:n laajasta käytöstä NES:n projekteissa myös suurin osa layout & putkisto -piirustuksista on tehty Microstation J (V7):lla. Microstation J on PDS 3D:n grafiikkakone, ja kaikki mitä PDS-ympäristössä tehdään, täytyy tehdä tällä Microstationin ohjelmaversiolla. [32, s. 7.]

Aveva PDMS on laajasti energia-alalla ja avomerellä toimivilla laitoksilla, esimerkiksi öljynporauslaitoilla, käytössä oleva laitoksen suunnitteluohjelma. PDMS perustuu Avevan omiin tietokantoihin eikä sisällä grafiikkamalleja. NES käyttää suunnittelutyössä asiakkaan suunnitteluympäristöjä. [32, s. 7.]

SmartPlant Reference Data eli SPRD on NES:n pääasiallinen työkalu katalogien ja putkiluokkien luomiseen ja hallintaan. SPRD:n tietokannasta voidaan generoida putkiluokkien spesifikaatiot SP3D-, PDMS- ja PDS-ohjelmiin. Uutta suunnitteluprojektia aloittaessa tällä on suuri merkitys sille, millä 3D-suunnitteluohjelmalla projekti päätetään tehdä. [32, s. 8.]

6 Työn suoritus

Opinnäytetyön tekeminen aloitettiin tutustumalla Nesteen Kilpilahden jalostamon tuotantolinja 3:n raakaöljyn tislauksyksikössä tapahtuvaan laajaan purkuprojektiin. Projektin tarkoituksena on purkaa alueelta kaksi uunia polttimiseen sekä niiden polttokaasulinjat. Kaikki uuniin liittyvät linjat, mukaan lukien käyttöhyödykelinjat, oli kytketty irti puretta-

vasta kokonaisuudesta jo vuoden 2015 suurseisokissa. Projektin perussuunnitteluvaihe oli aloitettu vuoden 2016 syksyllä ja saatu päätökseen vuoden 2017 talvella. Tänä aikana projektin layout- ja putkisto-osuuden suunnitelmat oli saatu jo hyvälle mallille. Purettavien putkistojen purkuisometrit ja purkutasokuvat oli tehty, sekä plot planiin merkitty purettava alue. Työhön liittyviä tasopiirustuksia tehtiin 10 kpl, purkuisometrejä 123 kpl sekä purkukaavioita 5 kpl. [7, s. 12.] Koska nämä uunit ovat lähemmäs 50 vuotta vanhoja, myös osa niiden suunnitelmista on vanhoja. Purkuisometreistä noin puolet oli vanhoja käsin piirrettyjä ja puolet uusia PDS:ällä piirrettyjä. Purkutasopiirustusten osalta vanhoja ja uusia kuvia oli myös noin puolet ja puolet. Työ päätettiin jakaa kolmeen eri vaiheeseen, jotka ovat PDS-tasoiset isometrit, käsin piirretyt isometrit ja tasokuvat sekä plot plan. Uudet PDS-tasoiset ja vanhat käsin piirretyt kuvat poistetaan tai revisoidaan hieman eri tavoin. Putkistojen varsinainen purkaminen aloitettiin vuoden 2018 syyskuussa, ja purkutyö oli aikataulutettu siten, että se olisi valmis vuoden 2018 lokakuun puoliväliin mennessä. Putkistojen purkaminen viivästyi kuitenkin johtuen kovista tuulista, jotka estivät nostotöiden tekemistä, jonka vuoksi purkutyö valmistui vasta marraskuun 2018 puolella. Kentältä saatiin purettua pois kaikki putkistot lukuun ottamatta yhtä instrumentti-ilmalinjaa, sekä kahta paineilmalinjaa. Näiden linjojen osalta tieto siitä, että ne jäivät purkamatta, täytyy saada merkittyä muistiin siten, että ne voidaan purkaa pois myöhemmin. Instrumentti-ilmalinja puretaan todennäköisesti pois seuraavan seisokin aikana, mutta paineilmalinjat saattavat jäädä paikoilleen, sillä seisokeissa tarvitaan aina paineilmaa.

PDS:llä luotujen isometrien sekä 3D-mallin päivittäminen delegoitiin Abu Dhabin toimistolle hoidettavaksi. Eri toimistojen välillä täytyy kommunikoida tiiviisti ja ohjeistuksen on oltava selkeää ja yksiselitteistä, jotta työ saadaan tehtyä halutulla tavalla. Työn edetessä huomattiin, että PDS-kuvista kaikki isometrit ovatkin kokonaan poistettavia, eikä osaa niistä ole purettu vain osittain kuten aluksi luultiin. Nämä asiat huomattiin puhelinkeskustelujen aikana, kun Abu Dhabin toimistolta kyseltiin tarkennuksia tiettyjä linjoja koskien. Nämä linjat, jotka oli merkitty purettaviksi osittain, oli merkitty sillä tavalla siksi, koska ne osuudet, jotka olisivat jääneet purkamatta kuvien perusteella, olikin kentältä purettu jo vuoden 2015 suurseisokin aikana. Työtä tehdessä huomattiin myös, että 3D-mallissa on vielä jäljellä putkilinjoja, joita ei ole purkuisometrillistalla. Kenttäkäyntien ja projektin mekaanisen työn valvojan avulla saatiin selville, että nämä linjat oli purettu pois jo vuonna 2015 suurseisokin yhteydessä. Ne oli kuitenkin jostain syystä jätetty 3D-malliin, vaikka näiden linjojen isometrit on ilmeisesti poistettu. Nämäkin linjat poistettiin mallista tämän projektin yhteydessä.

Sen jälkeen kun oli saatu selvitettyä, että kaikki kuvat tullaan poistamaan kokonaan, purkuisometrien tekemisessä ei kestänyt kauaa. Kokonaan puretun linjan isometrini yli piirretään punainen rasti nurkasta nurkkaan, ja isometri revisoidaan "DELETED" -tilaan. Kun isometrit on saatu valmiiksi, ne ladataan Foundiin. Jokaiselle isometrille täytyy luoda kortti, josta käy ilmi kyseisen isometrini tiedot. Kuvassa 6 käy ilmi korttiin täytettäviä tietoja.

1. Name field → Deleted isometric ISO6951-FG104-2 (add file number/name)
2. Client Document Code → ISO6951-FG104-2 (add -2 to show sheet no)
3. Author Company → NES, Author Email → person who has done the last revision
File Owner → NO
4. Issue Status → in this case ASB
5. Final Issue status jos esim. AS BUILT tai arkistoon jo menossa
6. Client Folder Hierarchy → Putkisto, Client Document Type → Isometrit
7. Work Code → HA

Kuva 6. Isometrikorttiin täytettäviä tietoja [33].

Kun ensimmäinen isometrikortti oli saatu tehtyä, loput isometrit saatiin ladattua Foundiin ja niille luotua kortit muutamassa päivässä. Luotuihin kortteihin piti muutamaaan kertaan päivittää hieman tietoja, jonka jälkeen ne saatiin hyväksytyä, eli Approved-tilaan. Kun kortit ja kuvat oli hyväksytyt, PDS-tasoiset kuvat eli työn ensimmäinen vaihe oli saatu päätökseen.

Työn toinen vaihe eli vanhojen käsin piirrettyjen isometrieni päivittäminen sekä poistaminen aiottiin alun perin hoitaa Porvoon toimistolla, mutta lopulta nämäkin isometrit päätettiin lähettää Abu Dhabiin käsiteltäväksi. Jotta vanhoja käsin piirrettyjä isometrejä päästään muokkaamaan, niistä täytyy pyytää alkuperäistiedostot lainaksi dokumenttien hallinnointipalvelu DAS:sta (Document Administration Service) lähettämällä määrämukoinen tilauspyyntö sähköpostilla. Sähköpostin liitteenä lähetetään Excel-tiedosto, johon on kirjattu jokaisen lainattavan dokumentin tiedot. Pakolliset lomakkeelle täytettävät tiedot ovat muutettavan dokumentin SmartPlant Foundationissa oleva numero eli dokumenttinumero, sen projektin projektitunnus jossa muutos tehdään, lainaajan yhteystiedot, lainaavan yrityksen nimi sekä monilehtisen dokumentin lehtinumero. Kun lomake on täytetty ja lähetetty, DAS-palvelu käsittelee lainauspyynnön. Sen jälkeen DAS palauttaa lomakkeen täydennettynä dokumenttien uusilla revisionumeroilla sekä pyydettyjen dokumenttien alkuperäistiedostot muuttamista varten. Jos lähetetyssä lomakkeessa on jotain puutteita tai epäselvyyksiä, DAS-palvelu on lähettäjään yhteydessä

näistä asioista. Kun alkuperäistiedostoihin on tehty halutut muutokset, ne palautetaan dokumenttien hallinnointipalveluun Kronodocin tai Foundin kautta projektin päättyessä, jonka jälkeen DAS-palvelu lataa ne takaisin dokumenttienhallinnointijärjestelmään.

DAS:ilta saatiin lainaan suurin osa pyydetyistä dokumenteista. Viittä pyydettyä isometriä ei löytynyt dokumenttien hallinnointipalvelusta, ja noin 20 isometriä oli jo poistettu jossain toisessa projektissa. Lainaan saaduista isometreistä tehtiin Exceliin lista johon pystytettiin merkitsemään huomioita, joita tulee vastaan, kun kuvat tarkastetaan. Kun kaikki kuvat käytiin läpi, huomattiin, että useat isometrit liittyivät toisiin isometreihin, joita ei ollut purkulistalla. Kun isometrejä poistetaan, myös kaikki niihin liittyvät isometrit pitäisi päivittää. Tämä kannattaisi huomioida jo projektin alussa, kun arvioidaan työhön tarvittavien resurssien määrää, koska liittyvien isometrien päivittäminen voi jopa kaksinkertaistaa työmäärän. Tämän jälkeen nämäkin isometrit pyydettiin DAS:ilta lainaan, jotta niihin voidaan tehdä tarvittavat muutokset. Poistettaviin isometreihin liittyvistä isometreistä täytyy poistaa kohdat, joissa ne liittyvät tässä projektissa purettuihin putkiin. Arkistolta pyydetyistä liittyvistä isometreistä noin kolmasosa oli jo poistettu aikaisemmin. Lainaan saadut isometrit lisättiin tehtyyn Excel-listaan, johon merkittiin, mikä isometri liittyy mihinkin isometriin, jotta muokkausten tekeminen helpottuisi. DAS:ilta saadut isometrien rasterikuvat sekä Excel-lista lähetettiin myös Abu Dhabin toimistolle hoidettavaksi.

Kun purettuihin putkistoihin liittyviä isometrejä alettiin päivittää vastaamaan nykytilannetta, täytyi kenttäkäynneillä varmistaa, miten purkutyö oli suoritettu. Tarkistettavia kohteita oli esimerkiksi putkistojen sokeointipaikat, eli kummalla puolella venttiiliä umpilaippa sijaitsee, vai oliko katkaistu putki kuitenkin tulpattu. Kenttäkäyntien yhteydessä huomattiin, että myös putkistot, jotka liittyivät nyt tässä projektissa purettuihin putkiin, oli purettu pois toisissa projekteissa. Osa näistä puruista oli suoritettu jo vuonna 2009, mutta suurin osa puruista oli suoritettu vuoden 2015 suurseisokin aikana. Näistä putkistoista löydettiin Kronodocista purkuisometrit, ja osa näistä putkista oli poistettu 3D-mallista, mutta jostain syystä näiden purettujen putkistojen isometrejä ei ollut poistettu arkistosta. Jos tämä olisi tehty silloin, kun nämä kyseiset projektit olivat käynnissä, niin nyt olisi vältytty turhalta työltä. Nämä kyseiset isometrit lisättiin myös tämän projektin poistettavien isometrien listalle. Kun oli päästy selville siitä, mitkä kaikki putkistot oli jo purettu aiemmin pois, saatiin selville isometrien määrä jotka täytyy päivittää ASB-tilaan. Projektin toisen vaiheen isometreistä näitä oli loppujen lopuksi vain viisi kappaletta, ja kaikki loput isometrit poistettiin kokonaan.

Tämän jälkeen Abu Dhabin toimistolta saatiin isometrillista sekä kaikki käsin piirretyt isometrit tarkastettaviksi. Tarkastuksessa huomattiin listassa muutamia pieniä puutteita jotka saatiin korjattua nopeasti, minkä jälkeen projektin toinen osuus saatiin päätökseen. Projektissa on jäljellä putkistopuolen osuudesta vielä tasokuvien sekä plot planin päivittäminen, mutta ne aiotaan hoitaa vasta myöhemmin.

7 Yhteenveto

Opinnäytetyötä tehdessä on tullut vastaan monenlaisia asioita, joiden tiedostaminen tulee helpottamaan projektityöskentelyä jatkossa. Esimerkiksi perussuunnittelun ja toteutusvaiheen välillä voi olla vuosia aikaa, toisin sanoen se suunnittelija, joka on tehnyt alkuperäiset suunnitelmat, ei välttämättä ole enää projektin myöhemmissä osissa mukana. Siksi dokumentteihin pitää tehdä selkeitä kommentteja, jotta se suunnittelija joka jatkaa työskentelyä projektin parissa, saa heti käsityksen siitä, missä mennään. Tällä saadaan säästettyä kaikkien aikaa ja välttyään sekaannuksilta. Esimerkiksi tässä projektissa on tullut vastaan isometrejä, jotka on merkitty väärin perustein purettavaksi osittain. Ne osat, jotka purkuisometreissa oli jätetty säilytettäväksi, oli jo purettu aikaisemmin pois kentältä. Tästä sai sellaisen käsityksen, että osa isometrissa esitetystä putkilinjasta olisi tarkoitus säilyttää, vaikka todellisuudessa suunnittelija on tarkoittanut, että kyseinen putkilinja puretaan kokonaan pois. Kuvat olisi pitänyt päivittää ASB-tasoisiksi tai merkitä kyseiset isometrit kokonaan purettaviksi.

Näiden lisäksi vastaan on tullut isometrejä, jotka on suunniteltu poistettavaksi kokonaan tai osittain, mutta näihin isometreihin liittyviä isometrejä ei ole päivitetty. Näihin poistettaviin tai muokattaviin isometreihin liittyviin kuviin olisi esimerkiksi pitänyt lisätä umpilaipat niihin liityntäkohtiin, joista jokin putki on poistettu. Jos näin ei tehdä, niin tulevaisuudessa kun joku katsoo jotain tällaista kuvaa, niin hän saa siitä virheellisen käsityksen. Kuvan mukaan kyseinen putki jatkuisi johonkin, vaikka todellisuudessa se putki mihin sen pitäisi liittyä, on purettu pois. Tämä tulisi ottaa huomioon heti projektin alussa, jotta Layout & Piping -osaston tarvitsemat resurssit saadaan mitoitettua paremmin. Purkuprojekteissa purettaviin putkiin liittyvät isometrit jäävät helposti päivittämättä, jos käytössä olevat tunnit loppuvat kesken. Huomiona liittyen näin laajaan purkuprojektiin voi sanoa sen, että kommunikaatio projektin eri osapuolten välillä on erit-

täin merkittävä osa projektin onnistumisessa aikataulussaan. Tiedon pitää kulkea suunnittelijalta toiselle, ja suunnitteluosastoilta kentälle sekä toisin päin sujuvasti. Lisäksi dokumentaatio työn eri vaiheista on erittäin tärkeää, jotta aina voidaan olla varmoja siitä, mitä on tehty ja miten se on tehty.

Tämä ei ole ensimmäinen projekti, jossa on purettu putkistoja, jotka liittyvät näihin samoihin uuneihin. Edellisen suurseisokin aikana putkia purettiin melkoisen runsas määrä pois tältä samalta alueelta muutaman eri projektin alla. Näiden projektitunnusten avulla löydettiin Kronodocista purkuisometrit kyseisistä putkistoista, mutta näitä isometrejä ei ollut poistettu arkistoista. Tämä hidasti projektin kulkua, sillä oletuksena oli, että nämä putket ovat vielä olemassa, sillä niiden isometrit löytyvät arkistosta. Tämän takia jouduttiin tekemään monta kenttäkäyntiä, joilla tarkistettiin kyseisten putkien tilaa, sillä nämä olivat usein putkia, jotka aikaisemmin liittyivät nyt purettuihin putkiin. Jos kyseiset isometrit olisi poistettu arkistosta, olisi välttytty sekaannuksilta sekä suurelta määrältä turhaa työtä. Insinööriä tehtäessä olen huomannut, että projektityöskentelyn tärkeimpiä asioita ovat dokumentointi, arkistointi sekä kommunikaatio projektin eri osapuolten välillä, joka usein edellyttää myös sujuvaa englannin kielen taitoa. Etenkin näin laajat projektit saatetaan tehdä yhteistyössä jonkin ulkomaalaisen insinööritoimiston kanssa, jolloin sujuvan kommunikaation tärkeys korostuu.

Lähteet

- 1 Neste Engineering Solutions. Verkkoaineisto. Neste Engineering Solutions Oy. <<http://portal.oilinfra.com/FI/toimialat/nestejacobs/Sivut/Default.aspx>>. 30.5.2018. Luettu 20.9.2018.
- 2 Ilvonen, Antti. 2018. Luovutusjärjestelmän työohje. NES Work Instruction WI1249. Yrityksen sisäinen dokumentti. Neste Engineering Solutions Oy.
- 3 Ilvonen, Antti. 2018. Toteutusprojektin luovutus. NES Common Practice CP855. Yrityksen sisäinen dokumentti. Neste Engineering Solutions Oy.
- 4 Simos, Kim. 2018. CR469 Esi- ja perussuunnittelu maakaasuhankkeissa. NES Customer Requirement CR469. Yrityksen sisäinen dokumentti. Neste Engineering Solutions Oy.
- 5 Mickos-Snickars, Tove. 2018. Prosessisuunnittelun suunnitteluprosessi. NES Common Practice CP190. Yrityksen sisäinen dokumentti. Neste Engineering Solutions Oy.
- 6 Salovaara, Tommi. 2018. Lead Design Engineer, Neste Engineering Solutions Oy, Porvoo. Keskustelu 22.10.2018.
- 7 Havisalo, Seppo & Kylmäpuro, Veijo. 2018. PHDM Projektisuunnitelma. Yrityksen sisäinen dokumentti. Neste Engineering Solutions Oy.
- 8 Purkamislupa tai -ilmoitus. 2018. Verkkoaineisto. Porvoon kaupunki. <<https://www.porvoo.fi/purkamislupa-tai-ilmoitus>>. Luettu 6.11.2018.
- 9 Rakennustyön ennakoilmoitus. 2018. Verkkoaineisto. Työsuojeluhallinto. <<https://www.tyosuojelu.fi/tietoa-meista/asiointi/luvat-ja-ilmoitukset/rakennustyon-ennakoilm>>. 9.2.2018. Luettu 6.11.2018.
- 10 Pilaantuneet maa-alueet. 2014. Verkkoaineisto. Ympäristöhallinto. <http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kulutus_ja_tuotanto/Pilaantuneet_maaalueet>. 20.11.2014. Luettu 7.11.2018.
- 11 Lähde, Jari. 2018. Työlupakäytäntö Neste Engineering Solutions rakennustyömailla. NES Work Instruction WI1355. Yrityksen sisäinen dokumentti. Neste Engineering Solutions Oy.
- 12 Koskimäki, Esa. 2008. Putkistojen yleiset turvallisuusohjeet. Neste Oil toimintajärjestelmä OQD-5076. Yrityksen sisäinen dokumentti. Neste Engineering Solutions Oy.

- 13 Järvinen, Jari. 2018. Nostotyöohje. NES Work Instruction WI665. Yrityksen sisäinen dokumentti. Neste Engineering Solutions Oy.
- 14 Purkutyöt. 2018. Verkkoaineisto. Delete Oy. <<https://www.delete.fi/services/purkutyot/>>. Luettu 17.11.2018.
- 15 Asbesti. 2018. Verkkoaineisto. bestLab Oy. <<https://www.bestlab.fi/asbesti/#Terveyshaitat>>. Luettu 17.11.2018.
- 16 Okkonen, Pekka. 2018. Supervisor, Surface Treatment, Neste Engineering Solutions Oy, Porvoo. Sähköpostikeskustelu 23.10.2018.
- 17 Toivonen, Rauno. 2015. Putkistopiirustusten nimeäminen ja sisältö. NES Spesifikaatio H101. Yrityksen sisäinen dokumentti. Neste Engineering Solutions Oy.
- 18 Nesteen vuosikertomus 2017. 2017. Verkkoaineisto. Neste Oyj. <<https://www.neste.com/fi/konserni/vastuullisuus/vastuullisuusraportit>>. Luettu 4.10.2018.
- 19 Henkilöturvallisuus - turvallisesti kotiin joka päivä. 2018. Verkkoaineisto. Neste Oyj. <<https://www.neste.com/fi/konserni/vastuullisuus/turvallisuus>>. Luettu 4.10.2018.
- 20 Alander, Päivi. 2012. Työn riskin arviointi Porvoon jalostamolla. NES Toiminnan kuvaus OQD-3600. Yrityksen sisäinen dokumentti. Neste Engineering Solutions Oy.
- 21 Kavonius-Hietanen, Kirsi. 2018. Construction Risk Analysis. NES Instruction NOQD-230. Yrityksen sisäinen dokumentti. Neste Engineering Solutions Oy.
- 22 Mikä on TTS. 2018. Verkkoaineisto. Neste Oyj. <http://portal.oilinfra.com/sites13/Koulutusmateriaalit/Neste%20Oil%20Document%20Library/Ty%C3%B6lupakoulutus_itseopiskelukurssi/TTS/mika_on_tts.html>. Luettu 20.11.2018.
- 23 Lähde, Jari. 2018. Työtehtävän turvallisuussuunnitelma. NES Common Practice CP271. Yrityksen sisäinen dokumentti. Neste Engineering Solutions Oy.
- 24 Alho-Niemi, Kirsti. 2017. Riskikartoitusraportti PHDM. Yrityksen sisäinen dokumentti. Neste Engineering Solutions Oy.
- 25 Lähde, Jari. 2018. Rakennustyömaan HSE-suunnitelma. NES Common Practice CP971. Yrityksen sisäinen dokumentti. Neste Engineering Solutions Oy.

- 26 Dokumenttienhallinta ja arkistointi. 2018. Verkkoaineisto. Neste Oyj. <<http://portal.oilinfra.com/fi/tyo/palvelut/toimistotyto/dokumenttienhallinta/Sivut/Default.aspx>>. Luettu 9.11.2018.
- 27 Söderling, Stefan. 2018. Putkistomateriaalien dokumenttien käsittely ja arkistointi. NES Work Instruction WI737. Yrityksen sisäinen dokumentti. Neste Engineering Solutions Oy.
- 28 Dokumenttien käsittely ja arkistointi. 2018. NES Work Instruction 738. Yrityksen sisäinen dokumentti. Neste Engineering Solutions Oy.
- 29 Rautiainen, Aimo. 2018. Sähköinen dokumenttienhallinta. NES Toiminnankuvaus OQD-101350. Yrityksen sisäinen dokumentti. Neste Engineering Solutions Oy.
- 30 Väisänen, Marko. 2018. WI1149 3D Modeling and 3D Model Reviews. NES Work Instruction WI1149. Yrityksen sisäinen dokumentti. Neste Engineering Solutions Oy.
- 31 Paulin, Seppo. 2018. SmartPlant 3D Equipment and Piping Moduling Guide. NES Work Instruction WI1119. Yrityksen sisäinen dokumentti. Neste Engineering Solutions Oy.
- 32 Paulin, Seppo. 2018. WI1566 Layout and Piping Engineering General Design Tools. NES Work Instruction WI1566. Yrityksen sisäinen dokumentti. Neste Engineering Solutions Oy.
- 33 Hiltunen, Mervi. 2018. Designer, Neste Engineering Solutions Oy, Porvoo. Sähköpostikeskustelu 11.12.2018.

Tarkistuslista

PIPING DEMOLITION CHECKLIST					
CHECKLIST NAME/NBR:					Revision:
SYSTEM INFORMATION:					
INPUT DATA	REFERENCE		DESCRIPTION	Kyllä / Yes	Ei / No
	BEGINNING OF WORK	Purkukaaviot	Onko purettavat kohteet merkitty PI-kaavioihin?		
	DURING THE WORK	Purkutyön kulku	Onko purkutyö suoritettu kuvien mukaisesti? Onko kaikki purettavaksi merkityt putket purettu?		
OUTPUT DATA	BEGINNING OF WORK	Piirustusluettelo	Työmäärittely, isometriluettelo, plot plan, purkupiirustukset ja -kaaviot.		
		Työmäärittely	Työn koko ja sisältö rajattu.		
		Isometrilista	Purkuisometrit.		
		Purkuisometrit	Jokaiseen isometriin merkitään selkeästi purettava osuus, sekä lisätään asiaa selventäviä kommentteja tarvittaessa. Myös poistettaviin isometreihin liittyvät isometrit täytyy päivittää!		
		Purkutasokuvat	Jokaiseen tasokuvaan merkitään selkeästi purettava osuus, sekä lisätään asiaa selventäviä kommentteja tarvittaessa.		
		Plot plan	Työkohteen ulkorajojen merkitseminen		
	DURING THE WORK	Purettavien putkien massa ja koko	Arvio perustuen isometreihin, laskelmiin, arviointeihin jne. Koot esim. 1" - 12"		
		Purkuisometriin päivitys	Jos kentällä jotain on purettu piirustuksista poikkeavalla tavalla, piirustukset tulee päivittää.		
		Purkutasokuvien päivitys	Jos kentällä jotain on purettu piirustuksista poikkeavalla tavalla, piirustukset tulee päivittää.		
	AFTER THE WORK	Työnkulun dokumentointi	Tarvittavien muistiinpanojen sekä huomautusten ylöskirjaaminen siten, että työtä voisi jatkaa juuri projektiin liittynyt henkilö.		
		Purkuisometriin päivitys	ASB tai DELETED		
		Purkuisometreihin liittyvien isometriin päivitys	Poistettuihin isometreihin liittyvien liityntäkohtien poistaminen yms.		
		3D-mallin päivitys	Purettujen kohteitten poistaminen mallista		
Purkupiirustusten päivitys	ASB tai DELETED				
ADDITIONAL NOTES:					
Different entries to be used:			OK = Checked and working, NC = Not Checked		
Analysis by:				Date:	
Checked by:				Date:	