



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Iiro Littu

Teknisen suunnittelun vaatimukset ja käytännöt voimalaitoksella

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Konetekniikka

Insinöörityö

7.1.2020

Tekijä Otsikko	Iiro Littu Teknisen suunnittelun vaatimukset ja käytännöt voimalaitoksella
Sivumäärä Aika	38 sivua + 2 liitettä 7.1.2020
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Konetekniikka
Ammatillinen pääaine	Koneensuunnittelu
Ohjaajat	Lehtori Pekka Salonen Suunnittelupäällikkö Jari Vehmaa
<p>Tämä insinööri työ tehtiin Helen Oy:lle selkeyttämään voimalaitosten kunnossapitosuunnittelijoiden oleellisia tehtäviä. Työ keskittyi lähinnä mekaanisen puolen suunnitteluun, painotuen Salmisaaren voimalaitokselle.</p> <p>Työhön koottiin vaihe vaiheelta kunnossapitosuunnitteluun liittyviä prosesseja ja kommentoitiin, miten niitä tulisi suorittaa, jotta tekeminen ja lopputulos olisivat halutun kaltaisia.</p> <p>Aiheet järjestettiin lineaarisesti niin, että ne mukailevat työn kulkua. Tämä helpottaa tiedon etsimistä sisällysluettelosta ja tekstistä.</p> <p>Tuloksena oli käsikirjan tyyppinen ohje, josta voi tarvitessaan etsiä tietoa haluamastaan suunnittelun vaiheesta sekä vinkkejä sen tehokkaaseen toteuttamiseen. Työstä on eniten apua uusille suunnittelijoille, mutta se voi toimia muistilistana ja ohjenuorana myös vanhemmille suunnittelijoille.</p>	
Avainsanat	Kunnossapitosuunnittelu, voimalaitos, suunnitteluohje

Author Title	Iiro Littu Requirements and Practices of Technical Design at a Power Plant
Number of Pages Date	38 pages + 2 appendices 7 January 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical Engineering
Professional Major	Machine Design
Instructors	Pekka Salonen, Senior Lecturer Jari Vehmaa, Planning Manager
<p>This Bachelor's thesis was commissioned by Helen Oy. The objective was to examine the requirements and practices of technical design at a power plant, and especially to clarify the essential tasks of maintenance planners. The thesis focused on the area of mechanical design with emphasis on the Salmisaari power plant.</p> <p>A manual was composed by systematically analysing the phases and processes related to maintenance planning and commenting on how to most efficiently carry out those phases to achieve the desired results.</p> <p>All the steps that maintenance planning is composed of were arranged linearly so that it would be easy to follow the structure. Also, finding the matter of interest from the directory and text would be easier this way.</p> <p>As a result, a directive resembling a handbook was created. From this handbook, employees can search for information and tips on how to efficiently carry out the required assignments. The result of the study was mainly targeted at new employees, but the handbook might work as a checklist and guideline for senior planners as well.</p>	
Keywords	Maintenance planning, power plant, planning guideline

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tarve suunnittelulle	1
2.1	Tarpeen tausta	2
2.2	Tarpeen lähde	3
3	Selvitys	3
3.1	Kyselyselvitys	3
3.2	Päätös toteuttamisesta	4
4	Kartoitus	4
4.1	Kohteen sijainti ja sen vaikutus	4
4.2	Kohteeseen tarkempi perehtyminen ja luonnostelu	6
5	Suunnittelun valmistelu	8
5.1	Säädösten huomiointi	8
5.2	Aiemman tiedon kerääminen	9
5.3	Materiaalien kokoaminen	12
6	Suunnittelu	13
6.1	Tekninen piirtäminen	14
6.2	Laskutoimitukset	16
6.3	Säädökset ja niiden noudattaminen	17
6.3.1	SFS-EN 1090	17
6.3.2	Putkiluokat	18
6.3.3	Painelaitteet	19
6.3.4	ATEX	20
6.3.5	Kemikaalit	20

7	Tavaroiden tilaaminen	20
7.1	Olemassa olevan materiaalin hyödyntäminen	21
7.2	Tarjouspyyntö ja tilaaminen	22
7.3	Tavaran vastaanotto	23
8	Arkistointi	24
8.1	AKS-järjestelmä	24
8.2	Piirustusnumerointi	27
8.3	IFS	28
8.4	Meridian	30
9	Työn suorittaminen	32
9.1	Oikeat työskentelymenetelmät	32
9.2	Työhön tarvittavat luvat ja vaatimukset	32
9.3	Työn raportointi	33
10	NDT-tarkastus	33
11	Yhteenveto	34
	Lähteet	36
	Liitteet	
	Liite 1. Ohjeita CADMillin käyttöön	
	Liite 2. SFS-EN 1090-2:2018:n mukaiset vaatimukset toteutusluokille	

Lyhenteet

AKS	<i>Anlagen Kennzeichnungssystem</i> . Saksalaiskehitteinen voimalaitoksen koodausjärjestelmä.
CLP	<i>Classification, Labelling and Packaging</i> . EU-asetus, joka määrittelee ohjeet kemikaalien luokitteluun, merkitsemiseen ja pakkaamiseen.
IFS	<i>Industrial and Financial Systems</i> . Helenillä käytössä oleva projektihallinnan, kunnossapidon ja hankinnan sovellus.
KKS	<i>Kraftwerks Kennzeichen System</i> . AKS-koodiston nykyään korvannut voimalaitoksen koodausjärjestelmä.
NDT	<i>Non-Destructive Testing</i> . Rikkomaton aineenkoetus.
REACH	<i>Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals</i> . EU-asetus, joka käsittelee kemikaalien valmistusta ja vaikutuksia.
SaBA	Salmisaaren B-voimalaitos, A-rappu.
WPS	<i>Welding Procedure Specification</i> . Hitsausohje, jonka mukaan hitsaus ja siihen liittyvät toimenpiteet suoritetaan.

1 Johdanto

Tämä insinööri työ tehtiin Helen Oy:lle. Helen on energia-alan yritys, joka tuottaa sähköä sekä kaukolämpöä ja -jäähdytystä. Helenillä on kolme isoa voimalaitosta Helsingissä: Salmisaari, Hanasaari ja Vuosaari, useampia pieniä lämpökeskuksia ympäri Helsinkiä sekä muutamia jäähdytyslaitoksia. Helenillä on myös osuuksia vesi-, ydin- ja aurinkoenergian tuotannossa. (Helen Oy. Tietoa meistä 2017.)

Insinööri työssä pyrittiin keräämään voimalaitossuunnittelijalle tarpeellisia ohjeita ja toimintamalleja yhteen paikkaan. Ohjeissa otettiin kantaa lukuisiin asioihin, joita kunnossapitosuunnittelijan tulisi ottaa huomioon ja pohdittiin miten niitä kannattaisi soveltaa parhaan mahdollisen lopputuloksen saavuttamiseksi. Ohje tehtiin nimenomaan voimalaitossuunnittelijan näkökulmasta, vaikka Helenillä on paljon muitakin kohteita kuin voimalaitoksia, sekä keskittyen konetekniseen suunnitteluun, johtuen kirjoittajan taustasta.

Mukaan otettiin sopiviin kohtiin esimerkkejä, joilla havainnollistettiin kyseisiä kohtia. Useimmiten tapauksena oli uusi vesityslinja hydrolysaattorien välipainehöyrylinjoista, jonka kirjoittaja suunnitteli aiempaan kesänä.

Täytyy myös muistaa, että paikat, joista tietoa löytyy, voivat muuttua ajan myötä. Näihin kuuluvat intranetissä olevat ohjeet, joihin tässäkin työssä viitataan useaan otteeseen. Ne voivat siirtyä jonnekin muualle, mutta ainakin on tieto, että kyseisenlaisia ohjeita on olemassa.

2 Tarve suunnittelulle

Suunnittelijan työ alkaa siitä, että tulee tarve tai idea, jonka toteuttaminen vaatii suunnittelua. Kyseessä on siis konstruktio, joka ei ole niin yksinkertainen, että sitä voisi alkaa työstämään ilman suunnitelmaa ja mahdollisia piirustuksia sekä teknistä laskentaa.

2.1 Tarpeen tausta

Tarve suunnittelulle voi tulla useasta eri lähteestä, riippuen sekä tarpeen luonteesta että siitä, mikä taho tarpeen on huomannut tai keksinyt.

Yksi syy suunnitteluun on tarve uudelle konstruktiolle johonkin käyttötarkoitukseen. Tämä uusi systeemi voi edesauttaa prosessin tehostamista, tai sitten sille on vain huomattu tarve, joka on aiemmin hoidettu jollain muulla ja kenties tehottomaksi todetulla keinolla. Tällainen tapaus oli eräässä vesityslinjassa, jossa lauhdeveden poisto oli suoritettu käsiventtiiliä käyttäen. Tämä kuitenkin vaati käyttöhenkilökunnan paikan päälle menemistä. Tämän takia lauhteenpoistimen asennus poisti turhan työvaiheen ja paransi työturvallisuutta, kun ei tarvitse olla kuuman lauhdeveden kanssa turhaan tekemisissä.

Toinen syy suunnittelutarpeeseen on vanhan laitteen vikaantuminen, jonka yhteydessä laite todetaan vanhanaikaiseksi tai muuten käyttötarpeeseen sopimattomaksi, niin että sen korjaaminen pelkillä varaosilla ei olisi mielekäästä. On myös mahdollista, että laite joudutaan vaihtamaan sen takia, että varaosia ei ole yksinkertaisesti saatavilla enää mistään. Tässä tapauksessa toiminto tulee korvata uudella systeemillä, joka olisi mahdollisimman hyvin käyttötarkoitukseen sopiva.

Yksi tärkeä syy suunnittelun tarpeeseen on jokin uusi voimaan tullut säädös, joka vaatii energiantuotannolta hankintoja ja prosessin muuttamista. Tällaiset muutokset on pakko tehdä tavalla tai toisella hankaluudesta huolimatta, mikäli kyseessä on lakimuutos tai vastaava sitova taho. Ajankohtainen esimerkki on koko ajan kiristyvät päästövaatimukset, joiden takia voimalaitoksille on hankittu katalyysaattoreita ja siten päästöjä on pystytty vähentämään (Rynö 2015). Tulevaisuudessa kivihiilen polttamisen lopettaminen hallituksen esityksen (200/2018) mukaisesti tulee olemaan perustavanlaatuisen esimerkki tästä.

Suunnittelijan tulisi itsekkin huomioida ympäristöään ja mahdollisia kehityskohteita eikä vain odotella, että työpöydälle ilmaantuu jotain tehtävää.

2.2 Tarpeen lähde

Tahoja, joilta tarve suunnitteluun voi tulla, on monia. Usein kyseessä on henkilökunnan havaitsema kehityksen kohde. Käyttö- tai kunnossapitohenkilöstö on saattanut havaita jossain prosessissa tai työvaiheessa parantamisen varaa ja esittänyt tästä idean eteenpäin. Toimenpiteitä voidaan asian kiireellisyyden huomioon ottaen joko suunnitella vuosi- tai vuosien yhteistyössä tehtäviksi tai erikoistapauksessa mahdollisimman nopeasti suoritettavaksi.

Toinen mahdollinen lähde suunnittelulle on työturvallisuuteen liittyvät havainnot. Mikäli turvallisuuskierroksella havaitaan puutteita tai joku henkilökunnan jäsen tekee turvallisuushavainnon, on asiat saatettava siihen kuntoon, että työskentely on kaikille turvallista. Usein turvallisuuteen liittyvät havainnot saadaan korjattua kevyellä suunnittelulla, mutta joskus ne vaativat perusteellisempaa suunnittelua.

Kuten edellisessä luvussa on mainittu, voi tarve suunnitteluun tulla myös ulkopuoliselta taholta, mikäli syynä on säädösten muuttuminen tai tiukentuminen.

3 Selvitys

Ennen kuin aletaan käyttämään resursseja suunnitteluun tai sen valmisteluun, on syytä selvittää, onko idea toteuttamisen arvoinen ja kannattaako siihen käyttää aikaa ja varoja.

3.1 Kyselyselvitys

Hyvä keino selvittää idean toteutuskelpoisuutta on tiedustella mielipidettä ja toteutustapaa kokeneemmilta työntekijöiltä. Henkilöitä, joiden puoleen kannattaa kääntyä ovat ainakin: vanhemmat suunnittelijat, kunnossapidon mestarit, vuoromestari sekä käytön asiantuntijat. Nämä henkilöt tietävät hyvin, mitä voimallaitoksella tapahtuu, ja osaavat todennäköisesti jo kokemuspohjalta sanoa, kuulostaako idea järkevältä. Heillä saattaa myös olla ideoita, joita ei itse välttämättä tulisi ajatelleeksi.

3.2 Päätös toteuttamisesta

Tässä vaiheessa pitää punnita, onko idea järkevää toteuttaa alustavan selvityksen perusteella ja onko sen hinta-hyötysuhde riittävä. Jos taas kyseessä on määräys, se on toteutettava taloudellisesta hyödystä riippumatta. Mikäli kyseessä on pakollinen määräys, kannattaa miettiä, miten sen voisi toteuttaa kaikkein järkevimmin.

Päätös toteuttamisesta voidaan pyytää hierarkiaa pitkin kysymällä omalta esimieheltä, joka tarvittaessa kysyy asiaa ylempää jne. Usein kuitenkin työn tullessa suunnittelijalle astin se on jo päätetty toteuttaa, eikä hyväksynnän hankkiminen ole varsinaisesti suunnittelijan tehtävä. Kannattaa kuitenkin tarkastella kaikkea aina kriittisesti ja tuoda omaa näkemystä mukaan, mikäli näkee kehittämisen varaa.

Yksi paikka, missä asioita voidaan ottaa esille ja tiedustella yleistä mielipidettä sekä mahdollisesti saada päätös hyväksynnästä, on viikoittaiset kunnossapitopalaverit, joita ainakin voimalaitoksilla järjestetään.

4 Kartoitus

Kun suunnittelu on päätetty aloittaa, eli suunnittelun kohde on koettu tarpeelliseksi, kannattaa alkaa kartoittamaan, mitä kaikkea suunnittelussa tullaan tarvitsemaan ja mitä kaikkea pitää ottaa huomioon. Kyseessä olevien konstruktioiden koko tai niiden lukumäärä kannattaa ottaa huomioon ja miettiä, paljonko resursseja siihen tullaan tarvitsemaan. Näitä voivat olla: työntekijöiden määrä, materiaalin varastointiin vaadittava tila, kuljetukset, vaikutus laitoksella kulkemiseen jne.

4.1 Kohteen sijainti ja sen vaikutus

Kohteen sijainti on oleellinen tieto suunnittelua aloittaessa, sillä se vaikuttaa moneen asiaan heti alusta alkaen. Kun sijainti on tiedossa, parhaiten tietoa saa konsultoimalla henkilöä, joka on vastuussa kyseisen alueen kunnossapitosuunnittelusta. Laitoksen

blokkeja on jaoteltu hieman eri henkilöille, eli jos kohde sijaitsee vaikka rikinpoistolaitoksella kannattaa kysyä henkilöltä, jonka vastuualuetta se on. Sijainti määrittää osaltaan mitä kaikkia määräyksiä pitää ottaa huomioon jo pelkkien olosuhteiden puolesta.

Mikäli kohteessa liikutaan usein, on kantavien teräsrakenteiden standardin SFS-EN 1090 mukainen seuraamusluokka valittava tiukemmaksi. Seuraamusluokan määrittely ohjeistetaan standardissa SFS-EN 1990. (SFS-EN 1990 2006: 136.)

Räjähdyksvaarallisiksi luokitelluissa tiloissa täytyy ottaa huomioon ATEX-säädökset (ATEX Räjähdyksvaarallisten tilojen turvallisuus 2015). Kuvassa 1 ATEX-varoituskyltti.



Kuva 1. ATEX-varoituskyltti

Ulkoilmaan tulevissa rakenteissa on otettava huomioon sään vaikutukset, kuten tuuli, sade ja lumi (SFS-EN 1090-2:2018).

Materiaalien valinnassa kohteen sijainnilla on myös suuri merkitys. Kaikki materiaalit eivät välttämättä kestä vallitsevia olosuhteita. Tällöin on valittava paikkaan sopivia materiaaleja, kuten kuumalujaa terästä, ruostumatonta tai haponkestävää terästä tai mahdollisesti sopivia pinnoitteita.

Ensin pitää määrittää mitä materiaalilta vaaditaan, seuraavaksi tarkastellaan sopivia materiaaleja, kolmanneksi rajataan näistä parhaat, viimeisenä tarkistetaan mikä näistä sopii parhaiten kyseiseen käyttötarkoitukseen (Airila ym. 2010: 100).

Jos on tarvetta käyttää erikoismateriaaleja, pitää ottaa huomioon myös niiden hinta sekä mahdollisesti vaikea saatavuus sekä pitkät toimitusajat. Ei siis kannata suunnitella käytettäväksi todella erikoisia materiaaleja, ellei ole pakko. Tämä koskee myös laitevalintoja. Kannattaa välttää harvinaisia ja vaikeasti saatavia laitteita. Näiden varaosat ovat myös todennäköisesti vaikeasti saatavia.

4.2 Kohteeseen tarkempi perehtyminen ja luonnostelu

Mikäli mahdollista, kannattaa kohteessa käydä aina paikalla katsomassa, miltä se näyttää. Mahdolliset valokuvat saattavat vääristää paljonkin, ja tila on helpompi hahmottaa, kun siellä käy itse.

Kamera on syytä ottaa aina mukaan, sillä omia valokuvia kannattaa ottaa mahdollisimman paljon, mieluummin liikaa kuin liian vähän. Kameralla voi olla kätevämpi dokumentoida kuin piirtämällä. Ottamalla kuvan mittanauhasta kohteessa, kuten kuvassa 2, näkee heti, mikä kohta on kyseessä, ja saa hyvän arvion mitasta.



Kuva 2. Mittanauhan käyttäminen kohdetta kartoitettaessa

Tarkkoihin mittoihin tämä tyyli ei ole kaikkein paras. Myös yleiskuvia paikasta ja tilasta kannattaa ottaa. Usein ensimmäistä kertaa paikalla käydessä ei tule ajatelleeksi kaikkea, joten kuvista on helppo katsoa omalla työpisteelläkin jotain, mikä tulee vasta myöhemmin mieleen. Tämä korostuu erityisesti, jos kohteeseen on hankala kulkea.

Paikalla kannattaa kuvien lisäksi tehdä luonnoksia siitä, miltä konstruktio voisi näyttää, sillä siellä on vielä helppo mitailla, sopiiko jokin asia mahdollisesti johonkin väliin. Tämän takia kohteeseen mennessä kannattaa ottaa mukaan kynä, piirustuslasi ja lisäksi ruutupaperia sekä isometripaperia.

Helenillä on käytössä AutoCAD 2D-piirtämisohjelma. Jos luonnokset tekee huolella, voi joskus pienemmissä konstruktioissa käsin piirretty luonnos olla riittävä. Lopputulos ei nimittäin erityisen paljon eroa CAD-ohjelmalla tehdystä piirustuksesta. Tätä ei tietenkään kovin tärkeissä kohteissa voi suositella, sillä käsin piirrettyä kuvaa on vaikea muuttaa.

Riippuen kohteesta, kuvaan tarvitsee myös mm. painelaitekortin ja muita lisämerkintöjä, joista on annettu esimerkkejä liitteessä 1 sekä mahdollisesti lisädokumentteja kuten painelaitteen saumaluettelo.

Luonnosten huolellinen tekeminen ja tarvittavien tietojen ylös kirjaaminen on syytä tehdä todella huolellisesti ja siististi, mikäli on mahdollista, että tekijä vaihtuu kesken suunnittelun, ettei seuraavan tarvitse ryhtyä arvailemaan, mitä missäkin kohdassa on haettu.

5 Suunnittelun valmistelu

Kun kartoitus on tehty ja tiedetään tarkasti, mitä ollaan suunnittelemassa, on aika valmistautua siihen. Tässä vaiheessa siis kerätään aineisto, mitä suunnittelussa voitaisiin tarvita.

5.1 Säädösten huomiointi

Suunnittelu on hyvin pitkälti säännösten sanelemaa. EU:n asetukset ja maiden lait ovat ehdottomia, ja niitä on aina noudatettava sellaisenaan.

Direktiivit, asetukset ja päätökset laaditaan kansainvälisellä tasolla, Suomen tapauksessa EU:ssa. EU:n säätämät asetukset tulevat sellaisenaan voimaan, ja päätökset koskevat niitä, joille ne on osoitettu. Lait taas ovat maiden itse säätämiä, direktiivien antamien ohjenuorien mukaisesti. Nykyaikaiset direktiivit viittaavat usein standardeihin, sillä itse direktiiveihin ei ole koottu kovin paljoa teknisiä yksityiskohtia, vaan ne selitetään standardeissa. Näin ollen standardeja seuraamalla on helppo noudattaa varmasti direktiivejä. Standardit eivät kuitenkaan ole sitovia, eli niitä ei ole pakko noudattaa, mutta tässä tapauksessa on varmistuttava muutoin, että direktiiviä silti noudatetaan. On myös olemassa vanhoja direktiivejä, joissa on paljon teknisiä yksityiskohtia, mutta tällaisia ei enää nykyään laadita. (Standardien suhde direktiiveihin ja muihin asiakirjoihin.)

Standardit ovat vakiintuneita käytäntöjä ja suosituksia, joita kannattaa noudattaa, sillä se helpottaa kaikkien asiaan liittyvien työskentelyä. Standardista on siis mahdollista poiketa, mutta se on harvoin suositeltavaa. Säädökset ulottuvat hyvin monelle alalle ja usein

niistä joudutaan noudattamaan useampaa kerralla riippuen siitä, mitä suunnitellaan. Seuraavaksi on lueteltu voimalaitossuunnittelijan useimmin kohtaamia säädöksiä.

Mikäli putkistossa tai laitteessa on ylipainetta, yli 0,5 bar, se luokitellaan painelaitteeksi ja siihen on sovellettava painelaitemääräyksiä (Painelaitelaki 2016).

Mikäli suunnittelussa ollaan tekemisissä haitallisiksi määriteltujen kemikaalien kanssa, on otettava huomioon niihin liittyvät säädökset (Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset 2017).

Kantaviin rakenteisiin on nykyään sovellettava standardia SFS-EN ISO 1090. Kyseinen standardi määrittelee yksityiskohtaisesti mitä kaikkea rakenteiden suunnittelussa on huomioitava. Standardin vaatimuksia noudatetaan neljän mahdollisen eri toteutusluokan EXC mukaan, jotka määrittelevät, kuinka tarkasti suunnittelu on suoritettava. (SFS-EN 1090-2: 2018.)

Voimalaitossuunnittelussa suuressa osassa on putkistosuunnittelu. Putkistoja suunniteltaessa tulee noudattaa putkiluokkastandardeja. PSK Standardit on koonnut putkistoille putkiluokkastandardeja. (PSK 42-.)

5.2 Aiemman tiedon kerääminen

Helenillä on käytössä sähköinen arkistointiohjelma nimeltä Meridian. Meridianista löytyy suurin osa olemassa olevista dokumenteista, poikkeuksena vanhat paperidokumentit ja mikrofilmit ajalta ennen sähköisiä järjestelmiä, joita ei ole ikinä sinne ladattu.

Meridianin hakemisto perustuu Helenillä käytössä olevaan AKS-koodausjärjestelmään (Anlagen Kennzeichnungssystem), josta kerrotaan enemmän myöhemmässä vaiheessa tätä ohjetta. Dokumentteja voi myös hakea piirustusnumeron perusteella tai muilla tunisteilla.

Meridianin hakemiston käyttäminen vaatii muutaman askeleen: ensiksi, vasemman yläkulman kassakaappi-ikonista pitää valita minkä arkiston dokumentteja haluaa selata. Mikäli kassakaappi-ikonin viereen ilmestyy avaimen kuva, ei käyttäjällä ole käyttöoikeutta

kyseiseen arkistoon, ja sitä pitää anoa. Hyväksyntä käyttöoikeuksiin varmistetaan esimieheltä, minkä jälkeen käyttöoikeudet vahvistetaan. Sen jälkeen hakemistoja voi joko avata vasemmanpuoleisesta pluspainikkeesta tai käyttää hakutoimintoa. Kuvassa 3 näkyvät nämä toiminnot.

HelenVoima Pääalue - BlueCielo Meridian Enterprise 2013S1 PowerUser

Tiedostoarkisto Muokkaa Näytä Kansio Työkalut Ohje

Etsi Tekstin ominaisuudet

Resurssienhallinta Nyt kohdassa Pääalue

Nimi	Otsikko / Nimitys	Nimitys 1	Laji	Laatija	Revisionumero	Muokkausaika
HelenVoima/Pääalue						
Asiakirjat						17.1.2003 11.23.51
Piir						17.1.2003 11.23.51
ESL						25.2.2016 12.42.36
ETA						15.10.2019 12.02.39
KIA						1.8.2017 8.09.23
RHA						26.1.2017 9.28.42
RKE						27.1.2003 16.01.43
RSA						23.1.2003 16.13.20
RVU						23.1.2003 15.15.17
SKJ						22.1.2003 15.35.14
SuA						5.2.2019 13.07.41
VAH						14.7.2015 14.00.08
VED						23.5.2007 17.36.57
VHA						22.10.2010 11.15.35
VKE						27.1.2003 16.10.57
VKI						23.1.2003 15.29.38
VKL						14.8.2008 10.40.44
VMA						21.11.2007 18.45.20
VSA						18.8.2010 15.21.08
-						23.1.2003 11.15.46
-						11.9.2007 17.09.57
0						23.1.2003 11.15.46
20						23.1.2003 11.22.48
22						23.1.2003 11.23.12
23						23.1.2003 11.23.43
24						23.1.2003 11.27.07
25						23.1.2003 11.30.33
27						23.1.2003 11.36.08
28						23.1.2003 11.36.43
29						23.1.2003 11.37.30
30						23.1.2003 11.38.05
31						23.1.2003 11.38.38
32						23.1.2003 11.38.53
33						23.1.2003 11.58.22
34						23.1.2003 11.58.53
35						23.1.2003 12.02.25
36						23.1.2003 12.02.29
37						23.1.2003 12.02.34
38						23.1.2003 12.04.57
39						23.1.2003 12.07.14
41						23.1.2003 12.09.41
A						23.1.2003 12.09.47
VSA0-41A-000...	PUTKISTOPÄÄKAA...		PÄÄKAAVIO		AE	6.6.2019 16.02.45
VSA0-41A-000...	PAINELMAKESKUK...	Korvattu VSA0-41A...	PI-KAAVIO		J	11.6.2013 7.04.11

Kuva 3. Arkistointiohjelma Meridianin aloitusnäky

Hakua käyttäessä pitää hakupalkin vasemmanpuoleisesta alavetovalikosta valita, millä kriteereillä haluaa etsiä dokumentteja. Näistä valinnoista ”Tekstin ominaisuudet” on yleensä toimiva, jos ei tiedä parempaa vaihtoehtoa.

Meridianissa jotkin toiminnot, kuten esikatselija eivät toimi aivan oikein, ja se vaatii hieman kikkoja käyttäjältä. Toinen on, että PDF tiedostoja ei voi avata suoraan Meridianista, vaan ne pitää ensin kopioida, vaikka työpöydälle, ja sitten avata.

Toinen ohjelma, josta löytyy tietoa, on IFS, joka on projektihallinnan, kunnossapidon ja hankinnan sovellus (Käsikirja. ICT-asiat. IFS. 2019). Kuvassa 4 on IFS:n logo. IFS:stä kannattaa etsiä ainakin asiaan liittyvät työtilaukset ja -pyynnöt sekä aktiivisista työtilauksista ja -pyynnöistä, että työtilaushistoriasta. Laitteiden tietoja ja niihin mahdollisesti liittyviä piirustuksia voi etsiä laiterekisteristä laitenavigaattorin avulla. Jos jostain laitteesta on puutteelliset tiedot, tulisi niitä aina täydentää, kun sellaisia huomaa, ettei asia jää tekemättä uudestaan.



Kuva 4. IFS:n logo

IFS:llä on ikävä taipumus siihen, että se näyttää lisättyjä liitetiedostoja ainoastaan, kun täsmälleen oikeat välilehdet ovat valittuina. Liitteitä saattaa siis hyvinkin olla lisättyinä sinne, vaikka nopealla vilkaisulla voisi vaikuttaa, ettei niitä olisi.

Joitain tietokantoja on koottu Helenin intranettiin. Sieltä löytyy muun muassa paljon erilaisia sähköisiin järjestelmiin liittyviä ohjeita, mutta myös muita tärkeitä arkistoja. Erilaisia teknisiä raportteja kuten NDT-raportteja eli rikkomattoman aineenkoetuksen raportteja löytyy intran polusta:

Etusivu > Työtilat > Tuotanto ja omaisuus > Tekniset raportit ja tilastot.

Joitain dokumentteja ei löydy sähköisistä arkistoista lainkaan. Paperiarkistoja on ainakin Salmisaarella useita. Muutamia paikkoja, mistä kannattaa lähteä etsimään, ovat:

- B-laitoksen A-rapun 9. kerroksen arkisto
- suunnittelijoiden toimistot 9., 10. ja 11. kerroksessa
- prosessiasiantuntijoiden toimistot 6. kerroksessa
- käytön asiantuntijoiden toimistot 5. kerroksessa
- painelaittearkisto Hanasaaren konepajarakennuksessa.

Mikäli jotain kuvaa, piirustusta, manuaalia tms. ei löydy sähköisistä arkistoista, tai niihin löytyy vain viittaus, on mahdollista, että ne ovat olemassa vain mikrofilmillä. Mikrofilmejä on arkistoitu sekä SaBAn eli Salmisaaren B-laitoksen A-rapun 11. kerrokseen että SaAC:n 2. kerrokseen. SaAC:stä löytyy välineet mikrofilmien lukemiseen sekä sähköiseen muotoon muuntamiseen. Arkistonhoitaja auttaa tarvittaessa näiden välineiden käytössä.

Mikäli asiakirjan etsiminen aiheuttaa hankaluuksia, kannattaa ottaa yhteyttä johonkuhun ”järjestelmät ja dokumentointi” -ryhmään kuuluvaan.

Laitoksella kannattaa aina käydä myös prosessitiloissa katselemassa, millä tavalla jotain konstruktioita on aikaisemmin tehty. Tällä tavalla saa suuntaa omille suunnitelmille. Aikaisempia konstruktioita kannattaa myös tutkailla sillä silmällä, että mikäli mahdollista, kannattaa tilata samanlaisia osia kuin aiemmin on käytetty. Näin varaosia on aina helpommin saatavilla eikä niitä tarvitse olla niin paljon erilaisia.

5.3 Materiaalien kokoaminen

Kirjallista materiaalia kannattaa koota jo ennen suunnittelua siinä määrin, kuin olettaa tarvitsevänsä. Aiheeseen liittyviä kirjoja, kuten oppikirjoja, kaavastoja ja ohjeita jne. kannattaa hankkia omaan käyttöön. Standardeja tulee mitä todennäköisemmin tarvitsemaan kaikessa suunnittelussa.

PSK standardeista löytyy useita voimalaitossuunnitteluun tarvittavia standardeja. PSK Standardisointi on yksikkö, joka on koonnut yhteen teollisuudessa tarvittavia standardeja (PSK Standardisointi).

Toinen paikka mistä löytyy Suomessa käytössä olevia standardeja, on standardisoinnin keskusjärjestö SFS ja sen verkkosivut.

Kansainvälisessä standardisointijärjestössä ISOssa sekä eurooppalaisessa CENissä Suomea edustaa SFS (Standardien laadinta).

Helenillä on käytössä lukuoikeudet SFS online-verkkostandardipalveluun. Polku sinne löytyy intranetistä:

*Kotisivu > Käsikirja > Tiedonhankinta > Standardit ja Verkkokansiot > SFS
onlinen hyperlinkki.*

Mikäli tarvittavaan standardiin ei ole lukuoikeutta, sitä voi pyytää hankittavaksi tietopalveluista.

6 Suunnittelu

Aiemmin tässä tekstissä on painotettu säädösten noudattamisen tärkeyttä ja järkevyyttä. Niitä onkin syytä aina noudattaa, mutta syy miksi suunnittelijoita silti tarvitaan on, että usein mitä tahansa suunnitellessa tulee vastaan tilanteita, joissa vastausta ei voi katsoa suoraan ohjeesta. Näissä tilanteissa suunnittelijan on käytettävä omaa järkeä ja päätösvaltaa ja tehtävä päätöksiä itse. Suunnittelijan ehdottoman tärkeä tehtävä on myös päättellä ja päättää, mitä säädöksiä kulloinkin pitää noudattaa. Esimerkiksi SFS-EN 1090 rautarakennestandardia noudatetaan silloin, kun kyse on kantavista rakenteista. Suunnittelijan vastuulle jää siis päättää, mitkä rakenteet määritellään kantaviksi. Aina tämä ei ole aivan yksinkertaista.

Suunnittelu on tärkeää suorittaa niin, että työn tekijälle jää mahdollisimman vähän arvailtavaa ja että esivalmisteita ja muita ennakoivia töitä olisi mahdollista tehdä jo hyvissä

ajoin. Tämä tarkoittaa sitä, että piirustusten tulisi olla yksioikoisia ja helposti tulkittavissa. Työn tekijän tehtävä ei ole alkaa työmaalla selvittää suunnittelijan huomioimatta jättämiä asioita. Pitää yrittää välttää sellaisia merkintöjä, kuten ”tarkistetaan paikan päällä” tai vastaavia, mikäli suinkin mahdollista. Aina kaikkea ei voi suunnitella aivan loppuun asti, ja siinä tapauksessa toki myös työn suorittajan ammattitaito tulee tarpeeseen.

Yksi erittäin tärkeä asia, joka kannattaa huomioida jo heti suunnittelun alkaessa, on muun kuin oman alan suunnittelun huomioon ottaminen. Jos siis itse tekee ainoastaan mekaanisen puolen suunnittelua, kannattaa ehdottomasti ottaa yhteyttä jo heti alussa sähkö- ja automaatio-suunnitteluun sekä prosessisuunnitteluun ja kaikkiin muihin asioihin liittyviin. Näin on mahdollista yhdessä sopia toimintatavat, jotka helpottavat kaikkien työtä. Kannattaa myös yrittää miettiä suunniteltavan asian käyttötarkoitusta ja sovittaa suunnittelua mahdollisimman hyvin sitä tukevaksi.

6.1 Tekninen piirtäminen

Helenillä tekniseen piirtämiseen käytetään AutoCAD 2016-ohjelmaa, jossa on lisänä tarpeen mukaan CADMill mechanic tai -process-lisäosa. CADMill on suomalaisten kehittämä lisäosa, josta löytyy suomalaisten standardien mukaisia ja yleisimpien valmistajien tuotteita vastaavia osia luetteloista. (CADMill Mechanic -mekaniikka- ja laitossuunnittelu 2016)

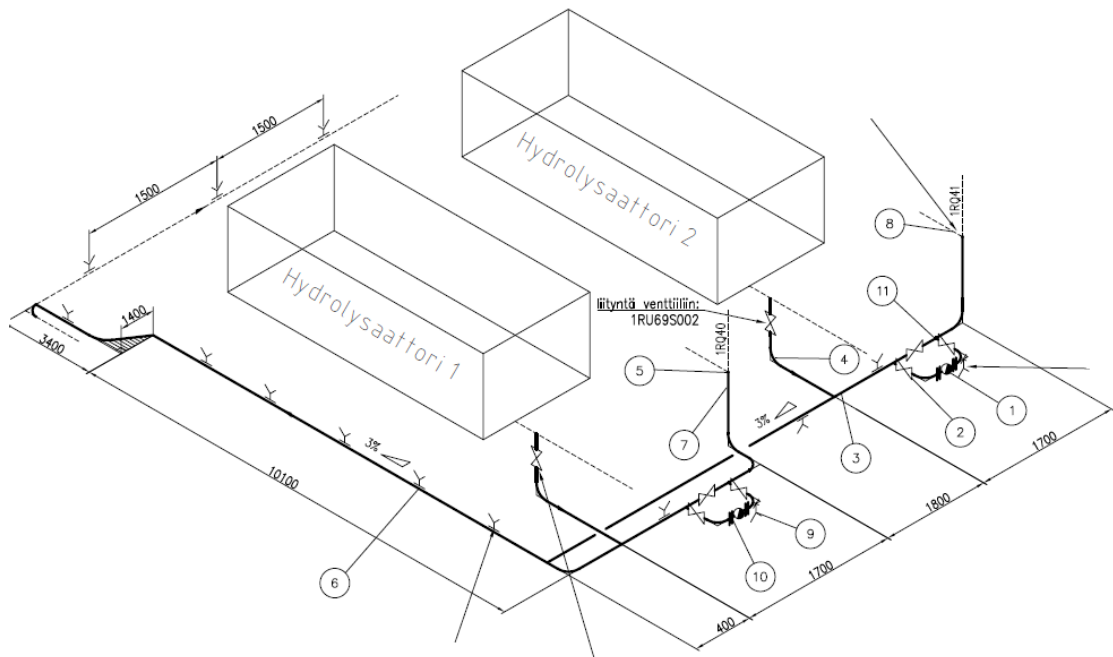
Koska CADMill on melko vähän käytetty ja suomalaisten tekemä, siihen löytyy todella heikosti ohjeita internetistä. Jos ongelma on niin sanotusti AutoCADin puolella, apua löytyy kyllä vaikka miten paljon, mutta CADMillin puolella joutuu turvautumaan yritykseen ja erehdykseen tai kollegoiden apuun. Tämän työn liitteeksi 1 on koottu muutamia ohjeita, joista voi olla apua CADMillin käytön aloittamisessa.

Tekniseen piirtämiseen kuuluvat ainakin seuraavat vaiheet:

- valitaan tiedostopohja, joka koneteknisessä suunnittelussa on steel.iso
- valitaan piirustusohja, sen mukaan minkä kokoinen arkki halutaan ja millä skaalalla piirustus tehdään
- tehdään itse piirustus
- arkille lisätään tietoja, joihin kuuluu ainakin osaluettelo sekä
 - painelaittekortti
 - putkiluokka
 - hitsausohje
 - aineodistusvaatimukset
 - viittaukset muihin piirustuksiin.

Liitteessä 1 on esimerkkejä näistä.

Jos kyseessä on putkistoisometri eli niin sanottu ”matokuva”, ei skaalalla ole niin suurta merkitystä. Tämä johtuu siitä, että putkistoisometrejä ei piirretä usein muutenkaan oikeaan mittakaavaan. Putkistoisometreissä voidaan hieman oikaista joissain kohdissa, kuten suorissa osuuksissa. Pitkät suorat osuudet voidaan piirtää melko lyhyiksi, sillä tällä välillä ei tapahdu mitään erityistä. Kuvassa 5 on esitetty isometripiirustus vesityslinjasta.



Kuva 5. Isometripiirustus vesityslinjasta

Mikäli kyseessä on painelaite tai paineellinen putkilinja, on piirustukseen merkittävä kaikki hitsisaumat. Nämä pitää myös merkitä Exceliin tehtyyn saumaluetteloon, jota hitsarit täyttävät työn suorituksen ohessa. Saumaluetteloon on olemassa valmis pohja, jonka käytöstä kerrotaan painelaiteosiossa.

Mikäli suunnitellaan uusia laitteita tai linjoja, ne pitää myös lisätä alueen PI-kaavioihin, kun muut piirustukset ovat valmiina. Laitteille ja linjoille on aina annettava oikeanlaiset nimet AKS-koodiston mukaisesti sekä lisättävä nämä tiedot PI-kaavioihin.

6.2 Laskutoimitukset

Mikäli suunnitellessa joutuu laskemaan, voi apua joutua hakemaan kaavastoista ja opikirjoista. Helenillä, silloisella Helsingin Energialla, on tehty vuonna 2001 suunniteluohje, joka keskittyy lähes pelkkään konetekniseen laskemiseen. Siinä käsitellään hoitotasojen, nostinten ja putkistojen laskemiseen liittyviä asioita. Laskukaavoissa ei siinänsä ole mitään vikaa, mutta lähes kaikki viittaukset säädöksiin ovat vanhentuneet.

(Nevalainen 2001.) Usein standardeista löytyy myös riittävät laskukaavat kulloinkin kyseessä olevan asian suunnitteluun.

Helenillä ei ole käytössä varsinaisia teknisen laskennan ohjelmia. Monimutkaiset ja vaativimmat laskut tilataan ulkopuolisilta toimittajilta. Joissain tietyissä tapauksissa voi käyttää AutoCADin sisäänrakennettua laskuria. Esimerkiksi palkin taipumia voi laskea tällä työkalulla.

6.3 Säädökset ja niiden noudattaminen

6.3.1 SFS-EN 1090

SFS-EN 1090 kantavien teräsrakenteiden standardissa toteutusluokka jää aina viime kädessä suunnittelijan päätettäväksi. Mikäli mitään toteutusluokkaa ei valita, käytetään luokkaa EXC 2 (SFS-EN 1090-2:2018). Toteutusluokan EXC valintaan standardissa vaikuttaa pääasiassa muutama asia:

- Seuraamusluokka CC, valitaan 1, 2 tai 3 sen mukaan miten tuhoisia seuraukset rakenteen rikkoutuessa olisivat ihmishenkien, taloudellisten, sosiaalisten tai ympäristövahinkojen kannalta. 1 tarkoittaa vähäisiä seuraamuksia ja 3 suuria. (SFS-EN 1990 2006: 136.)
- Kuormituksen tyyppi, joka määritellään joko staattiseksi tai kvasistaattiseksi tai matalan seismisen aktiviteetin alueeksi tai sitten väsyttäväksi tai korkean seismisen aktiviteetin alueeksi (SFS-EN 1993-1-1/A1: 10). Väsyttäviä kuormia voivat aiheuttaa monet asiat, kuten tuulesta, väkijoukosta tai pyörivästä laitteesta aiheutuvat värähtelyt.
- Jos luokaksi valikoituu EXC1, se nousee luokkaan EXC2 seuraavissa tapauksissa: S355 tai lujemmasta teräksestä valmistetut hitsatut, rakenteen kannalta tärkeät hitsatut, valmistuksen aikana kuumamuovatut tai lämpökäsitellyt kokoonpanot sekä pyöreistä rakenneputkista valmistetut ristikkokoonpanot, joissa putken päätyjä on leikattu erityiseen muotoon. (SFS-EN 1993-1-1/A1:10.)

Aikaisemmin käytössä oli erilaisia käyttöluokkia SC sekä tuotantoluokkia PC, mutta näistä on luovuttu painoksessa SFS-EN 1090-2:2018, joka korvaa standardin SFS-EN 1090-2 + A1:2012.

Kuvassa 6 on esitetty taulukko, josta katsotaan suositus toteutusluokasta, kun aiemmin mainitut arvot on päätetty tai päätelty.

Taulukko C.1 Toteutusluokan valinta (EXC)

Luotettavuusluokka (RC) tai Seuraamusluokka (CC)	Kuormituksen tyyppi	
	Staattinen, kvasi-staattinen tai seisminen DCL ^{a)}	Väsyttävä ^{b)} tai seisminen DCM tai DCH ^{a)}
RC3 tai CC3	EXC3 ^{c)}	EXC3 ^{c)}
RC2 tai CC2	EXC2	EXC3
RC1 tai CC1	EXC1	EXC2
<p>a) Seismiset sitkeysluokat määritellään standardissa EN 1998-1: Matala = DCL; Keskimääräinen = DCM; Korkea = DCH.</p> <p>b) Ks. standardi EN 1993-1-9.</p> <p>c) Toteutusluokka EXC4 voidaan esittää rakenteille, joiden rakenteellinen vaurio voi aiheuttaa äärimmäiset seuraamukset.</p>		

Kuva 6. Kuvakaappaus standardin SFS-EN 1993 liite C:stä, jossa neuvotaan kantavien teräsrakenteiden toteutusluokan valinnassa.

Voimalaitossuunnittelussa mekaanisen puolen kantavien rakenteiden kunnossapitotöiden luokka on yleensä EXC2 tai EXC3 (Suunnittelu, teräsrakennetyöt, kantavat rakenteet 2014).

Toteutusluokan valinta vaikuttaa suunnittelussa ja valmistuksessa moneen vaatimukseen, kuten liitteessä 2 on esitetty. Toteutusluokka voi vaihdella kokoonpano- ja kiinnityskohtaisesti ja onkin yleensä tarkoitettu valittavaksi tarkoituksenmukaisesti kulloinkin kyseessä oleviin kohtiin. Jos kokoonpano on siis mahdollista valmistaa ilman hitsaamista tai pienemmän lujuuden omaavasta materiaalista ja sen sijainti on etäinen, kannattaa valita pienin toteutusluokka, sillä tällä säästää paljon vaivaa. Toteutusluokka vaikuttaa ainakin: laatuasiakirjoihin, aineistodistuksiin, jäljitettävyyteen, merkintöihin, toleransseihin, pinnanlaatuihin, hitsaukseen sekä moneen työstömenetelmään, jolloin menetelmäkohtaiset vaatimukset on otettava huomioon. (SFS-EN 1090-2:2018.)

6.3.2 Putkiluokat

Putkistoja suunniteltaessa tärkeässä roolissa ovat putkiluokat. PSK Standardit on laatinut putkiluokkastandardeja, joiden jaottelu perustuu putken materiaaliin, putkessa virtaavan aineen paineeseen ja putken valmistustapaan sekä käyttökohteen olosuhteisiin. Luokista tulee aina valita nimellispainetta seuraava korkeampi luokka. Jos nimellispaine on 17 bar, valitaan putkiluokka E25. (PSK 4201 2017) Putkiluokissa on kerrottu mitä komponentteja putkessa on käytettävä ja mikä niiden tarkka koko ja materiaali on oltava.

Usein tavarantoimittajien sivuilla komponentit on jaoteltu tämän tyylin mukaan, joten putkiluokkastandardi kannattaa olla mukana tilausta tehdessä. Putkiluokista löytyy myös suuntaa antava hitsausohje. Kuitenkin useissa kohteissa, kuten paineellisissa linjoissa hitsaus suoritetaan hitsausohjeen WPS mukaan.

PSK Standardeista löytyy myös paljon muitakin aiheita, kuten putkiston kannakoinnin standardeja (PSK 73 2018-2019), jotka ovat hyödyllisiä putkistoja suunniteltaessa.

6.3.3 Painelaitteet

Jos putkistossa tai laitteessa on yli 0,5 bar ylipainetta, se luokitellaan painelaitteeksi ja siihen on sovellettava painelaitelainsäädäntöä. Painelaitteet luokitellaan tasoihin I–IV niiden nimelliskoon ja -paineen mukaan. Vaatimukset tiukentuvat I:stä ylöspäin niin, että IV on tiukin luokka. (Painelaitedirektiivi 2014.) Painelaitteiden suunnittelussa ja käytössä huomioitavaa on ainakin seuraava: hitsaukset on suoritettava WPS:n mukaan ja hitsareilla sekä hitsauskoordinaattoreilla eli työnjohtajilla on oltava tarvittavat pätevyydet; hitsausseamat pitää tarkistaa riittävällä standardin tai ohjeen määräämällä tarkkuudella; kiinnitystarvikkeet eroavat paineettomista konstruktioista lujuusominaisuuksien osalta; painelaitteet on tarkastettava säännöllisin määräajoin ja mikäli luokka on tarpeeksi suuri, on mukaan otettava ulkopuolinen tarkastaja (Painelaitteehitsauksen laatukäsikirja 2018; Painelaitteen suunnittelu ja valmistus).

Mikäli painelaitteen luokittelu jää alle luokkien I–IV se valmistetaan ns. hyvän konepajakäytännön mukaisesti. Tätä termiä käytetään painelaitedirektiivissä useassa kohdassa, mutta sille ei ole olemassa varsinaista tarkkaa määritelmää. Hyvään konepajakäytännön kuuluu, että laite suunnitellaan niin, että otetaan huomioon kaikki turvallisuuteen vaikuttavat tekijät ja turvallisuus taataan aiotun käyttöön ajaksi. (Painelaitedirektiivin 2014/68/EU (PED) soveltamisohjeet.) Helenillä hyvän konepajakäytännön mukaiset painelaitteet valmistetaan niin, että tapauskohtaisesti määritellään, mitä kohtia luokkien I–IV vaatimuksista otetaan mukaan suunnitteluun ja valmistukseen vaikei tähän veloitettaisikaan. Hyvän konepajakäytännön mukaisen valmistustavan erona on se, että suunnitelmaa ei tarvitse hyväksyttää ilmoitetulla laitoksella ja NDT-tarkastusten vaatimukset ovat pienemmät. Tarkastusten tarve arvioidaan kuitenkin aina tilannekohtaisesti, vaikka tätä ei vaadittaisikaan.

Painelaitetta suunniteltaessa piirustukseen merkitään kaikki hitsisaumat ja nämä myös merkitään erilliseen saumaluetteloon, joihin löytyy oma Excel-pohja intrasta painelaitteprosessien työtilasta. Saumaluetteloon kirjataan: materiaali, aineenvahvuus, materiaalin sulatusnumero, käytettävä WPS, hitsauksen päivämäärä ja tarkastukset. (Painelaittehitsauksen laatukäsikirja 2018) Yleensä suunnittelija täyttää näistä hitsin numeron, osanumerot, mitat ja materiaalin. Hitsauskoordinaattori ja hitsari täyttävät loput.

Painelaitteisiin liittyvät ohjeet ja asiakirjat, kuten ainestodistukset ja saumaluettelo löytyvät intrasta, painelaitteprosessityötilasta, polusta:

Etusivu > Työtilat > Prosessit > Painelaitteprosessi.

6.3.4 ATEX

Mikäli suunnitteluun liittyy mekaaninen tai sähköinen laite, jossa on syttymislähde ja kohde on räjähdysvaarallinen ATEX-tila, pitää noudattaa ATEX-direktiiviä. Voimalaitoksella ATEX-tiloja ovat paikat, missä hiili- tai pellettipölyä on ilmassa räjähdykselle herkkä määrä, ja sellaiset paikat kuin kaasukeskukset tai muut paikat, missä käsitellään syttyviä kaasuja tai nesteitä. (ATEX Räjähdysvaarallisten tilojen turvallisuus 2015.)

6.3.5 Kemikaalit

Jos suunniteltavassa putkistossa liikkuu vaaralliseksi luokiteltuja kemikaaleja, eli ainetta tai seosta, joka luokitellaan CLP- tai REACH-asetusten mukaisesti, tai muuta palavaa nestettä, sovelletaan putkistoon vähintään luokan I painelaittevaatimuksia. (Kemikaali-putkistojen turvallisuusvaatimukset 2017.)

7 Tavaroiden tilaaminen

Kun suunnittelu on valmis tai ainakin riittävän pitkällä, täytyy materiaalit vielä tilata voimalaitokselle, mikäli käyttökelpoista materiaalia ei jo ennestään ole ylimääräisenä. Tilatessa kannattaa aina huomioida toimitusajat, eli mikäli tietää, että toimituksessa kestää kauan, tilaus kannattaa tehdä mahdollisimman aikaisessa vaiheessa.

7.1 Olemassa olevan materiaalin hyödyntäminen

Usein töistä jää yli jonkin verran täysin käyttökelpoista materiaalia. Tämä johtuu siitä, että lähes aina putken tai profiilin minimimitalausmitta on 6 tai 12 m. Vaikka tarvitsee vain metrin tai kaksi, on tilattava täysmittainen putki tai profiili. Mikäli siis työhön tarvitsee vaikka vain pienen määrän putkea tai profiilia tms., kannattaa etsiä IFS:stä varastonimikkeistä, jos sopivaa tavaraa löytyisi jo valmiiksi sekä käydä laitoksen varastoja läpi, mikäli sieltä löytyisi sopivaa materiaalia.

Jos tietää jo suunnitteluvaiheessa, että jotain materiaalia on paljon ylimääräistä, voi pyrkiä suunnittelemaan niin, että hyödyntää näitä materiaaleja. Salmisaassa paikkoja, joista käyttökelpoista tavaraa voi löytyä, ovat seuraavat:

- A-laitoksen 7. verstaan edustalla oleva ulkohylly ja sisällä olevat hyllyt
- työkaluvaraston alakerran vieressä oleva varasto, jossa on paljon erilaisia putkia
- työkaluvaraston alakerran viereinen varasto SAA01 144 eli niin sanottu ”Akin varasto”
- turbiinivarasto, joka sijaitsee turbiinisalin alapuolella, nostoaukon vieressä
- turbiinihallin alakerran hyllyt sahan vieressä
- liikuntakeskuksen viereinen seinusta rikinpoistolaitoksen takana
- erilaiset työstöpajat, kuten koneistusverstas A-laitoksella ja 10. kerroksen verstas B-laitoksen A-rapussa
- SaBA 4. kerroksen tarvikevarasto.

Aikaisemman materiaalin hyödyntämiseen vaikuttaa suurissa määrin se, pystyykö materiaalin jäljittämään. Tämä taas määräytyy putkiluokan, kantavan teräsrakenteen toteutusluokan, painelaitemääräyksien tai vastaavan mukaan, kuten aiemmin on käyty läpi. Eli jos materiaalin sulatusnumero tai vastaava vaaditaan ja sitä ei ole jäljellä olevassa palassa, ei kyseistä materiaalia voi käyttää standardin mukaiseen valmistukseen.

Tätä ongelmaa voisi yrittää korjata vaatimalla tekijöitä noudattamaan laatukäsikirjan käyttäytymismalleja, kuten merkitsemään sulatusnumeron jokaiseen erilliseen palaan, mikäli materiaalia on tarve leikata pienempiin osiin. Merkintä tehdään stanssaamalla paksuihin materiaaleihin ja ohuisiin materiaaleihin käytetään maalikynää tai kaiverrinta.

Materiaalista tulee löytyä vähintään materiaalitunnus ja sulatusnumero. (Painelaitehit-sauksen laatukäsikirja.)

Varaosia voi etsiä kunnossapitojärjestelmä IFS:stä, jossa niistä pitäisi olla tehtynä va-rastonimikkeet, mikäli niitä löytyy varastosta.

7.2 Tarjouspyyntö ja tilaaminen

Lähes aina jotain materiaalia joutuu tilaamaan uutena. Mikäli tavaralle ei löydy listahintaa IFS:ssä olevasta tilaustoimittajien tavaroiden listasta, on siitä pyydetävä tarjouspyyntö. Jos tavara on hieman erikoisempaa tai ei ole varma hinnan oikeellisuudesta, kannattaa pyytää tarjous. Tarjouspyyntö lähetetään tavaran toimittajan myyntiedustajalle. Tarjous-pyyntöissä eritellään, mitä kaikkea tarvitaan ja mihin käyttötarkoitukseen, jotta myyjä osaa tarjota oikeita tavaroita. Tarjouspyyntöissä täytyy myös esittää kaikki lisävaatimuk-set mitä tavaralle vaaditaan, kuten aineodistukset ja laadunvarmistuksen dokumentit. Tarjouspyyntöön liitteeksi kannattaa aina laittaa Helenin tavaranhankinnan sopimuseh-dot, niin ei tule sekaannuksia kuljetusten tai vastaavien kanssa. Tarjouspyyntöön halu-taan alv 0 % hinta, sillä järjestelmä laskee verotuksen automaattisesti sen mukaan.

Toimittajat lähettävät hyvin erilaisia tarjouksia. Jotkut lähettävät siistin listan, missä on eritelty kaikki tavarat, kun taas toiset saattavat vain vastata sähköpostilla, johon on kir-joitettu hinnat. Tarjouksessa oleellisia ovat veroton hinta ja mahdolliset alennusprosentit sekä sen varmistuminen, että tavarat ja kappalemäärät ovat oikein. Tarjous lisätään ti-lausta tehdessä IFS:ssä tilaukseen, eli mikäli se on tullut vain sähköpostina, kannattaa ottaa kuvakaappaus tiedoista.

Kun tavarantoimittajalta on saatu kirjallinen tarjous, voidaan tilaus tehdä IFS:ssä. Tilauk-sen tekemiseen ja IFS:n käyttämiseen on kattavat ohjeet intranetissä, ja niihin pääsee käsiksi joko intran kautta tai IFS:n ”ohjeet”-osiosta. Polku ohjeisiin:

Etusivu > Työtilat > Sovellukset > IFS

tai sitten IFS:n aloitusnäytöstä IFS ohjeet, joka ohjaa intran työtilaan.

Jos tarvitsee tilata tavaraa, jolle ei ole olemassa nimikettä, täytyy tilaus tehdä aktiivisen työtilauksen kautta. Jos tavarasta on aiemmin jo tehty nimike, pitää käyttää sitä eikä turhaan tilata samaa tavaraa nimikkeettömänä.

Kun tilaa jotain laitetta, voi olla hyvä idea jo hankintavaiheessa selvittää, mitä varaosia siihen tullaan tarvitsemaan ja kenties pyytää niistäkin jo valmiiksi tarjous sekä tilata niitä varastoon. Tässä pitää hieman harkita, onko varaosien nopea saatavuus niin tärkeää, että niitä kannattaa olla varastossa heti valmiina. Lisäksi kannattaa aina mahdollisuuksien mukaan käyttää sellaisia varaosia, joita käytetään jo jossain muualla, ettei tarvitse hankkia turhaan montaa erilaista mallia varastoon lojumaan.

7.3 Tavarán vastaanotto

Tavara tilataan työkaluvarastolle, jossa varastohenkilökunta ottaa tilauksen vastaan. Kun tilaus on saapunut, varastolta lähetetään viesti tilaajalle, jotta tilaaja tietää tulla tarkastamaan tavarán. Mikáli tavarán tilauksen yhteydessä on pyydetty toimittajalta jotain tilaukseen liittyviä asiakirjoja, kuten ainestodistuksia tai vaatimustenmukaisuusvakuutusta, varasto lähettää nämä tilaajalle, joka tarkistaa niiden avulla tavarán oikeellisuuden ja tekee vastaanottotarkastuksen. Mikáli kaikki tilaukseen liittyvä on kunnossa, varasto merkitsee IFS:ään tavarán vastaanotetuksi, jolloin lasku voidaan maksaa. (Painelaitemateriaalin vastaanoton ohjeistus.)

Kun on varmistuttu siitä, että ainestodistukset täsmäävät saatuihin tuotteisiin, ne pitää ladata painelaiteprosessien työtilassa olevaan tietokantaan, intranettiin, joka löytyy polusta:

Etusivu > Työtilat > Prosessit > Painelaiteprosessi > Ainestodistukset

Tilaaaja hoitaa tämän osion. (Painelaitemateriaalin vastaanoton ohjeistus.) Aineistodistuksia työtilaan lisätessä tietoihin tarvitaan:

- sisältölaji, joka on yleisdokumentti
- nimi, joka annetaan sulatusnumeron mukaan haun nopeuttamiseksi
- julkisuus, sisäinen
- omistaja, johon tulee lisääjän nimi
- tiedoston tila, aktiivinen
- yleisdokumentin tyyppi, joka on aineistodistus.

Sitten aineistodistus kuitataan sisään, mikäli järjestelmä ei tehnyt sitä automaattisesti.

Mikäli tavara on pientä ja sitä on vain vähän, se voi odottaa varaston vastaanotettujen hyllyssä käyttöönottoa, jos työ aiotaan suorittaa melko pian. Jos tavara on suurikokoista tai se on tilattu paljon etukäteen, se täytyy varastoida johonkin muualle. Tästä voi neuvotella varastohenkilökunnan ja työn suorittajien kanssa ja sopia jokin kaikille sopiva paikka, mistä se löytyy helposti työn alkaessa.

8 Arkistointi

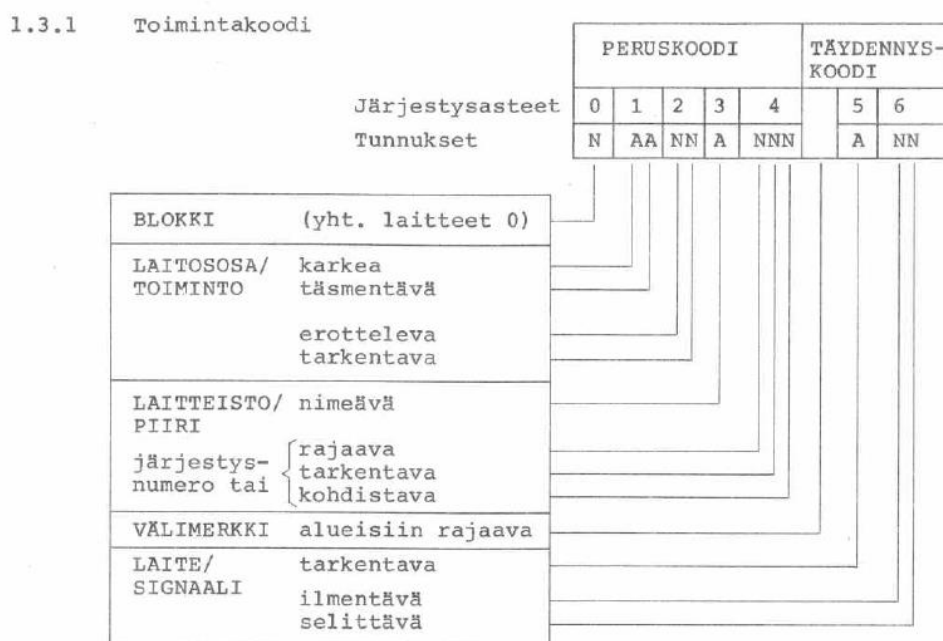
Datan oikeaoppinen arkistointi on erittäin tärkeää, että tietoa pystyy hakemaan järjestelmistä vielä pitkänkin ajan kuluttua.

8.1 AKS-järjestelmä

Voimalaitoksella on käytössä saksalaiskehitteinen teollisuusstandardiin DIN 40719 perustuva AKS-koodausjärjestelmä, johon kaikkien laitosten laitteiden, linjojen ja automaation nimeäminen perustuu. Salmisaarella käytössä olevaa järjestelmää on hieman täydennetty aikanaan työryhmän toimesta. Salmisaaren AKS-järjestelmä ei siis ole täysin alkuperäisen mukainen. (Täydennetty AKS-koodijärjestelmä Salmisaari B-voimalaitosta varten 1979.) Nykyään AKS-järjestelmän käyttö on uusissa kohteissa korvattu KKS-koodijärjestelmällä, joka tosin perustuu AKS-koodaukseen (Kytö 2018).

Vaikka AKS on vanhentunut systeemi, sitä on pakko noudattaa vastaisuudessakin, sillä koodausperusteita ei voi enää melkein neljänkymmenen vuoden jälkeen mennä muuttamaan. Arkistointiohjelmat ja muut voivat muuttua aikojen saatossa, mutta arkistointiperusteet eivät.

Koodin perusidea on, että sillä jaotellaan laitos ja sen laitteet ja linjat riittävän pieniin osiin vähän kerrallaan. Järjestys on seuraava: blokki, eli laitoksen osa; laitososa tai toiminto; laitteisto tai piiri ja sen tarkentava tai rajaava järjestysnumero; alueisiin rajaava välimerkki ja viimeisenä yksittäinen laite tai signaali. Kuvassa 7 on AKS-käsikirjasta otettu kuva, joka selventää jakoa.



Kuva 7. AKS-koodin jaottelu

AKS-järjestelmän käytöstä Helenillä on koottu laitoskohtaiset ohjekirjat, koska ne saattavat erota toisistaan hieman. Näitä on syytä noudattaa tarkasti aina. Ohjekirjat löytyvät intranetistä polusta:

Etusivu > Työtilat > Tuotanto ja omaisuus > Tuotanto ja omaisuus yleiset ohjeet > AKS-/ KKS-koodaus.

Kuvassa 8 on Salmisaaren B-laitoksen AKS-ohjekirja.



Kuva 8. Salmisaaren B-laitoksen AKS-koodauksen ohjekirjan kansi

Esimerkki AKS-koodauksesta, hydrolysaattorien tyhjennykseen liittyvä sulkuventtiili: 1RU69S002, jossa:

- **1** tarkoittaa blokkia
- **RU** tarkoittaa tyhjennys- ja palautusjärjestelmiä
- **69** on tarkentava numero
- **S** tarkoittaa venttiiliä
- ja **002** on taas tarkentava numero.

8.2 Piirustusnumerointi

Piirustuksien nimeämisessä periaate on hieman samanlainen kuin AKS-järjestelmässä. Piirustusten nimeämisessä on erilaiset käytännöt riippuen siitä mihin piirustus tulee. Eri kohteissa, kuten voimalaitoksilla ja lämpö- tai jäähdytyslaitoksilla piirustusten nimeämisessä pitää noudattaa eri ohjeita. Tässä keskitytään voimalaitosten piirustusten nimeämisperusteisiin.

Ohjeet piirustusten nimeämiseen ja tunnusten selitykset löytyvät intrasta. Intran polku:

Etusivu > Työtilat > Tuotanto ja omaisuus > Tuotanto ja omaisuus yleiset ohjeet > Piirustusnumerot.

Piirustus voisi olla muotoa: **VSA0-42A-0067A001**, jossa:

- Ensimmäinen kirjain **V** on pääryhmätunnus. V tarkoittaa voimalaitosta.
- SA0 tarkoittaa laitosta ja blokkitunnusta. **SA** on Salmisaari ja **0** blokki.
- Seuraava numero on piirustusryhmätunnus. **42** on koneteknisissä piirustuksissa tunnus säiliöille, putkille, pumpuille ja venttiileille.
- Ensimmäinen yksittäinen kirjain on toimittajatunnus. **A** tarkoittaa Salmisaaren osalta ryhmää: "Helen ja pienhankkeet".
- Nelinumeroinen sarja **0067** kuvaa piirustuksen juoksevaa numeroa tässä kategoriassa. Numeron saa joko tiedostoa Meridaniin lisätessä tai sitä voi pyytää Helenin projektipalveluista, jolloin paikka varataan tälle piirustukselle.
- Viimeinen yksittäinen kirjain on versiokirjain. Luovutettaessa alkuperäistä piirustusta kirjain on aina **A**. Kirjainta muutetaan sen mukaan, kun piirustukseen tehdään muutoksia. Tähän voi tulla lisäksi perään revisiokirjain muutoksia tehdessä, joka merkitään pienillä aakkosilla juoksevasti.
- Viimeinen kolminumeroinen sarja **001** on lehtinumero. Jos piirustus joudutaan jakamaan usealle lehdelle tai arkille, ne numeroidaan tämän mukaan. (Piirustuksien arkistonumeron ja piirustusnumeron muodostuminen. (Meridian) 2019.)

8.3 IFS

Projektihallinnan, kunnossapidon ja hankinnan sovellus IFS:ssä on varastoituna paljon tietoa mm. voimassa oleville sekä vanhoille työtilauksille. IFS:ään kannattaa tehdyn työn raportin lisäksi tallentaa piirustuksia PDF:nä sekä lisäillä työtilauksen sekä laitteen tietoihin aiheeseen liittyviä piirustusnumeroita. Ripottelemalla aiheeseen liittyviä viittauksia kaikkiin kohtiin, jotka liittyvät laitteeseen tai työhön helpottaa tulevaisuudessa etsimisurakkaa. Voi nimittäin olla, että tietoa etsitään todella pitkänkin ajan päästä ja jonkun henkilön toimesta, joka ei välttämättä ole ollut aikaisemmassa työssä millään lailla osallisena. Kannattaa siis helpottaa tätä työtä niin paljon kuin pystyy.

Esimerkkinä tästä: uusi vesityslinja, joka lähtee hydrolysaattorin välipainehöyrylinjasta. Kun vesityslinjaan on tehty asianmukaiset suunnitelmat, joihin liittyy piirustuksia sekä saumaluettelo, lisätään nämä tiedostot Meridianin lisäksi IFS:ään sekä työtilaukselle, jolla vesityslinja on tilattu. Kuvassa 9, liitteet näkyvät työtilauksen alareunassa. Kuvassa 10 puolestaan on esitetty hydrolysaattorin laitekortti.

Huolto ja kunnossapito > Työtilausten hallinta > Valmistelu > Työtilauksen valmistelu

Työtilauksen valmistelu - 215062 Hydrolysaattorien höyrylinjan lauhteenpoistimien lisäys

TT: 215062 TT Pk:n: HEL01 Kuvaus: Hydrolysaattorien höyrylinjan lauhteenpoistimien lisäys Raportoinut: KJISA Tila: Aloitettu Tot.tunnit: 289,83

Yleistä Valmistele Budjetti Vapaa teksti Suunnittelu Työt Vaiheet Materiaalit Kehotukset Loki

Laite
 Kytkentätyyppi: LAITE Pkunta: HEL01 Laite: SAJUJ10W100 HYDROLYSAATTORI 1
 Krittisyys: Ylempiäite: SAJUJ10

Suunnittelutiedot
 Osasto: PATE-RAK Panelilattiat ja teräsrakenteet Työtyyppi: 1004 Vuosihuolto
 Osastotarkenne: Tärkeysjärj.: 3 SOPIVANA AJANKOHTANA

Lähdetiedot
 Vian kuvaus: Lisätään hydrolysaattoreille tulevin höyrylinjoihin lauhteenpoistimet, jotka liitetään tiilasa jo kukevaan lauhdeputkeen.
 Havainto: Oire:
 EH nro: Versio: EH kuvaus:
 Toim.pide: Tark.huom.:
 Lähdetyötilaus:
 Kustannuspaikka: 14213 Objekt: 10040

Kirjalliset luvat/suunnitelmat
 ATEX-työluupa Kaasupitoisuusmittaus Kintehäntäinen työ
 Nostotyösuunnitelma Prosessierotussuunnitelma
 Säilytysohje Sähköerotussuunnitelma

Työtilaus
 Vanh. vakiotoita
 Projektityöntekijä
 Rakenteissa
 Rakenne
 Korjaustyötilaus
 Dokumentteja
 ATEX-laite

(3) Dokumentit

Dokumenttiluo...	Dokumenttiluokan kuvaus	Dokum.nro	Dokumenttisivu	Dokumenttiversio	Otsikko	Ky.
KUPI	<KUPI dokumentti>	1257545	1	A1	VSAQ-42A-0067A001	
KUPI	<KUPI dokumentti>	1257546	1	A1	VSAQ-42A-0067A002	
KUPI	<KUPI dokumentti>	1257548	1	A1	VSAQ-42A-0067A003	

Tehtävät (3) Liitteet Siirtokanava Ohje

Kuva 9. Kuvakaappaus IFS:ssä olevasta työtilauksesta

Näin kumpaa vain katsomalla löytää suoraan piirustukset ja saa ainakin hyvän käsityksen siitä, mitä on tehty. Lisäämällä laitekortille vielä piirustusnumeron, varmistuu siitä, että hakija löytää arkistosta uusimman piirustuksen, jossa on kaikki mahdolliset muutokset.

Lisäämällä Meridianiin asianmukaiset tunnisteet, linkittyvät tiedostot suoraan IFS:ään.

Tiedot peruslaitteesta - SA1UU10W100+ HYDROLYSAATTORI 1

Laitte: SA1UU10W100+ Kuvaus: HYDROLYSAATTORI 1 Pkunta: HEL01 Laitetaso: 700 Käyttötila: Käytössä

Yleistä Varaosat Mittauspisteet/parametrit Kust/vuosi Huomautukset Loki Vaateet

Ominaisuusluokka: PAI_PADKKA Painealaikka

Tila: Eihyväksytty Muuttanut: IFSAPP Pvm: 13.10.2017

Ryhmän nimi:

Numeerinen	Järj.	Ominaisuus	Kuvaus	Arvo	Tekninen yks.	Arvo	Alaraja	Yläraja	Tiedot
Alfa	5	1109	Paineesta-arkisto						
Molemmat	5	1117	Sisäto tila1	UREAVESI					
	10	1125	Sisäto tila2	HÖYRY					
	10	1128	Rs-no	DR01					
	15	1112	Norm.k.paine tila1		bar				2,76-9
	20	1120	Norm.k.paine tila2		bar				8,27-10,9
	20	1127	Kokonaistilavuus		m3				
	25	2004	Piirustus1	VSA1-41Z-0103_001					
	30	2005	Piirustus2	2274-3538-V01-001-R1					
	35	2006	Piirustus3	VSA0-42A-0067A001					Isometripiirustus vesiylinjasta
	35	1110	Suurin sall.käytt...		*				
	40	1118	Suurin sall.käytt...		*				

(1) Ominaisuudet

Dokumenttilo...	Dokumenttilo...	Dokumenttilo...	Dokumenttilo...	Dokumenttilo...	Dokumenttilo...	Dokumenttilo...	Dokumenttilo...	Dokumenttilo...	Dokumenttilo...
(29) Dokumentit	KUPI	<KUPI dokumentti>	A101277	1	A1	SA1UU10W100 A101277 LISÄTIEDOT			
	KUPI	<KUPI dokumentti>	1254649	1	A1	Siirretty_tieto			
	MERIDIAN	Meridian	1116398	1	A1	SCR Hydrolysaattori_1			
	MERIDIAN	Meridian	1116399	1	A1	SCR Asemapiirros Hydrolysaattori 1 Wahco			

Tehtävät (30) Liitteet Siirtokanava Ohje

Kuva 10. IFS laitekortti, jossa näkyy sekä piirustusnumerot että dokumentteja alareunassa

IFS:ään tietoja lisätessä on tärkeää myös joko tehdä uusi laitekortti, jos laite on uusi, tai päivittää vanha, jos kyseessä on olemassa olevan laitteen huolto. Laittekorttiin linkitetään uudet ja vanhat mahdolliset varaosat ja niistä tehdyt osto- ja varastonimikkeet. Näin laitekortista näkee siihen liittyvät varaosat ja sen, onko niitä varastossa.

8.4 Meridian

Kaikki asiakirjat, piirustukset, manuaalit ja muut tulee ladata Meridianiin, kun ne ovat valmiita. Periaatteessa piirustuksia voisi muokata Meridianin ”kautta” lataamalla ne heti aluksi sinne. Näin muutokset tallentuisivat sinne suoraan reaaliajassa. Tämä on kuitenkin käytännössä osoittautunut hieman huonosti toimivaksi ominaisuudeksi. Kannattaa siis varata piirustusnumero Meridianista ja ladata sinne vain tyhjä tekstitiedosto aluksi, ja kun piirustukset ovat kokonaan valmiit, ladata lopullinen versio järjestelmään.

Meridaniin ladattavat tiedostot tulee nimetä aiemmin käsitellyn piirustusten nimeämisohjeen mukaan. Tämä tapahtuu automaattisesti, kun tiedostoa lisää Meridaniin ja täyttää laatikot oikein. Tiedostoa lisätessä kannattaa myös laittaa mahdollisimman paljon tunnisteita kaikkiin mahdollisiin kohtiin, sillä tämä helpottaa tulevaisuudessa tiedon etsimistä sekä linkittää tiedostot oikein muihin tietokantoihin. Tärkeimmät tiedot, jotka kortille pitää syöttää tiedostoa lisätessä oikeaoppisen piirustusnumeron lisäksi ovat: paikkakoodi, laitekoodi ja ”muut koodit”, sillä näiden avulla tiedot linkitetään IFS:ään. Kuvassa 11 malli ”tunniste” välilehdelle tulevista tiedoista. Paikkakoodiin kannattaa laittaa yleinen taso, jolla laite on, laitekoodiin tulee täydellinen koodi ja muihin koodeihin tulee laitteen liittyviä mitä tahansa koodeja täydellisenä, puolipisteellä erotettuna. Sijainti kannattaa antaa mahdollisimman tarkasti, mikäli mahdollista.

The screenshot shows a window titled 'Ominaisuudet' with several tabs: 'Dokumentti', 'Tunniste (Piir.)', 'Dok. tila (Piir.)', and 'Muut tiedot (Piir.)'. The 'Tunniste (Piir.)' tab is active. The fields are as follows:

- Arkistnumero: VU0-49A-0008A004
- Monilehtinen (Layout) piirustus: (checkbox checked)
- Laitos: VUOSAAREN VOIMALAITOKSET
- Otsikko / Nimitys: KONEVÄLPPÄ 2 VAJERIN HOLKKI
- Otsikko3: (empty)
- Laji: KONEISTUSPIIRUSTUS
- Rakennusalue: (empty)
- Paikkakoodi +: VU02PAA
- Laitekoodi =: VU02PAA10AT001
- Laitesijainti: +3-162-442
- Muut koodit: VU02PAA10AT001; VU01PAA10AT001

Kuva 11. Meridaniin lisätyn piirustuksen tunnistetiedot

Ohjeet Meridianin yleisiin käyttöohjeisiin löytyy intrasta, polusta:

Etusivu > Työtilat > Sovellukset > Meridian.

9 Työn suorittaminen

9.1 Oikeat työskentelymenetelmät

Koko suunnittelu ja kaikki säädökset perustuvat siihen, että työ myös suoritetaan niiden mukaisesti. Jos siis on noudatettu tiukkoja vaatimuksia suunnittelussa ja tehty niiden mukaan, ei ole samantekevää, miten työ suoritetaan. Jos vaikka hitsataan jotain kriittistä kohdetta, hitsarilla on oltava vaaditut pätevyudet ja hitsaukset pitää tehdä huolella ja hitsausohjeen mukaan. Oikaisemalla tässä vaiheessa voi pilata koko aiemman työn.

Suunnittelu on myös suoritettava niin, että kyseessä olevat työt on mahdollista tehdä turvallisesti. Ei siis voi suunnitella niin, että jokin työvaihe vaatisi vaikka menemään jonkin korkealle ja niin ahtaaseen paikkaan, että telineitä ei ole mahdollista rakentaa. Jos tällainen tilanne tulee eteen, on keksittävä jokin muu keino suorittaa työ.

9.2 Työhön tarvittavat luvat ja vaatimukset

Moniin voimalaitoksilla tapahtuviin töihin tarvitsee erilaisia lupia. Voimassa oleva työturvallisuuskortti sekä suoritettut työturvallisuuden peruskurssit, jotka tehdään Helenin Moodlessa, on oltava kaikissa töissä. Voimassa oleva ensiapukortti on oltava 50 %:lla henkilöstöstä, tulityökortti tulitöissä ja niitä valvovilla, tunnelikoulutus tunneleissa työskentelevillä, tieturva lämpöverkolla tapahtuvissa töissä sekä laitospohjaiset turvallisuuskurssit kussakin kohteessa. (Tuotannon ja omaisuuden henkilöstön työturvallisuuskoulutuksen vaatimukset 2019.)

Jokaiseen työhön pitää hakea aloituslupa valvomosta (Työlupakäytännöt Helenissä 2019), jossa hoidetaan samalla tarvittavat erotukset, eli poistetaan huollon tai korjauksen kohteena oleva laite käytöstä ja estetään sen käynnistyminen. Ohjeet aloitusluvan pyytämiseen löytyvät intrasta polusta:

Kotisivu > Käsikirja > Turvallisuus > Työturvallisuus > Työluvat ja ilmoitukset > Työlupakäytännöt Helenissä.

Mikäli alue, jolla työ suoritetaan ei ole vakituinen tulityöpaikka, on tulitöihin haettava erikseen tulityölupa, jonka myöntää yleensä vastaava mestari. Tulityötä kannattaa suunnitella melkein aina välttää, jos mahdollista, sillä tulityöluvan hakeminen ja sen mukaan työskenteleminen on melko vaivalloista ja aikaa vievää. Asioita, joita pitää ottaa huomioon tulitöitä tehdessä ovat: alue pitää suojata mahdollisimman hyvin, tuoda paikalle riittävästi sammuttimia, erottaa sprinklerit, suorittaa jälkivartiointi ja niin edelleen. (SFS 5900 2016.) Jos siis on mahdollista korvata, vaikka hitsiliitos ruuviliitoksella, näin kannattaa menetellä. Aina tulitöitä ei voi välttää, ja silloin sen edellyttämät vaatimukset tulee huomioida.

9.3 Työn raportointi

Kun työ on tehty, tulee tekijän kirjoittaa IFS:ään lyhyt raportti siitä mitä on tehty ja miten. Tämä raportti kirjoitetaan aktiivisen työtilauksen raportit-välilehdelle. Näistä vanhoista raporteista saa tulevaisuudessa mahdollisissa huolloissa hyvän käsityksen siitä, mitä laitteelle tai vastaavalle on aiemmin tehty ja miksi. Jos tekemisessä on ollut jotain hankaluuksia, suunnittelija voi ottaa niistä opiksi ja pyrkiä välttämään näitä samoja virheitä vastaisuudessa.

Raportti kannattaa vaatia työn suorittajilta ainakin siinä tapauksessa, jos huollossa tehdään jotain merkittävää ja tulevaisuuden kannalta oleellista. Jos huollossa on ainoastaan tehty jotain tavanomaista, kuten vaihdettu tiivisteet tai tehty jokin hyvin tyypillinen huoltoimenpide, ei sitä välttämättä ole pakko raportoida.

10 NDT-tarkastus

Työn valmistuttua on sen luonteen mukaan suoritettava mahdollisesti jälkitarkastuksia. Näiden tarkastusten laajuus, menetelmät, ja määrä sekä frekvenssi riippuvat paljolti siitä mitä on tehty. Tehdyistä tarkastuksista laaditaan raporteja, joita löytyy intrasta polusta:

Etusivu > Työtilat > Tuotanto ja omaisuus > Tekniset raportit ja tilastot.

Tässä luvussa käsiteltävä NDT-tarkastus on koneteknisen suunnittelun kannalta tärkeimpiä tarkastusmalleja.

Yleisimpiä tarkastettavia ovat hitsausseamat, joita tarkastetaan jälkikäteen niin sanotuilla NDT eli ainetta rikkomattomilla koetuskeinoilla riippuen siitä, minkä vaativuusluokkien mukaan hitsausta suoritetaan. Käytettävät menetelmät sekä tarkastusten laajuus määritellään hitsausohjeessa sekä standardissa, jonka mukaan työtä suoritetaan. NDT-menetelmiä on useita, joista yleisimmät ovat: röntgen-, ultraääni-, magneettijauhe-, pyörrevirta- sekä tunkeumanestetarkastus. (Latvala 2004.)

NDT-tarkastusten laajuuden vähimmäisvaatimukset määräytyvät niiden standardien pohjalta, joiden mukaan suunnittelua ja valmistusta suoritetaan. Tarkastuslaajuus voi olla vähimmäisvaatimuksia suurempi, mikäli näin sovitaan. Tarkastuslaajuus määritellään aina tapauskohtaisesti. Lopullisen tarkastuslaajuuden määrittää hitsauskoordinaattori. (Painelaitehitsauksen laatukäsikirja 2018.)

11 Yhteenveto

Tällä työllä pyrittiin helpottamaan uusien kunnossapitosuunnittelijoiden työtä sekä yhtenäistämään ohjeita ja toimintatapoja myös kokeneempien suunnittelijoiden osalta. Työssä edettiin samassa järjestyksessä kuin oikeassa suunnitteluprosessissa, jotta tiedon hakeminen ja ohjeen seuraaminen olisi helppoa ja luontevaa. Työn lopputuloksena oli ohje, josta voi tarvittaessa etsiä tietoa tai ainakin tarkistaa, mistä voisi löytyä johonkin aiheeseen liittyvät kattavat ohjeet.

Kaikkea ei tietenkään pysty yhteen ohjeeseen kokoamaan, mutta työssä keskityttiin asioihin, joita ainakin kirjoittaja kohtasi aloittelevana kunnossapitosuunnittelijana. Näin ollen työstä saa ainakin moneen alkuvaiheessa vastaan tulevaan kysymykseen vastauksen. Mitään aivan uutta tietoa työ ei käsittele, vaan tieto on aikaisemminkin ollut olemassa, mutta hajanaisempaa.

Insinööriyden aikana opittiin ainakin se, että suunnittelutyöhön kuuluu loputtomasti erilaisten ohjeiden ja säädösten selaamista, joista monet menevät helposti päällekkäin ja

ristiin. Näiden seuraaminen voi olla työlästä. Eräs tärkeimmistä suunnittelijan tehtävistä onkin päättää, minkä säädösten mukaan suunnittelutyötä tehdään, eli tehdä tulkinta siitä, minkä kaiken piiriin työ kuuluu.

Lähteet

Airila, Mauri; Ekman, Kalevi; Hautala, Pekka; Kivioja, Seppo; Kleimola, Matti; Martikka, Heikki; Miettinen, Juha; Niemi, Erkki; Ranta, Aarno; Rinkinen, Jari; Salonen, Pekka; Verho, Arto; Vilenius, Matti; Välimaa, Veikko. 2010. Koneenosien suunnittelu. 4.–5. painos. Helsinki: WSOYpro oy.

ATEX Räjähdyksvaarallisten tilojen turvallisuus. 2015. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto.

CADMill Mechanic -mekaniikka- ja laitossuunnittelu. 2016. Verkkoaineisto. Profox Companies. <<https://www.profox.com/cadmillmechanic#!yhteystiedot/c3kh>>. Luettu 11.11.2019.

Hallituksen esitys. 2018. HE 200/2018 vp.

Helen Oy. Tietoa meistä. 2017. Verkkoaineisto. <<https://www.helen.fi/yritys/helen-oy/tietoa-meista/helen-oy-pahkinankuoressa/liiketoiminta>>. Luettu 10.12.2019.

Kemikaaliputkistojen turvallisuusvaatimukset. 2017. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto.

Kytö, Tomi. 2018. KKS-signaalitunnusjärjestelmän kehittäminen laitossuunnittelua varten. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.

Käsikirja. ICT-asiat. IFS. 2019. Yrityksen sisäinen verkkoaineisto. 22.8.2019. Luettu 21.11.2019.

Latvala, Kari. 2004. NDT-tarkastukset ja uudet tuotestandardit. Koulutusmateriaali. EWQ-klubi.

Nevalainen, Timo. 2002. Voimalaitosrakenteiden suunnitteluohjeita. Insinööriyö. Helsingin ammattikorkeakoulu.

Painelaitedirektiivi. 2014. 2014/68/EU.

Painelaitedirektiivin 2014/68/EU (PED) soveltamisohjeet. 2018. Komission työryhmä ”paine”.

Painelaitehitsauksen laatukäsikirja. 6.2.2018. Yrityksen sisäinen dokumentti. Helen Oy.

Painelaitelaki. 2016. 16.12.2016/1144.

Painelaitemateriaalin vastaanoton ohjeistus. Yrityksen sisäinen dokumentti. Helen Oy.

Painelaitteen suunnittelu ja valmistus. Verkkoaineisto. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto. <<https://tukes.fi/tuotteet-ja-palvelut/painelaitteet/painelaitteen-suunnittelu-ja-valmistus>>. Luettu 14.11.2019.

Piirustuksien arkistonumeron ja piirustusnumeron muodostuminen (Meridian). 2019. Yrityksen sisäinen dokumentti. Helen Oy.

PSK 42-. Putkiluokat. Koko sarja. PSK Standardisointi.

PSK 4201. Putkiluokat. 2017. Määrittely. PSK Standardisointi.

PSK 73. Putkiston kannakointi. Koko sarja. 2018-2019. PSK Standardisointi.

PSK Standardisointi. 2019. Verkkoaineisto. PSK Standardisointi. <<https://psk-standardisointi.fi/psk/yleista/>>. Luettu 11.11.2019.

Rynö, Reima. 2015. Huipputekniikalla voimalaitosten päästöt alas. Verkkoaineisto. Helen Oy. <<https://www.helen.fi/yritys/vastuullisuus/ajankohtaista/blogi/2015/huipputekniikalla-voimalaitosten-paastot-alas.>> 10.12.2015. Luettu 5.11.2019.

SFS 5900. Tulitöiden paloturvallisuus. 2016. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

SFS-EN 1090-2:2018. Teräs- ja alumiinirakenteiden toteutus. 2018. Osa 2: Teräsrakenteiden tekniset vaatimukset. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto

SFS-EN 1990 + A1 + AC. Eurokoodi. Rakenteiden suunnitteluperusteet. 2006. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

SFS-EN 1993-1-1/A1. Eurokoodi 3: Teräsrakenteiden suunnittelu. 2014. Osa 1-1: Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.

Standardien laadinta. Verkkoaineisto. Suomen Standardisoimisliitto. <https://www.sfs.fi/standardien_laadinta>. Luettu 11.11.2019.

Standardien suhde direktiiveihin ja muihin asiakirjoihin. Verkkoaineisto. Suomen Standardisoimisliitto. <https://www.sfs.fi/julkaisut_ja_palvelut/standardi_tutuksi/standardit_direktiivit_ja_ce-merkinta>. Luettu 11.11.2019.

Suunnittelu, teräsrakennetyöt, kantavat rakenteet. 2014. Yrityksen sisäinen dokumentti. Helen Oy.

Tuotannon ja omaisuuden henkilöstön työturvallisuuskoulutuksen vaatimukset. 7.2.2019. Yrityksen sisäinen dokumentti. Helen Oy.

Työlupakäytännöt Helenissä. 22.05.2019. Yrityksen sisäinen dokumentti. Helen Oy.

Täydennetty AKS-koodijärjestelmä Salmisaari B-voimalaitosta varten. 1979. Yrityksen sisäinen dokumentti. Helsingin kaupungin energialaitos.

Ohjeita CADMillin käyttöön

Satunnaisessa järjestyksessä tehty ohje CADMilliin eli AutoCADin lisäosaan asioista, joihin ei löydy helposti ohjeita muualta.

Piirustuspohjan valitseminen

- Koneteknisessä suunnittelussa tiedostopohja on steel.iso.
- Piirustuspohja valitaan tarpeen mukaan, siihen vaikuttaa:
 - mittakaava
 - arkin koko.

Osaluettelo BOMin eli Bill of Materialin tekeminen

- Standard välilehti -> Osakäsittely työkalulaatikko -> Osanumero työkalu (pallo, jonka sisällä numero ja viiva).
- "Pudota" tarvittavat numerot ruudulle ja vedä viivat osiin.
- Enter tai RMB (hiiren oikea näppäin) kun valmista.
- Tuplaklikkaa palloa ja syötä tiedot
 - Drawing id: piirustusnumero (yleensä tyhjä, paitsi jos osasta erillinen piirustus, esim. kannake)
 - Description: Osan nimitys
 - Standard: Standardi
 - Dimensions: Muoto, malli, mitat
 - Material: Laatu
 - Pcs: kappalemäärä.
- Kun kaikki tiedot on syötetty-> osakäsittely työkalulaatikko-> Osaluettelon muodostus työkalu (ratas)-> liitä osaluettelo työkuvaan työkalu (rataan vieressä).
- Jos on luettelosta otettuja standardiosia, voi myös käyttää info työkalulaatikosta, info-> osanumerot työkalua, joka tekee BOMin automaattisesti.

Toleranssien lisäys mittaviivaan

- Merkinnät välilehti-> mitoitus työkalulaatikko-> Mitoituksen editointi työkalu (mittaviiva ja lyijykynä) -> sovitteet-> jos haluaa laittaa omat, niin "vapaa"-merkintä päälle.

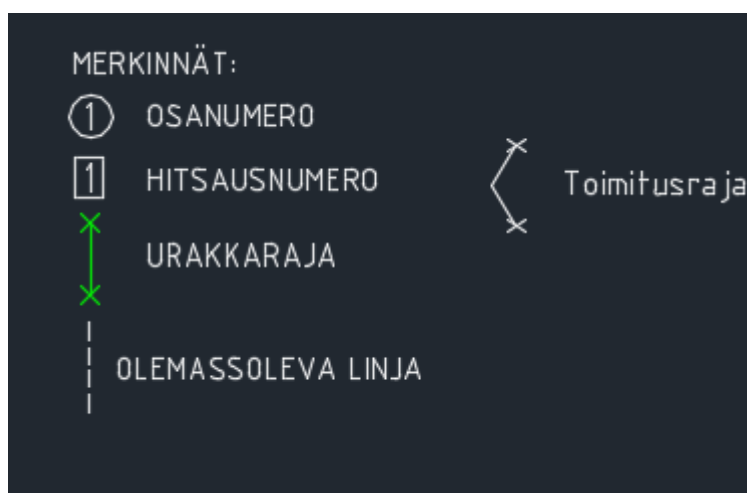
Halkaisijan (fii) tai muun merkin lisääminen mittaviivaan

- Merkinnät välilehti-> mitoitus työkalulaatikko-> Mitoituksen editointi työkalu (mittaviiva ja lyijykynä) -> tekstin lisäys -> valitse objekti -> numero 1-9 sen mukaan mitä haluaa lisätä.

Piirustusarkin tietolaatikon täyttäminen

- Tuplaklikkaa laatikkoa jostain kohtaa.
- Täytä tarvittavat tiedot (ainakin nämä):
 - KOKO: paperiarkin koko
 - PIIRUSTUSNUMERO: muodosta "Piirustuksien arkistonumeron ja piirustusnumeron muodostuminen (Meridian)" ohjeen mukaan (huom. vaihtelee laitoksittain)
 - LAITOS: "nimitys" laatikon ensimmäinen rivi (hyvä kirjoittaa alkuun mikä laitos)
 - PROSESSI/LAITE: "nimitys" laatikon toinen rivi (työn nimi jatkuu)
 - OSA: "nimitys" laatikon kolmas rivi (esim. "asennuspiirustus")
 - LAITEKODI: laitekoodit laitteista, johon piirustus liittyy
 - SIJAINTI: kohteen etäisyys merenpinnasta likimääräisesti
 - SUUNNITTELIJA: oma nimi tai sen lyhenne
 - SUUN PVM. teko pvm
 - SUHDE: piirustuksen mittakaava
 - LEHTIÄ: montako lehteä piirustukseen liittyy/ kuuluu
 - KORVAA: vanha piirustusnumero mikäli korvaa vanhan piirustuksen.

Esimerkkejä lisätiedoista, joita piirustuksiin voi olla tarve lisätä (kuvat 1-3).



Kuva 1 Piirustuksen merkintöjen selityksiä

8RQ00

PAINELAITE VNa 1548/2016 (PED 2014/68/EU)

Säiliö: Tilavuus: L. VNa 1549/16 175 mukaan

Putkisto: Koko DN: Korjaustyö:

Kattila: Muutostyö:

Sisältö: Kaasu: Neste: Vaarallinen: Vaaraton:

Suunnittelupaine: Ylin: Bar Alin: Bar

Käyttöpain: Ylin: Bar Alin: Bar

Koepaine: Bar

Suunnittelulämpötila: Ylin: C Alin: C

Käyttölämpötila: Ylin: C Alin: C

Valmistusluokka:

Suunnitelman hyväksyntä haettava: Moduuli:

Painelaitelaskut (STANDIX):

PUTKILUOKKA E40C1B (PSK 4209)

Kuva 2 Esimerkki painelaitekortista

Valmistetaan putkiluokan: PSK 4209 E40C1B mukaan

Hitsausluokka: SFS-EN ISO
5817 C

Materiaaleista aineodistukset SFS-EN 10204 3.1
Pultit, mutterit, aluslaatat: PSK 4209 E40C1B mukaan.
Materiaaleista aineodistukset SFS-EN 10204 3.1

Putkiston eristys SFS 3977 eriste 40mm paksu
Putkiston eristys SFS 3976 K3.2

Kannakointiväli MAX 1,8m

Kuva 3 Esimerkki huomautuksista, joita piirustuksiin voi olla tarve laittaa

SFS-EN 1090-2:2018:n mukaiset vaatimukset toteutusluokille

Taulukko A.3 Vaatimukset toteutusluokille

Kohta	EXC1	EXC2	EXC3	EXC4
4 - Eritelmät ja asiakirjat				
4.2 Toteuttajan asiakirjat				
4.2.1 Laatuasiakirjat [PC]	Nr	Kyllä	Kyllä	Kyllä
5 - Käytettävät tuotteet				
5.2 Tunnistaminen, ainestodistukset ja jäljitettävyys				
Jäljitettävyys [PC]	Nr	Kyllä (merkinnällä)	Kyllä (vastaanotosta luovutukseen)	Kyllä (vastaanotosta luovutukseen)
Merkintä [PC]	Nr	Kyllä	Kyllä	Kyllä
6 - Esivalmistus ja kokoaminen				
6.4 Leikkaus				
6.4.3 Terminen leikkaus [PC]	Ks. taulukko 9	Ks. taulukko 9	Ks. taulukko 9	Ks. taulukko 9
7 - Hitsaus				
7.1 Yleistä				
7.1 Yleistä [PC]	EN ISO 3834-4	EN ISO 3834-3	EN ISO 3834-2	EN ISO 3834-2
7.4 Hitsausmenetelmien ja hitsaushenkilöstön hyväksyminen				
7.4.1 Hitsausmenetelmien hyväksyminen				
7.4.1.1 Yleistä [PC]	Soveltuvat työohjeet (jos esitetään käytettäväksi)	Ks. EN ISO 3834-3	Ks. EN ISO 3834-2	Ks. EN ISO 3834-2
7.4.1.2 Hitsausmenetelmien hyväksyminen [PC]	Nr	Ks. taulukko 12	Ks. taulukko 12	Ks. taulukko 12
7.4.2.1 Hitsaus ja hitsausoperaattorit [PC]	Voimassaolon jatkaminen määritetty	Ks. EN ISO 3834-3	Ks. EN ISO 3834-2	Ks. EN ISO 3834-2
7.4.3 Hitsauksen koordinointi [PC]	Riittävä valvonta	Tekninen tietämys taulukoiden 14 tai 15 mukainen	Tekninen tietämys taulukoiden 14 tai 15 mukainen	Tekninen tietämys taulukoiden 14 tai 15 mukainen
7.5 Hitsauksen esivalmistus ja suoritus				
7.5.1 Railot				
7.5.1.1 Yleistä [PC]	Nr	Konepajapohjamaaleja ei sallita, ellei niitä ole testattu	Konepajapohjamaaleja ei sallita, ellei niitä ole testattu	Konepajapohjamaaleja ei sallita, ellei niitä ole testattu
7.5.6 Tilapäiset kiinnitykset [PS]	Nr	Nr	Käytön rajoituksia voidaan esittää	Käytön rajoituksia voidaan esittää
7.5.7 Siltahitsit [PC]	Nr	Hyväksytty hitsausohje	Hyväksytty hitsausohje	Hyväksytty hitsausohje
7.5.9 Päittäishitsit				
7.5.9.1 Yleistä [PC]	Nr	Aloitus- ja lopetuspalat täyden tunkeutuman poikittaispäittäishitsihin (jos esitetty) Aloitus- ja lopetuspalat täyden tunkeutuman pitkittäispäittäishitsihin tai osittaisen tunkeutuman päittäishitsihin (jos esitetty)	Aloitus- ja lopetuspalat täyden tunkeutuman poikittaispäittäishitsihin Aloitus- ja lopetuspalat täyden tunkeutuman pitkittäispäittäishitsihin tai osittaisen tunkeutuman päittäishitsihin (jos esitetty)	Aloitus- ja lopetuspalat täyden tunkeutuman poikittaispäittäishitsihin Run-on-/run-off-palat täyden tunkeutuman pitkittäispäittäishitsihin tai osittaisen tunkeutuman päittäishitsihin (jos esitetty)

Kuva 1 SFS-EN 1090-2:2018 Liite A:n mukaiset vaatimukset kantavien teräsrakenteiden toteutusluokille. Nr tarkoittaa ei vaatimusta.

Kohta	EXC1	EXC2	EXC3	EXC4
7.5.9.2 Yhdeltä puolelta hitsatut hitsit [PC]	Nr	Nr	Pysyvä jatkuva juurituki	Pysyvä jatkuva juurituki
7.6 Hyväksymiskriteerit				
7.6.1 Rutiinivaatimukset [PC] [PS tasolla EXC4]	EN ISO 5817 Hitsiluokka D yleisesti	EN ISO 5817 Hitsiluokka C yleisesti	EN ISO 5817 Hitsiluokka B	EN ISO 5817, vähintään EXC3 erityisvaatimuksin tietyille hitseille
7.6.2 Vaatimukset väsytkuormituksella [PC]	Ei sovellu	EN ISO 5817:2014, liite C (jos esitetään käytettäväksi)	EN ISO 5817:2014, liite C (jos esitetään käytettäväksi)	EN ISO 5817:2014, liite C (jos esitetään käytettäväksi)
9 - Asentaminen				
9.6 Asentaminen ja työskentely työmaalla				
9.6.3 Käsittely ja varastointi työmaalla [PC]	Nr	Dokumentoitu korjausmenetelmä	Dokumentoitu korjausmenetelmä	Dokumentoitu korjausmenetelmä
12 - Tarkastus, testaus ja korjaus				
12.4 Hitsaus				
12.4.2 Tarkastus hitsauksen jälkeen				
12.4.2.3 Rutiinitarkastus [PC]	NDT Ks. taulukko 24	NDT Ks. taulukko 24	NDT Ks. taulukko 24	NDT Vähintään EXC3 taulukon 24 mukaan
12.4.2.4 Projektikohtainen tarkastus [PS]	Ks. taulukko A.2	Ks. taulukko A.2	Ks. taulukko A.2	Tietyt tarkastettavat liitokset ja tarkastuksen laajuus
12.4.2.7 Hitsausten korjaus [PC]	Nr	WPS:n mukaan	WPS:n mukaan	WPS:n mukaan
12.5 Mekaaninen kiinnittäminen				
12.5.2 Esijännitettujen ruuviliitosten tarkastaminen ja testaaminen				
12.5.2.3 Ennen kiristystä [PC]	Nr	Kiristysmenetelmän tarkistaminen	Kiristysmenetelmän tarkistaminen	Kiristysmenetelmän tarkistaminen
12.5.2.4 Kiristyksen aikana ja kiristyksen jälkeen [PC]	Nr	5 % toisesta kiristysvaiheesta käyttäen peräkkäisnäytetyyppeä A (ellei toisin esitetä)	5 % ensimmäisestä kiristysvaiheesta ja 10 % toisesta kiristysvaiheesta käyttäen peräkkäisnäytetyyppeä A (ellei toisin esitetä)	5 % ensimmäisestä kiristysvaiheesta ja 10 % toisesta kiristysvaiheesta käyttäen peräkkäisnäytetyyppeä B (ellei toisin esitetä)
12.5.2.5 Vääntömomenttimenetelmä [PC]	Nr	Ks. taulukko 25	Ks. taulukko 25	Ks. taulukko 25
12.5.2.6 Yhdistetty menetelmä [PC]	Nr ei vaadita ensimmäisen kiristysvaiheen tarkistusta	Nr ei vaadita ensimmäisen kiristysvaiheen tarkistusta	Ensimmäisen kiristysvaiheen tarkistus ennen merkintää	Ensimmäisen kiristysvaiheen tarkistus ennen merkintää
12.5.2.7 HRC-menetelmä [PC]	Nr	Ensimmäisen kiristysvaiheen tarkistus	Ensimmäisen kiristysvaiheen tarkistus	Ensimmäisen kiristysvaiheen tarkistus
12.5.3.1 Umpiniittien tarkastus ja korjaus kuumanäytöksessä [PC]	Nr	Sointikoe Peräkkäisnäytetyyppeä A	Sointikoe Peräkkäisnäytetyyppeä A	Sointikoe Peräkkäisnäytetyyppeä B
12.7 Asentaminen				
12.7.3.1 Liitosnurkkien geometrisen sijainnin tarkastus [PC]	Nr	Nr	Tallenne tarkastuksesta	Tallenne tarkastuksesta

Kuva 2 SFS-EN 1090-2:2018 Liite A:n mukaiset vaatimukset kantavien teräsrakenteiden toteutusluokille. Nr tarkoittaa ei vaatimusta.