

**TURVALLISUUSVAATIMUSTEN HALLINTA OLKILUOTO 3 -YDINVOIMALAITOKSEN
RAKENTAMISESSA**

SISÄLLYSLUETTELO

1.	TUTKINNAN TAUSTA JA TAVOITTEET	3
2.	HYVÄN TURVALLISUUSKULTTUURIN MUKAINEN TOIMINTATAPA	3
2.1	Hyvän turvallisuuskulttuurin tunnusmerkkejä	3
2.2	Turvallisuuskulttuuri ydinvoimalaitoksen rakentamisessa	4
3.	ESIMERKKITAPAUKSET	6
3.1	Betoninen pohjalaatta	6
3.1.1	Taustatietoa pohjalaatasta	6
3.1.2	Rakentamisessa yleisesti noudatettava toimintatapa	8
3.1.3	Työnjako ja toiminta Olkiluodossa	10
3.1.4	Yhteenvedo pohjalaatan valua haitanneista ongelmista	21
3.1.5	Tutkintaryhmän arvio betonilaatan hyväksyttävyydestä	24
3.2	Suojarakennuksen teräsvuoraus	25
3.2.1	Taustatietoa suojarakennuksesta	25
3.2.2	Teräsvuorauksen valmistus	26
3.2.3	Valmistuksen yhteydessä tehtyjä havaintoja	28
3.3	Polarnosturi ja materiaalisulku	32
3.3.1	Taustatietoa polarnosturista ja materiaalisulusta	32
3.3.2	Polarnosturin ja materiaalisulun hankinnan yhteydessä tehtyjä havaintoja	34
4.	OL3 -RAKENTAMISHANKKEEN JOHTAMINEN JA LAADUNHALLINTA	35
4.1	Johtamisjärjestelmät	35
4.1.1	TVO:n johtamisjärjestelmä ja yhteistyö FANPin kanssa	36
4.1.2	CFS:n johtamisjärjestelmä	38
4.2	Arvio johtamisesta ja laadunhallinnasta	40
4.2.1	Yhteisiä havaintoja	40
4.2.2	TVO:ta koskevia havaintoja	43
4.2.3	FANPia koskevia havaintoja	46

10.7.2006

5.	STUKIN TOIMINTA YDINVOIMALAITOKSEN RAKENTAMISEN VALVOJANA .	50
5.1	Valvontajärjestelmä ja valvonnan toteutus	50
5.2	Havainnot STUKin toiminnasta.....	50
6.	SUOSITUKSET FANPILLE, TVO:LLE JA STUKILLE	52
7.	VIITTEET.....	57
8.	LIITTEET	58

10.7.2006

1. TUTKINNAN TAUSTA JA TAVOITTEET

Säteilyturvakeskus (STUK) on todennut Olkiluoto 3 ydinvoimalaitosyksikön rakentamisen yhteydessä, että hankkeeseen osallistuvien organisaatioiden toiminta ja organisaatioiden välinen vuorovaikutus eivät kaikilta osin ole vastanneet STUKin odotuksia hyvän turvallisuuskulttuurin mukaisesta toiminnasta voimalaitoksen rakentamisvaiheen aikana. Havaitut ongelmat ovat haitanneet hankkeen hallittua etenemistä ja mahdollisesti lisänneet hankkeen myöhempisiin vaiheisiin kohdistuvia aikataulupaineita.

STUK pitää tärkeänä, että rakentamisen ja valmistuksen aikaiset ongelmat eivät johda lopputuotteiden laadun heikkenemiseen tai edes epävarmuuteen saavutetusta laadusta. Sen vuoksi Olkiluoto 3 ydinvoimalaitosyksikön rakentamiseen osallistuvien organisaatioiden toimintatapoja on syytä parantaa. Parantamistarpeiden selvittämiseksi Säteilyturvakeskus nimesi erillisen tutkintaryhmän ja pyysi sitä esittämään arvionsa organisaatioiden toimintatavoista esimerkeiksi valittujen rakennushankkeeseen sisältyvien tapausten valossa. Lisäksi STUK pyysi tutkintaryhmää esittämään arvioonsa perustuvia suosituksia laitoksen tilaajan Teollisuuden Voima Oy:n (TVO) ja laitoksen toimittajan, Framatome ANP:n (FANP, nykyisin Areva NP) ja Siemens AG:n muodostaman konsortion, CFS toiminnasta. Framatome vastaa hankkeessa reaktorilaitoksesta ja Siemens turbiinilaitoksesta. Rakentamisen jatkuessa STUK tulee arvioimaan, miten nämä suositukset ovat toteutuneet osapuolten toiminnassa.

Tutkintaryhmä selvitti myös tarpeita kehittää Säteilyturvakeskuksen omia toimintatapoja hankkeen valvonnassa ja antoi tätä koskevia suosituksia.

Tutkintaryhmän toimeksianto siinä esitettyine tehtävineen on liitteenä 1 ja tutkintaryhmään kokoonpano liitteenä 2. Tutkinnan osana haastateltiin Olkiluoto 3 -projektiin osallistuvien organisaatioiden (TVO, CFS, FANP, alihankkija, tutkimuslaitos) eri tehtäviin osallistuneita henkilöitä sekä tutustuttiin Olkiluoto 3:n työmaahan ja betoniasemaan. Tutkinnan ohjelma on liitteenä 3. Liitteessä 4 kuvataan STUKin toimintaa ydinvoimalaitoksen rakentamishankkeen valvojana.

2. HYVÄN TURVALLISUUSKULTTUURIN MUKAINEN TOIMINTATAPA

2.1 Hyvän turvallisuuskulttuurin tunnusmerkkejä

Turvallisuuskriittisillä toimialoilla organisaatioilta odotetaan kykyä hallita luotettavasti myös sellaisia tilanteita, joita on vaikea ennakoida. Luotettavasti toimivien organisaatioiden ominaispiirteitä ovat muun muassa vakava suhtautuminen pieniinkin virheisiin, tilanteiden arviointi kokonaisuuden kannalta, ammattitaidon korostaminen organisatorisen aseman sijaan ja liiallisten yksinkertaistusten välttäminen asioita analysoitaessa [1].

Ydinvoima-alalla organisaatioiden toimintaa tarkasteltaessa korostetaan erityisesti sitä, miten turvallisuuteen suhtaudutaan ja miten turvallisuus varmistetaan. Jokaisella organisaatiolla on käsityksensä siitä, kuinka tärkeää turvallisuuden tavoittelu on ja miten turval-

10.7.2006

lisuus saavutetaan. Nämä käsitykset ovat yleensä tiedostamattomia, jaettuina ja vaikuttavat käytännön toimintaan. Niistä voidaan siksi käyttää ilmaisua turvallisuuskulttuuri.

Valtioneuvoston rakentamislupapäätöksessä, TVO:n laatimassa OL3 projektisuunnitelmassa ja ohjeessa YVL 1.4 [2] edellytetään korkeatasoista turvallisuuskulttuuria ydinvoimalaitoksen suunnittelussa, rakentamisessa ja käytössä. Ydinvoima-alalla turvallisuuskulttuurin yhteydessä viitataan yleensä IAEA:n ohjeisiin, joissa ryhdyttiin Tshernobylin ydinonnettomuuden jälkeen korostamaan organisatoristen tekijöiden turvallisuusmerkitystä. IAEA on määritellyt turvallisuuskulttuurin INSAG-4 raportissaan [3] seuraavasti: *”Turvallisuuskulttuuri muodostuu organisaation toimintatavoista ja yksittäisten ihmisten asenteista, joiden tuloksena ydinvoimalaitosten turvallisuuteen vaikuttavat tekijät saavat kukin tärkeytensä edellyttämän huomion ja ovat etusijalla päätöksiä tehtäessä”*.

Arvioitaessa sitä, onko jollain organisaatiolla ”hyvä” tai ”huono” turvallisuuskulttuuri, kiinnitetään käytännössä huomiota ainakin seuraaviin asioihin (INSAG-15) [4]:

- Johdon näkyvä sitoutuminen turvallisuuteen.
- Konservatiivinen päätöksenteko eli epävarmassa tilanteessa valitaan turvallisempi vaihtoehto.
- Ohjeiden ja sääntöjen noudattaminen.
- Poikkeamien raportointi ja pyrkimys niistä oppimiseen.
- Turvallisuutta uhkaavan toiminnan kyseenalaistaminen.

Hyvän turvallisuuskulttuurin tunnusmerkkejä voidaan tarkastella niin ydinvoimalaitosten käyttöä kuin rakentamiseen osallistuvien alihankkijoiden toimintaakin arvioitaessa. Tärkeää on, minkälainen suhde turvallisuuteen otetaan ja miten se näkyy käytännön työssä.

IAEA on esittänyt, että turvallisuuskulttuuria voi olla eritasoista [5]. Kehittyneimmässä turvallisuuskulttuurissa jokaisen organisaation jäsenen katsotaan voivan vaikuttaa turvallisuuteen. Työntekijöiden asenteisiin ja käyttäytymiseen pyritään vaikuttamaan mm. koulutuksella, viestinnällä ja johtamisella. Kehittyneeseen turvallisuuskulttuuriin kuuluu, että turvallisuutta ei korosteta ainoastaan julkisuussyistä ja ulkoisten paineiden takia.

2.2 Turvallisuuskulttuuri ydinvoimalaitoksen rakentamisessa

Ydinvoimalaitoksen rakentamisvaiheen aikana luodaan tekniset ja organisatoriset edellytykset sille, että laitos toimii turvallisesti.

Ydinvoima-alalla vakiintunut ja käytännössä koeteltu peruseriaate on turvallisuuden syvyysuuntainen varmistaminen. Sen ensimmäinen tavoite on laitoksen häiriötön käyttö. Tämä edellyttää, että laitteiden luotettava toiminta ja korkea laatu varmistetaan sekä turvallisuusluokiteltujen järjestelmien että sähkön tuotantoon tarvittavan prosessin osalta. Hyvään turvallisuuskulttuuriin kuuluu, että työmaalla toimitaan kaikilta osin huolellisuutta ja yhdenmukaisia järjestelmällisiä menettelytapoja noudattaen erottelematta sitä, onko kyse ydinturvallisuuden kannalta merkityksellisten tai vähemmän merkityksellisten rakenteiden tai laitteiden rakentamisesta tai asentamisesta. Tämän lisäksi turvallisuusluoki-

10.7.2006

teltujen laitteiden laatu ja luotettavuus varmistetaan turvallisuusluokan mukaisilla lisävaatimuksilla. Nämä laitteiden erityisvaatimukset otetaan huomioon mm. rakenteiden mitoituksessa, materiaaliominaisuuksissa, tyyppitesteissä ja laadunvalvontaohjelmassa.

Rakentamisvaiheen aikana tulee myös ottaa huomioon, että luodaan kulttuuri ja toimintatavat, jotka ovat ainakin osittain pohjana laitoksen käytölle. Laitoksen rakentaminen ja sen osien valmistaminen ovat siis yhtä lailla turvallisuuskriittistä toimintaa kuin laitoksen käyttö.

Ihmisten ja organisaatioiden tehokas ja luotettava toiminta on ensisijaisen tärkeä osa turvallisuuden varmistamista. Ihmisten ammattitaito ja valppaus sekä organisaatioiden kyky avoimesti käsitellä asioita voivat paljastaa ja ehkäistä ennalta esimerkiksi suunnittelun heikkouksia tai valmistuksesta aiheutuvia epävarmuustekijöitä. Toisaalta osaamattomuus ja valmistusprosessissa tehtyjen virheiden salaaminen voivat heikentää laatua tavalla, jota ei ole helppo havaita lopputuotteesta.

Ydinvoimalaitoksen rakentamisesta kokonaisvastuuta kantavan organisaation tehtävänä on varmistua, että jokainen rakentamiseen osallistuva organisaatio ja henkilö ymmärtävät työhönsä kohdistuvat laatuodotukset. On epärealistista odottaa, että kaikki rakennustyömaalla tai komponenttien valmistuksessa toimivat henkilöt mieltävät itse ja itsestään selvänä työnsä merkityksen osana ydin- ja säteilyturvallisuuden varmistamista. Sen vuoksi heille on järjestettävä koulutusta työn turvallisuusmerkityksestä ja laatuun kohdistuvista odotuksista.

Rakennus- ja konepajateollisuudessa turvallisuuskulttuuri liitetään useimmiten työturvallisuuteen. Ydinvoimalaitosta rakennettaessa myös turvallisuuden laajemman merkityksen ja siitä seuraavien toimintatapavaatimusten tiedostaminen on tärkeää. Kussakin työtehtävässä työntekijöiden on syytä tietää, mitkä lopputuotteen ominaisuudet ovat turvallisuudelle tärkeitä ja kunkin työkohteen kannalta erityisten turvallisuuteen vaikuttavien seikkojen esille tuominen ennen työn aloittamista on perusteltua. Myös yleiskuva ydinvoimalaitoksen turvallisuuden varmistamisessa noudatettavista periaatteista ja ydinvoimalan toimintatavoista auttaa hahmottamaan omaan työhön kohdistuvia odotuksia.

Turvallisuuskulttuuria rakennettaessa on työntekijöiden koulutuksessa sekä perehdytyksessä korostettava tuttuja perusarvoja: vastuullisuutta oman työn moitteettomasta tekemisestä ja ammattiylpeyttä korkean laadun saavuttamiseen vaadittavasta osaamisesta. Lisäksi jokaisen pitää tuntea vastuunsa siitä, että myös muilla projektiin osallistuvilla on mahdollisimman hyvät edellytykset onnistua omissa työvaiheissaan. Tärkeätä on tehdä selväksi avoimuusperiaate rakentamisessa ja valmistuksessa havaittujen poikkeamien esiin nostamiseksi ja se, että jokaisella projektiin osallistuvalla henkilöllä on oikeus ja velvollisuus puuttua poikkeamiin. Epäselvissä ja ennakoimattomissa tilanteissa on ymmärrettävä keskeyttää työsuoritus ja selvittää ongelmat ennen työn jatkamista. Ydinvoimalaitoksen rakentamisessa yleiset tavoitteet ovat siis samanlaiset kuin käytön aikana: tavoitteena on mahdollisimman hyvin suunniteltu, toteutettu ja dokumentoitu työsuoritus eikä välinpitämätöntä suhtautumista ongelmiin tai lopputuotteen laatuun pidä hyväksyä.

10.7.2006

3. ESIMERKKITAPAUKSET

Tutkintaryhmä arvioi TVO:n, laitostoimittajan ja STUKin toimintaa kolmen esimerkiksi valitun tapauksen avulla. Tutkintaraportissa viitataan yleisesti laitoksen toimittavan konsortion (CFS) toimintaan mutta myös FANPin toimintaan yhteyksissä, joissa tutkintaryhmä pystyi erottelemaan kummasta konsortion osapuolesta oli kyse. Esimerkkitapaukset ovat betonisen pohjalaatan valu, reaktorin suojarakennuksen teräsvuorauksen valmistus sekä polarnosturin ja suojarakennuksen materiaalisulun valmistajan valinta ja suunnittelun käynnistyminen. Seuraavaksi kuvataan taustatiedot ja tapahtumien kulku näissä kolmessa tapauksessa.

3.1 Betoninen pohjalaatta

3.1.1 Taustatietoa pohjalaatasta

Betonin valmistuksesta vastanneet sopimusosapuolet

Sopimusosapuolet olivat rakennuttaja (Framatome ANP, FANP), pohjalaatan rakennesuunnittelija (Finnprima Oy), betonin toimittaja (Forssan Betoni Oy) ja valutyön tehnyt urakoitsija (Hartela Oy).

Pohjalaatalle asetetut vaatimukset ja laatan rakenne

Reaktorirakennuksen, turvallisuusrakennuksien ja polttoainerakennuksen pohjalaatta on yhteinen kaikille näille rakennuksille.

Pohjalaatan mitoituksessa käytetyt suunnitteluvaatimukset on määritelty FANP osana suojarakennuksen suunnittelua. Olennainen turvallisuusvaatimus on, että laatta kestää normaalisti odotettavien kuormitusten ohella mahdollisiin onnettomuuksiin liittyvät dynaamiset kuormat (iskut, värähtelyt) ja suojarakennuksen sisäisen ylipaineen. Laatta on siis mitoitettu rakennusaikaisten kuormien, käyttötilanteen kuormien, laitoksen sisäisistä onnettomuuksista tai siihen ulkoa päin kohdistuvista törmäyksistä aiheutuvien kuormien ja maanjäristyksen suhteen. Vaatimuksena on ollut myös koko laattaaan perustuvan rakenteen kaatumisvarmuus maanjäristyksen ja törmäyskuormien suhteen. Suunnitteluvaatimukset on hyväksytty STUKissa osana suojarakennuksen ennakkotarkastusaineistoa.

IAEA:n laadunvarmistusta koskeva turvallisuusstandardi 50-C-QA [6] edellyttää, että ydinvoimalaitoksen laadunhallintajärjestelmässä toiminnoille asetettavia vaatimustasoja määriteltäessä käytetään asteittaista lähestymistapaa (graded approach) laitoksen elinkaaren kaikkien vaiheiden aikana. Rakentamisen laadunvarmistuksen ja valvonnan taso ja tarve määräytyy sekä kohteen ydinturvallisuusluokituksen että rakentamismääräysten mukaisen rakenneluokan perusteella

Ydinturvallisuusluokituksessa pohjalaatan turvallisuusluokka on TL3 turvallisuusrakennusten ja polttoainerakennuksen alapuoliselta osalta ja TL 2 reaktorirakennuksen osalta. TVO:n ehdotuksesta STUKin päätöksen mukaan pohjalaatan koko betonointi- ja raudoi-

10.7.2006

tustyöt on kuitenkin tehty ja tarkastettu noudattaen samoja ohjeen YVL 4.1 mukaisia turvallisuusluokan TL 2 vaatimuksia [7].

Betoninormien mukaan pohjalaatta kuuluu rakenneluokkaan 1. Rakenteet ja rakenneosat saa lukea tiettyyn luokkaan kuuluviksi, kun noudatetaan kyseiseen luokkaan kuuluvia suunnittelu- ja työnsuoritusohjeita. Rakenteiden suunnittelijalla ja betonityönjohtajalla tulee olla käytettävän rakenneluokan pätevyys. Rakenteet ja rakenneosat, joiden suunnittelun katsotaan vaativan erityistä pätevyyttä tai niiden rakenteellisen toiminnan varmistaminen edellyttää erityistä huolellisuutta, toteutetaan rakenneluokassa 1.

Pohjalaatta on 103,1 m leveä ja 100,8 m pitkä. Sen paksuus reaktorirakennuksen alla on 3,15 m ja turvallisuusrakennusten alapuolella 1,5 m. Laatta on perustettu koko alueeltaan kallion (suunnittelulujuus 140 MPa) varaan. Louhitun kalliorakenteen päälle on ensin valettu n. 1,5 m paksu tasausvalu (lujuusluokka K40). Tasausvalua ja laattaa ei ole ankkuroitu kallioon. Pohjalaatan betonin lujuusluokka on K40-1 (puristuslujuus 40 MPa, rakenneluokka 1), betoniteräksset ovat harjateräksiä A500 HW (myötöraja 500 MPa). Suunniteltu käyttöikä on 65 vuotta ja rasitusluokat ovat XC2, XS1 ja XA1, mitkä tarkoittavat karbonaattisoitumisen, kloridien ja sulfaattien aiheuttaman kemiallisen rasituksen kestävyyttä.

Pohjalaatan rakennesuunnittelu

Rakenteiden yksityiskohtaisen suunnittelun on tehnyt Finnprima Oy noudattaen Suomen rakentamismääräyskokoelman (RakMK) osan B4 sekä betonirakenteita koskevan Euronormin prEN 1992-1-1, April 2003 vaatimuksia. Pohjalaatan suunnitteluvaatimusten täyttyminen on varmistettu Finnprima Oy:n raporttoimien ja STUKin tarkastamien rakennelaskelmien nojalla. Rakennelaskelmat perustuvat lineaarisiin (kimmoteorian mukaisiin) FE-rakenneanalyysiin. Suunnittelutulokset on STUKin vaatimuksesta varmistettu myös epälineaarisilla (rakenteiden halkeamat ja materiaalien plastisoitumisen huomioon ottavilla) analyyseilla.

Pohjalaatan erityispiirteet verrattuna tavanomaisiin betonivaluihin

Pohjalaatta eroaa tavanomaisesta betonirakenteesta massiivisuutensa ja suuren kokonsa takia. Betonointi oli lisäksi tehtävä ilman taukoja, koska reaktorirakennuksen pohjalaataan ei saanut tehdä saumoja. Näin suuret yhtäjaksoisesti tehtävät valut ovat Suomessa erittäin harvinaisia.

Massiivisissa betonirakenteissa hydrataatiolämmön aiheuttamat kovettumisen aikaiset lämpötilat pyrkivät nousemaan huomattavan korkeiksi ja lämpötilan muutokset ovat yleensä suuria. Suuret lämpötilaerot voivat aiheuttaa kovettuvaan rakenteeseen halkeamia ja korkea lämpötila betoniin lujuskatoa. Suurten lämpötilaerojen aiheuttaman halkeamariskin ja korkean lämpötilan aiheuttaman lujuskadon johdosta massiivisissa rakenteissa pyritään rajoittamaan kovettumisen aikana tapahtuvaa lämpötilan nousua. Lämpötilan nousun rajoittamiseksi pohjalaatan betonissa on sideaineessa käytetty runsaasti masuunikuonaa portland-sementin sijaan, koska masuunikuonan lämmöntuotto kovettumi-

10.7.2006

sen aikana on huomattavasti hitaampaa. Runsas masuunikuonan käyttö parantaa myös betonin kemiallista kestävyyttä.

Pohjalaatassa käytettyä betonin koostumusta ei käytetä normaalissa rakentamisessa ja se on tässä mielessä harvinainen. Samantapaisia koostumuksia käytetään lähinnä vain masuunikuonassa rakenteissa. Valmistuksen ja valun kannalta pohjalaatan betonia ei voi pitää erityisen vaikeana edellyttäen että sen koostumus on varmistettu riittävien ennakkokokeiden avulla.

3.1.2 Rakentamisessa yleisesti noudatettava toimintatapa

Betonin koostumuksen suunnittelu

Yleinen menettely betonirakentamisessa on, että rakennesuunnittelija asettaa vaatimukset kovettuneelle betonille. Tavanomaisia rakennesuunnittelijan asettamia vaatimuksia ovat betonin lujuusvaatimus (tässä K40-1) ja säilyvyysvaatimukset (tässä XC2, XS1 ja XA1). Vaatimukset vaikuttavat mm. betonin sideainemäärään (sementti ja masuunikuona) ja vesi-sideainesuhteeseen. Betonin vesi-sideainesuhde vaikuttaa betonin lujuuteen ja betonin säilyvyysominaisuuksiin.

Rakennesuunnittelija ei yleensä aseta vaatimuksia tuoreelle betonille, jolle vaatimukset asettaa valutyön suorittaja – tässä tapauksessa Hartela Oy. Joissakin erikoiskohteissa rakennesuunnittelija voi asettaa valua koskevia lisävaatimuksia. Tyypillinen tapaus on, että hän määrittelee maksimilämpötilan, jota rakenne ei betonin kovettuessa saa ylittää (esim. 55°C). Suomalaiset rakennesuunnittelijat eivät yleensä ole niin hyviä käytännön betoni-asiantuntijoita, että heillä olisi edellytyksiä suunnitella betonin lopullista koostumusta.

Rakentaja (tai valutyön suorittaja) tilaa vaatimukset täyttävän betonin yleensä siten, että se soveltuu toimitettavaksi perille lopulliseen muottiin. Betonin toimittaja vastaa siitä, että betoni täyttää rakennesuunnittelijan asettamat vaatimukset ja lisäksi rakentajan antamat rakenteen valmistukseen (betonin valuuun) liittyvät vaatimukset. Tällaiset vaatimukset koskevat mm. pumpattavuutta, tiivistettävyyttä, notkeutta, sitoutumisaikaa ja lujudenkehityksen nopeutta.

Betonin lopullisen koostumuksen suunnittelee yleensä betonin toimittaja, joka tuntee omat osa-aineensa (erityisesti kiviaineksen) ja jolla on käytettävissään laboratorio suunnittelua tukevien kokeiden tekoa varten. Lopullista koostumusta määritettäessä otetaan aina rakennesuunnittelijan antamien vaatimusten lisäksi huomioon valettavuusvaatimukset. Jotta betoni voidaan valaa ja tiivistää, betonin on oltava hyvin työstettävää, se ei saa erottua ja betonin on oltava vaadittaessa pumpattavaa. Yksityiskohtaisessa betonin koostumuksen suunnittelussa pitää tuntea käytettävä kiviaines ja käyttää tarvittaessa lisäainetta (mm notkistimia ja hidastimia) haluttujen työstettävyyssominaisuuksien saavuttamiseksi.

Jos betonin vesi-sideainesuhde on pienehkö, käytetään betonissa notkistinta betonin pumpattavuuden ja työstettävyyden parantamiseksi. Notkistimet vähentävät kitkaa tuo-

10.7.2006

reen betonin ainesosien välillä valun aikana. Kovettuneen betonin ominaisuuksiin notkistimet eivät vaikuta. Notkistimen määrän täytyy olla hyvin tarkasti oikea halutun vaikutuksen aikaansaamiseksi. Eri valmistajien notkistimet tuottavat halutun vaikutuksen eri pitoisuuksilla, joten ennakkokokeet pitää tehdä erikseen käytettäväksi valituille tuotemerkille.

Notkistimella voidaan vaikuttaa pumpattavuuteen kuitenkin vain rajoitetusti, eikä liian alhaisen vesi-sideainesuhteen vaikutusta voida kompensoida pelkästään notkistinta lisäämällä. Lisäksi kiviaines vaikuttaa merkittävästi pumpattavuuteen. Murskattu kiviaines on pumpattavuuden kannalta huonompaa kuin luonnon kiviaines.

Vaativissa rakennuskohteissa betonin koostumuksen onnistunut suunnittelu on osoitettava ennakkokokein. Betonin koostumusta muutetaan ja hienosäädetään tarvittaessa ennakkokokeiden tulosten perusteella. Muutosten jälkeen ennakkokokeet pitää uusida. Mitä enemmän betonikoostumus poikkeaa tavanomaisesti käytetyistä, sitä enemmän koostumuksen määrittäminen vaatii työtä ja ennakkokokeita. Betonin lopullisen koostumuksen määrittäminen on aina ”iterointia”.

Pumpattavuuskoe tehdään yleensä viimeisenä. Tällöin on jo varmistuttu muilla kokeilla, että betonin ominaisuudet täyttävät vaatimukset. Jos pumpattavuudessa on ongelmia, betonikoostumusta muutetaan ja kokeita uusitaan.

Jos ennakkokokeiden perusteella osoittautuu, että vaatimukset täyttävää betonia ei pystytä annettujen koostumusta koskevien rajoitusten perusteella valmistamaan ja valamaan, ottaa betonin toimittaja yhteyden rakennesuunnittelijaan. Rakennesuunnittelija ja betonin toimittaja sopivat yhdessä tarvittavat muutokset koostumusta koskeviin rajoituksiin.

Betonin laadunvalvonta

Laadunvalvontasuunnitelmassa määrätään valmistuksen aikana tehtävät laadunvalvontakokeet, niiden määrä ja dokumentointi. Laadunvalvontasuunnitelmaa tehtäessä on otettava huomioon valun vaativuus, koko ja olosuhteet. Valun aikana tuoreelle betonille tehdään kokeita laadunvalvontasuunnitelman mukaan betoniasemalla ja valupaikalla sekä valmistetaan laadunvalvontasuunnitelman edellyttämät koekappaleet kovettuneen betonin ominaisuuksien tutkimista varten.

Valmiin (kovettuneen) rakenteen betonin laatu voidaan aina tutkia rakenteesta irrotettavien näytteiden avulla. Halutuista kohdista rakennetta porataan näytteitä tarpeellinen määrä. Poratuista näytteistä valmistetaan halutun ominaisuuden tutkimista varten koekappaleet, jotka testataan yleensä standardien mukaan. Jollei tiettyyn tarkoitukseen sopivaa standardia ole, käytetään muita yleisesti käytössä olevia tutkimusmenetelmiä. Näin voidaan määrittää mm. betonin puristuslujuus ja huokoisuus.

Betonin sisäistä rakennetta voidaan tutkia valmistamalla poratuista näytteistä ohuthieitä, jotka tutkitaan mikroskooppisesti.

10.7.2006

3.1.3 Työnjako ja toiminta Olkiluodossa

Betonin toimittajan ja pohjalaatan urakoitsijan valinta sekä betonin toimitussopimus

Konsortio käynnisti betonin toimittajan valintaprosessin syksyllä 2004. Asiaa hoiti tuolloin Saksassa työskennellyt konsortion työntekijä, joka myöhemmin toimi työmaalla FANPin betoniaseman valvojana. Betonin toimitusta koskeva tarjouspyyntö lähetettiin neljälle laitostoimitussopimuksessa mainitulle potentiaaliselle toimittajalle. Haastatteluisa saadun tiedon mukaan tarjouspyynnössä esitettiin tekniset spesifikaatiot ja liitteenä ohje YVL 4.1 [7]. Tarjouspyynnössä ei esitetty muita vaatimuksia, joissa olisi tullut esille erityisesti ydinvoimalan rakentamiseen liittyviä laadunvalvontaa koskevia vaatimuksia (esim. vaatimus laboratoriosta) tai muita erityisvaatimuksia kuten mainintaa IAEA:n turvallisuusstandardista IAEA 50-C-QA.

Betonin toimittajaksi konsortio FANP-Siemens (CFS) valitsi neljästä ehdolla olleesta ilmeisesti hinnan perusteella Forssan Betonin, vaikka yrityksen pienuus koettiin valinnan yhteydessä riskiksi. Forssan Betonilla oli kuitenkin aikaisemmin ollut isoja työkohteita, mm. siltoja ja voimalaitoksia, ja CFS:n mukaan se täytti valintaperusteet.

Forssan Betonilta ei sopimusta tehtäessä vaadittu voimassa olevaa sertifioitua ISO 9001 laatujärjestelmää, vaikka useimmilla muilla ehdokkailla oli jo tuolloin ISO 9000-pohjainen laatujärjestelmä. Sopimuksen teon yhteydessä edellytettiin että laatujärjestelmä tehdään myöhemmin. Forssan Betoni ilmoitti, että sillä oli ISO 9001:2000 sertifiointi työn alla ja että sertifikaattia haettaisiin betonitoimitusten aikana. Konsortio tulkitsi, että ohjeen YVL 4.1 liitteessä 1 mainittu Suomen rakentamismääräysten mukainen kuuluminen Ympäristöministeriön hyväksymän toimielimen tarkastuksen piiriin (SFS-Inspecta) olisi riittävä laadun tae. TVO:lla ei ollut huomauttamista valitun toimittajan suhteen.

Turvallisuuskulttuuria koskevaa koulutusta ei Forssan Betonin henkilöstölle annettu missään yhteydessä ennen pohjalaatan valua. Työmaan aluetulokoulutuksen ja sen sisältämän työturvallisuuskoulutuksen, joka on ehtona työmaan kulkuluville, katsottiin kaikkien osapuolten (FANP, TVO, Forssan Betoni) taholta riittäväksi.

Forssan Betonin edustajalta saadun tiedon mukaan betonin toimitussopimuksessa edellytettiin, että betoni tuli tilata asemalta aina kaksi viikkoa ennen valun alkua riippumatta valun koosta. Isoissa valuissa betonin tilaus kaksi viikkoa ennen valua on perusteltu. Sen sijaan pienissä valuissa FANPin itselleen asettama vaatimus tilauksesta kaksi viikkoa aikaisemmin on epätavallinen. Toinen yleisestä käytännöstä poikkeava piirre sopimuksessa oli, että betonin toimittajalle ei määritelty vastuuta betonin pumpattavuudesta ja valukelpoisuudesta. Betonin pumppaamisesta ja muottiin valamisesta vastasivat täysin rakennuttaja FANP ja sen toimeksiannosta valutyöt tehnyt urakoitsija. Nämä seikat viittaavat siihen, että sopimuksen tekijät eivät tunne hyvin käytännön toimintaa rakentamishankkeissa.

Pohjalaatan valun urakoitsijaksi FANP valitsi useasta ehdokkaasta Hartelan. Valinnassa vaikutti voimakkaasti TVO:n toivomus saada työmaalle suomalaisia urakoitsijoita.

10.7.2006

TVO:n edustajien mukaan laitostoimitussopimuksessa on määritelty, että vastuu betoniasemasta, betonin koostumuksesta ja betonin valamisesta kuuluu täysin FANPille ja TVO vain valvoo töitä tilaajan ominaisuudessa.

Betoniasemat

Forssan Betoni pystytti betonitoimituksia varten kolme betoniasemaa. Betoniasemat Olkiluoto 1 ja 2 sijaitsevat voimalaitostyömaan välittömässä läheisyydessä ja asema 3 Interrockin alueella. Betoniasemat Olkiluoto 1 ja 2 ovat uusia, asema 3 on valmistettu vuonna 1999. Betoniasema 3 toimitti betonit vesitunnelihin ja satamaan, joissa TVO toimi rakennuttajana ja Lemcon urakoitsijana ennen työmaan luovuttamista konsortiolle.

SFS-Inspecta Sertifiointi Oy teki 17.9.2004 alkutarkastuksen Interrockin alueella olevalle betoniasemalle ja hyväksyi sen tarkastuksen piiriin 30.09.2004. SFS Inspecta Sertifiointi Oy teki 15.3.2005 alkutarkastuksen myös Olkiluodon uusille betoniasemille 1 ja 2 ja hyväksyi ne tarkastuksen piiriin 16.3.2005. SFS Inspecta valvoo hyväksynnän jälkeen asemien laatua tekemällä sinne tarkastuksia muutaman kerran vuodessa.

TVO teki ennen pohjalaatan valua betoniasemille 1 ja 2 useita tarkastuksia. Asemilla ei tuolloin vielä ollut betonin tuotantoa. TVO:n puolelta tarkastuksiin osallistui betonivalmistuksen valvoja ja laadunvalvonnan edustaja. Tarkastuksia varten oli käytössä tarkastuslistat, joiden avulla tarkastuksessa käsiteltävät asiat käytiin läpi. Tarkastuksista laadittuihin muistioihin kirjattiin pieniä puutteita tai huomautuksia.

Betoniasemalle 1 (29.-30.3.2005) ja betoniasemalle 2 (11.4.2005) tehdyissä TVO:n tarkastuksissa laitosten tilat olivat vielä viimeistelemättömät, mutta puutteiden ei katsottu olevan esteenä betonin tuotannolle. Laboratorio sekä materiaalien ja koekappaleiden säilytys oli vielä Interrockin alueella. Prosessin kameravalvonnan todettiin puuttuvan. Vesi-johtoa ei ollut toistaiseksi kytketty eikä vesisäiliön tuentaa ollut tehty. Laadunvalvonnan osalta todettiin laatuksikirjan ja laadunvalvontatulosten graafisen esitystavan puuttuminen. Tarkastuksista laaditut muistiot TVO lähetti saatteella 19.4.2005 FANPille toimenpiteitä varten.

TVO oli tehnyt jo aiemmin tarkastuksia myös Interrockin alueella sijaitsevalle betoniasemalle 3. Joulukuussa 2004 tehdyssä seurantatarkastuksessa todettiin sementin vastaanoton poikkeavan betoninormista (By50). Betoniaseman käyttöpäiväkirja oli tarkastusajankohtana vielä kehittelyvaiheessa. Tarkastuksessa todettiin, että asemalta puuttui laadunvalvontatulosten graafinen esitys ja TVO:n aiemmin edellyttämä tärytysrajan mitalaitteisto (tärytysrajan mittausta ei edellytetä erikseen normissa). TVO totesi nämä puutteet korjatuiksi uusintatarkastuksessa 20.1.2005, eikä betoniaseman osalta ollut esteitä turvallisuusluokkaan 3 kuuluvien tulotunnelien suuaukon betonirakenteiden valmistukselle.

Forssan Betonin pääkonttoriin tehtiin TVO:n ja FANPin toimesta auditointi 4.5.2005. Forssan Betonin toiminnassa todettiin kolme merkittävää poikkeamaa, jotka yhdessä havaittujen neljän vähäisen poikkeaman kanssa osoittavat yrityksen laatu järjestelmän ja sen

10.7.2006

mukaisen toiminnan olleen auditin ajankohtana vielä osin suunnitteluvaiheessa. Standardin ISO 9001 mukainen laadunhallintajärjestelmä oli valmisteilla ja järjestelmä oli suunniteltu sertifioitavan muutaman kuukauden sisällä. Merkittäviksi poikkeamiksi luokiteltiin myös asiakirjojen kirjaamisessa todetut puutteet ja puutteet Forssan Betonin, tilaajan ja suunnitteluorganisaation rajapintojen määrittelyssä. Forssan Betonille tulevien ja sen tilaajalle tai alihankkijoille toimittamien dokumenttien kirjaaminen ei sisältynyt asiakirjojen käsittelyrutiiniin. Rajapintojen määrittelyn puutteista johtuen Forssan Betonilla oli käytössä betonispesifikaatio, joka ei ollut virallisesti FANPin hyväksymä.

Vähäisempinä poikkeamina auditissa todettiin, että OL3 betoniaseman ja Forssassa olevan Forssan Betonin pääkonttorin välille ei ollut luotu virallista raportointimenettelyä laatuun liittyvistä asioista. Edelleen auditissa todettiin puutteita Forssan Betonin suorittamien testien tulosten tarkastuksen ja hyväksynnän dokumentoinnissa. Forssan Betoni ei kuvannut laatujärjestelmässään yksityiskohtaisemmin betonin jäljitettävyyteen liittyviä menettelyjä. Laatutallenteiden saatavuutta ei varmistettu eikä IAEA:n laatustandardien vaatimuksia huomioitu laadunhallintajärjestelmässä.

Forssan Betoni sai ISO 9001 sertifikaatit vasta pohjalaatan valun jälkeen 14.2.2006. Olkiluoto 1 ja 2 betoniasemilla on voimassa NQA certificate n:o 20620/7 ja betoniasemalla 3 (Interrockin alueella) on NQA certificate n:o 20620/6.

Betonin koostumuksen suunnittelu ja ennakkokokeet

Pohjalaatan rakennesuunnittelijana toimineen Finnpriman palveluksessa on betoniasiantuntija (Asiantuntija A), jolla on kokemusta massiivisista betonirakenteista. Näin ollen hän antoi tavanomaisten lujuus- ja säilyvyysvaatimusten lisäksi myös sideaineiden enimmäismäärät lämmöntuoton rajoittamiseksi. Pohjalaatan koostumuksen suunnittelussa huomioitiin betonin tekniset vaatimukset ja laatuvaatimukset, joita olivat mm. betonin puristuslujuus- ja rasitusluokkavaatimukset (säilyvyysvaatimukset). Suunnittelija antoi spesifikaatioissa rasitusluokkavaatimukset täyttävät sideainemäärät (sementti 80 kg/m^3 , masuunikuona 240 kg/m^3) ja vesi-sideainesuhteen (0,45). Lisäksi suunnittelija antoi sideaineen maksimimäärän (320 kg/m^3). Sideaineen maksimimäärä annettiin siksi että kysymyksessä oli massiivinen rakenne, ja kovettumisen aikaisia lämpötiloja oli tarpeen rajoittaa halkeamariskin aiheuttavien lämpöjännitysten rajoittamiseksi. Myös Forssan Betoni varmisti omilla tarkasteluillaan, että lämmöntuotto ei muodostu liian suureksi. Betonin vesi-sideainesuhteen määrittelyssä otettiin huomioon suhteen vaikutus betonin lujuuteen ja betonin säilyvyysominaisuuksiin. Jos betonin vesi-sideainesuhde on suurempi kuin suunniteltu, ts. betonissa on käytetty enemmän vettä kuin on suunniteltu, betonin lujuus ja säilyvyysominaisuudet huononevat.

Asiantuntija A ei määritellyt betonin yksityiskohtaista lopullista koostumusta eikä FANP ollut sitä Finnprimalta tilannutkaan. Asiantuntija A ei voinut ottaa suunnittelussa huomioon esim. pumpattavuutta, koska hän ei tuntenut kiviaineksia eikä tiennyt pumppauspi-tuuksia. Asiantuntija A totesi myös keskustelussa, että hänen antamansa suunnitelma ei ollut tarkoitettukaan lopulliseksi betonin koostumukseksi, vaan hän antoi teknisten ja laatuvaatimusten perusteella ehdot (spesifikaatiot), jotka lopullisen koostumuksen tuli täyt-

10.7.2006

tää. Betonin koostumuksen yksityiskohtainen suunnittelu jäi betonin toimittajan tehtäväksi.

Forssan Betonin betoniaseman toiminnasta vastaavan projektipäällikön (tästä lähtien betoniaseman päällikkö) kertoman mukaan Asiantuntija A määräsi betonin koostumuksen sideaineiden osalta "kilon tarkkuudella", eikä Forssan Betonilla ollut hänen mukaansa mahdollisuutta vaikuttaa betonin koostumukseen käytännössä ollenkaan. Haastattelussa betoniaseman päällikkö kuitenkin kyseenalaisti Asiantuntija A:n pohjalaatalle asettamat vaatimukset (lähinnä säilyvyyttä koskevat) ja kyseenalaisti myös tällä perusteella koko suunnitelman. Hänen mielestään annetusta betonin koostumuksesta ei saada asetettujen erittäin tiukkojen rajojen johdosta millään hyvin pumpattavaa.

Asiantuntija A myönsi haastattelussa, että hänen antamansa vesi-sideainesuhde 0,45 johtaa sideaineen määrän rajoituksen kanssa niin pieneen betonin vesimäärään, että ilman hyvää notkistinta betonista ei saada kunnolla työstettävää. Betonin koostumusta olisi hänen mukaansa voinut muuttaa paremmin työstettäväksi ja pumpattavaksi mm. lisäämällä sekä sideainetta että vettä. Forssan Betonin mukaan kuitenkin sekä asiantuntija A että FANP nimenomaan kielsivät tämän menettelyn useassa yhteydessä. Betoniaseman päällikkö kertoi haastattelussa havainneensa betonin työstettävyydessä ongelmia ja olleensa tästä johtuen yhteydessä Asiantuntija A:han. Tämä oli kehottanut vaihtamaan notkistimen.

Forssan Betoni teki ennakkokoeohjelman ja ennakkokokeet. Ennakkokoeohjelma ja koetulokset hyväksyttiin FANPin taholta 25.05.2005 ja TVO:n taholta 17.06.2005. Forssan Betoni on koetulosraportin (päiväty 24.5.2005) johtopäätöksissä huomauttanut, että sideaineen määrän pienentäminen pitämällä vesi-sideainesuhde samana (0,45) johtaa mahdollisesti erittäin kuivaan betonin koostumukseen, jota on erittäin vaikea valaa ja mahdollonta pumpata. Forssan Betonin edustaja ilmoitti tutkintaryhmälle, että he ehdottivat myös pumppaustestien järjestämistä, mutta ehdotukseen ei vastattu.

Forssan Betonin mukaan heillä ei ollut lupaa olla suoraan yhteydessä suunnittelijaan, vaan kaikki informaatio tuli toimittaa FANPin kautta.

Koeohjelma ja koetulokset toimitettiin STUKiin tiedoksi. STUK ei hyväksy betonikoostumusta erikseen. STUK antaa hyväksynnän valun aloittamiselle betonointivalmiuden tarkastuksessa, eikä ohjeen YVL 4.1 mukaan hyväksytyä betonikoostumusta ei saa muuttaa betonoinnin aikana.

Pohjalaatan betonin koostumusta koskien TVO pyysi FANPilta alustavia tuloksia peruslaatan betonin kokeista, tuoreen betonin tuloksia ja testituloksia uudella notkistimella ja muistutti useaan otteeseen kesäkuun ja syyskuun välillä kirjallisesti konsortiota YVL-ohjeista ja STUKin mukanaolosta betonin hyväksymisessä. TVO:n tekemässä muistutuksessa käsiteltiin mm. työstettävyyttä ja valettavuutta sekä sitä, että jos hyväksytyn betonin koostumusta muutetaan, on ennakkokokeet tehtävä uudelleen ja tulokset toimitettava STUKiin tiedoksi ennen betonoinnin aloitustarkastusta.

10.7.2006

Ennakkokokeita ei ollut saatujen tietojen mukaan seuraamassa kukaan ulkopuolinen. Ulkopuolinen seuranta ei yleensä ole käytäntö. Kymenlaakson ammattikorkeakoulua (KyAMK) edustaneen FANPin palkkaaman Asiantuntija B:n ilmaiseman käsityksen mukaan notkistimen vaihdon johdosta tehdyissä ennakkokokeissa on ollut suurempi vesimäärä kuin suunnitellussa betonin koostumuksessa. Käsitys perustuu KyAMK:n ja Forssan Betonin tekemien puristuslujuuskokeiden tulosten vertailuun. KyAMK:n tekemissä puristuslujuusmäärityksissä on saatu samoja lujuuksia kuin Forssan Betonin valmistamista koekappaleista. KyAMK:n koekappaleet valmistettiin betoniasemalla valmiista betonimassasta pohjalaatan valun aikana, ja niissä vesimäärä oli suurempi kuin suunnitellussa ja hyväksytyssä betonin koostumuksessa. Näiden koekappaleiden annosten vesimäärät Asiantuntija B selvitti annosraporteista ja kiviaineksen kosteuspitoisuuden mittauksista.

Asiantuntija B:n mukaan suunniteltu betonin koostumus on määrätty liian ”tiukasti”. Ennakkokokeita suunniteltaessa ei ole otettu huomioon osa-aineiden laadun vaihteluja.

Sekä FANPin työmaapäällikön varamiehen että Finnpriman Asiantuntija A:n mukaan Forssan Betoni ei tuonut riittävän selvästi esille, että suunniteltu betonin koostumus on määrätty liian ”tiukasti”, eikä siitä saada ilman muutoksia hyvin työstettävää ja pumpattavaa. Forssan Betonin ilmaisema huoli on kuitenkin nähtävissä myös STUKille tiedoksi toimitetussa 24.5.2005 päivätyssä tulosraportissa ja saman raportin Forssan Betonilta saadussa kopiassa, jossa se näkyy yliviivattuna (Forssan Betonin mukaan yliviivauksen on tehnyt FANP).

Havainnot ja tapahtumat ennen reaktorirakennuksen pohjalaatan valua

TVO:n urakoimana tehtiin laitosalueella rakennustöitä useassa kohteessa ennen kuin konsortio aloitti laitoksen varsinaisen rakentamisen. Rakennettiin mm. vesitunneleita ja satama. Forssan Betonin Interrockin alueella toimiva betoniasema 3 toimitti näihin betonit. Betonin koostumusta koskevat vaatimukset määritteli sama Finnpriman Asiantuntija A, joka oli mukana myös pohjalaatan betonin koostumuksen suunnittelussa.

TVO:n työmaapäällikön mukaan myös TVO:n urakoimissa rakennustöissä betonin pumppauksessa oli alussa vaikeuksia ja betonin koostumusta jouduttiin hienosäätämään fillerin (kiviaineksen hienojakoisin osa) määrää säätämällä. Betoniaseman päällikkö vahvisti tämän tiedon. Betonin koostumuksen säädön jälkeen valut onnistuivat suunnitellusti.

Ennen pohjalaatan valujen aloittamista tehtiin pohjan tasausvaluja. Maaliskuussa 2005 tasausvaluja tehtiin FANPin edustajan mukaan pohjalaatan betonikoostumuksella ja tällöin tehtiin pohjalaatan betonille pumppauskoe. Forssan Betonin edustaja oli kutsuttu katsomaan pumppauskoetta. Tasausbetonin valujen yhteydessä todettiin betonin laadussa (notkeudessa) vaihteluja ja erottumista. Myös Hartelan valua suorittaneet työntekijät toivat esille useaan otteeseen betonin laadun vaihtelun. FANPin taholta uskottiin, että yhteydenottojen ja huomautusten jälkeen betonin laadunvaihtelut korjataan ja laatu saadaan kuntoon. Forssan Betonin mukaan ongelmia ei kuitenkaan yksilöity niin, että ne olisi voitua korjata eikä sen kirjalliseen pyyntöön FANPin esittämien huomautusten tarkentamisesta vastattu.

10.7.2006

Polttoainerakennuksen UFA (valettu 12.–14.8.2005) ja turvallisuusrakennusten 2-3 UJH/UJK (valettu 1.–2.9.2005) pohjalaatan betonoinnin yhteydessä todetun notkeuden vaihtelun johdosta reaktorirakennuksen pohjalaatan valuu vaihdettiin notkistin, joka kokemusten mukaan on vähemmän herkkä annostelutarkkuudelle. Lisäksi otettiin käyttöön hidastin, jotta edellinen valukerros ei ehdi sitoutua ennen uuden valua. Uudella notkistimella ja hidastimella tehtiin 15.9.2005 uudet ennakkokokeet, kuten ohje YVL 4.1 edellyttää. Ennakkokokeissa määritettiin puristuslujuus, notkeus ja sitoutumisaika. Pumpauskoetta ei tehty.

Ensimmäisessä reaktorirakennuksen betonointitöiden aloitusvalmiuden tarkastuksessa 23.9.2005 oli käytävissä vasta 7 vuorokauden betonin puristuslujuudet. TVO:n taholta todettiin tällöin, että käytävissä olevien puristuslujuustulosten perusteella ei voida olla varmoja, että vaadittu lujuus saavutetaan 91 vuorokauden päästä eikä betonitöiden aloitusvalmius niin ollen ollut riittävä. FANP ja TVO päättivät pitää seuraavan tarkastuksen 26.9.2005.

Tarkastustilaisuudessa 26.9.2005 FANP arvioi lisätulosten perusteella betonin lujuuden kehitystä ja vaaditun lujuuden (91 vrk) saavuttamista. TVO:n taholta arvioita ei pidetty vielä riittävän luotettavana. FANP ja TVO sopivat yhdessä, että seuraava tarkastustilaisuus pidetään 30.9.2005, jolloin 15 vuorokauden puristuslujuudet ovat käytävissä.

STUK antoi valuluvan reaktorirakennuksen pohjalaatalle 30.9.2005. Betonin lujuuden hyväksyntä perustui tällöin 15 vuorokauden puristuslujuustuloksiin ja niiden perusteella tehtyyn FANPin asiantuntijoiden esittämään arvioon 28 ja 91 vuorokauden lujuuksista sekä lujuuden vaihtelurajoista.

Reaktorirakennuksen pohjalaatan valu

Pohjalaatta valettiin kolmessa osassa seuraavasti:

- Elokuussa polttoainerakennuksen UFA pohjalaatta, 12.–14.8.2005. Valun koko noin 1500 m³
- Syyskuussa turvallisuusrakennusten 2-3UJH/UJK pohjalaatta, 1.–2.9.2006. Valun koko noin 2000 m³.
- Reaktorirakennuksen UJA sekä turvallisuusrakennusten 1 ja 4UJH/UJK pohjalaatta 3.–8.10.2005. Valun koko noin 12 000m³.

Polttoainerakennuksen UFA ja turvallisuusrakennusten 2-3UJH/UJK pohjalaatan betonoinnin yhteydessä todettiin betonin notkeudessa kuormakohtaista vaihtelua, josta oli tehty havaintoja tasausvalujen aikana (STUKin muistio 6.3.2006). Vaihtelun tulkittiin johtuvan käytetystä notkistimesta ja sen vaatimasta tarkasta annostelusta. Tämä johti edellä esitettyyn uuden notkistimen käyttöönottoon.

Elokuussa tehdyssä polttoainerakennuksen UFA pohjalaatan valussa FANP antoi valun aloitusmääräyksen erittäin lyhyellä varoitusajalla. Sopimuksessa määriteltyä kahden viikon tilausaikaa ei tässä yhteydessä noudatettu. Valussa oli huomattavia vaikeuksia, jotka johtuivat siitä, että urakoitsija (Hartela) ei ehtinyt kunnolla valmistautua valuuun. Erityi-

10.7.2006

sesti laatan pinnan tasoitus ja hierto jäi puutteelliseksi työntekijöiden väsymisen vuoksi. Tällä ei kuitenkaan ole vaikutusta betonin lujuuteen tai ympäristökestoisuuteen. Myöhemmissä valuissa Hartela oli varautunut tätä varten lisätyövoimalla.

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu (KyAMK) valvoi betonin laatua reaktorirakennuksen UJA ja turvallisuusrakennusten 1 ja 4UJH/UJK pohjalaatan valun ajan. Reaktorirakennuksen rakennustöiden johtajan toimesta (FANP) saksalaisen yrityksen Asiantuntija C toimi FANPin asiantuntijana betoniasemalla.

TVO:lta saatujen tietojen mukaan pohjalaatan suuri valu aloitettiin 3.10.2005 suunnitellulla ja hyväksytyllä betonin koostumuksella. TVO:n valvojat havaitsivat valutyössä ongelmia ensimmäisenä valupäivänä iltapäivällä (3.10.2005 noin klo 16). Ongelmia oli pumpattavuudessa, joka ilmeni mm. betonipumppujen rikkoutumisena. TVO:n valvojat tiedustelivat FANPilta työmaalla mahdollisista syistä minkä vuoksi betonipumput olivat rikkoutuneet tai tukkiutuneet. Seuraavana aamuna TVO oli 4.10. sähköpostitse yhteydessä FANPin edustajiin ja tiedusteli, onko betonin koostumusta muutettu kesken valua. FANP ilmoitti että betonin koostumusta ei ole muutettu.

Forssan Betonin ja Asiantuntija B:n kertoman mukaan kuitenkin FANPin asiantuntijana betoniasemalla ollut Asiantuntija C vähensi betonin kiviaineksen fillerimäärää. Ongelmia esiintyi edelleen, ja vuorokauden kuluttua palattiin betoniaseman päällikön mukaan lähes alkuperäiseen betonin koostumukseen. Fillerin määrä jäi kuitenkin hieman pienemmäksi kuin suunnitellussa betonin koostumuksessa.

Myös konsortion toimesta betonivalua valvonut työmaan lautupäällikkö kertoi, että betoniasemalla ollut Asiantuntija C teetti muutoksia koostumukseen KyAMK:n tekemien notkeusmittausten perusteella.

Valun loppuosa sujui TVO:n työmaapäällikön mukaan suunnitellusti. Työmaapäällikön käsityksen mukaan STUKin edustaja ei saanut tietoa betonin koostumuksen muutoksesta.

TVO oli valun jälkeen useita kertoja yhteydessä (sähköpostitse) FANPiin ja koetti saada selville, onko betonin koostumusta muutettu valun aikana. Esimerkiksi 5.10.2005 TVO pyysi FANPia toimittamaan betonin valmistuserien annosraportit. TVO ei lukuisista pyynnöistä huolimatta saanut näitä raportteja.

Valutyön suorittanut Hartela teki valun jälkeen kaksi poikkeamaraporttia. 15.11.2005 tehdyssä poikkeamaraportissa (Hartela NCR 0030) ilmoitettiin että Hartelan tekemät 32UJH ja 33UJH laitekuopan A puristuslujuuskoekappaleet olivat kadonneet. 19.01.2006 tehdyssä poikkeamaraportissa (Hartela NCR 0029) ilmoitettiin, että betonin vertailulujuus ei työmaakappaleiden perusteella täytä vaatimusta alueella 2-3UJH.

10.7.2006

Reaktorirakennuksen pohjalaatan valun jälkeiset betonointiin liittyvät tapahtumat

Valmistuserien annosteluraporttien vaatiminen

Koska FANP ei useista pyynnöistä huolimatta toimittanut annosraportteja, TVO teki 14.10.2005 tarkastuksen betoniasemalle. Tarkastukseen osallistuivat TVO:n betonivalmistuksen valvoja ja laadunvarmistuksen asiantuntija, konsortion työmaan laatu päällikkö sekä FANPin betoniaseman valvonnasta vastaava henkilö. Tällöin TVO:n edustajat havaitsivat, että betonin koostumukseen oli UJA-valun aikana tehty huomattavia muutoksia. Tarkastuksen aikana TVO:n edustajat pyysivät kopioita annosteluraporteista, mutta FANP ei suostunut niitä antamaan. Tarkastuksessa sovittiin, että TVO pyytää kopiot virallisesti FANPiltä.

FANP ilmoitti virallisella kirjeellä 20.10.2005 TVO:lle toimittavansa annosraportit vasta OL3-laitosyksikön valmistumisen yhteydessä.

Seuranneen TVO:n ja FANPin välillä tapahtuneen vilkkaan kirjeenvaihdon jälkeen FANP suostui 14.11.2005 toimittamaan pyydetty annosraportit. Annosraportit toimitettiin TVO:lle 21.11.2005. Annosraporttien perusteella TVO totesi, että betonin koostumusta on muutettu valun aikana. TVO teki poikkeamaraporttiluonnoksen 23.11.2005. Varsinaisen poikkeamaraportin (n:o 0594) TVO laati 14.12.2005 ja toimitti seuraavana päivänä STUKille sähköpostilla tiedon suojatun tietojärjestelmänsä (Kronodoc) kansioon viedystä poikkeamaraportista. Kronodoc on järjestelmä, josta STUK voi jo ennakolta lukea sille myöhemmin paperimuodossa toimitettavia aineistoja.

20.12.2005 päivätyssä kirjeessä FANP kiisti edelleen muutokset betonin koostumuksessa. Lisäksi FANP kieltäytyi ottamasta vastaan poikkeamaraportteja ja pyysi TVOta vetämään ne pois.

TVO kieltäytyi 5.1.2006 päivätyssä kirjeessään vetämästä pois poikkeamaraportteja ja pyysi FANPiltä ehdotettuja toimenpiteitä 10.1.2006 mennessä.

FANP toimitti tammikuun lopussa (26.1.2006) ja helmikuun alkupuolella (3.2.2006 ja 8.2.2006) TVO:n käsittelyyn poikkeamaraportit koskien reaktorirakennuksen pohjalaatan betonirakenteita. TVO toimitti poikkeamaraportit STUK:iin välittömästi tiedoksi.

Kymen Ammattikorkeakoulun (KyAMK) raportti

KyAMK:n (Asiantuntija B:n laatima) alustava raportti valun aikana tehdyistä kokeista toimitettiin FANPille (työmaalle) marraskuussa (päiväty 13.11.2005, työmaa saanut 14.11.2005). Raportti oli alustava, koska betonin 91 vuorokauden (betonin laadunvarmisteluikä oli 91 vrk) tulokset puuttuivat. Raportista kävi kuitenkin ilmi vesi-sideainesuhteen huomattava vaihtelu joissakin annoksissa. Vesi-sideainesuhde ylitti valun loppupuolella suunnitellun arvon vaihdellen 0,53:sta 0,56:een. Suurin yksittäinen arvo oli 0,64.

KyAMK:n alustavaa raporttia ei toimitettu työmaalta TVO:lle eikä STUKille. Raporttia ei toimitettu saatujen tietojen mukaan myöskään FANPin pääkonttoriin. Raporttiin tutus-

10.7.2006

tuivat FANPin puolesta työmaan päällikkö ja tämän varamies. FANPin taholta pyydettiin myös betoniasemalta annosraportteja tarkempien selvitysten tekemistä varten, koska ilman sitovia tuloksia ei heidän mukaansa voitu tehdä johtopäätöksiä. FANPin työmaan päällikön varamiehen mukaan raporttia ei saatettu muiden osapuolien tietoon, koska raportti oli alustava. FANP oli päättänyt jakaa raportin vasta kun lopulliset tulokset ovat käytettävissä.

Työmaan päällikön varamiehen mukaan FANPin käsitys on, että reaktorirakennuksen pohjalaatan valun yhteydessä tehdyt muutokset betonin koostumukseen eivät ole oleellisia.

KyAMK:n alustava raportti (kopio) toimitettiin Forssan Betonille 20.11.2005. Forssan Betonin taholta raporttia ei tässä vaiheessa kommentoitu.

FANPin emoyhtiön Arevan rakennustöiden hankejohtaja saapui työmaalle tammikuun puolessa välissä 2006 selvittämään FANPin ja suojarakennuksen urakoitsija Boygues`in välistä sopimusongelmaa. Boygues oli ilmoittanut irtisanovansa sopimuksen, koska se ei luottanut betoniaseman kykyyn tuottaa kunnollista betonia. Kun Hartelan kirjeessä (poikkeamaraportti) oli ilmoitettu koekappaleiden häviämisestä, rakennustöiden hankejohtaja teetti selvityksen betoniasemista riippumattomalla osapuolella, Darmstadtin teknillisellä yliopistolla.

Darmstadtin teknillisen yliopiston raportti

Darmstadtin teknillisen yliopiston edustajien tarkastuskäynnillä kirjattiin betoniasemalla runsaasti puutteita (10 havaintoa), mutta osa niistä oli selkeitä väärinymmärryksiä. Tarkastuksen mukaan kiviaineksia ei ollut varastoitu siiloihin, mistä aiheutui joukko puutteita: varastokasan pohjalta puuttui maahan sekoittumisen estävä kerros, kiviaineslajitteita ei ollut merkitty kunnolla eikä kiviaineskasoja ollut peitetty, mikä aiheutti tarkastuksen mukaan sekoittumisvaaran ja kasat olivat alttiita vesi- ja lumisateelle. Todellisuudessa pohjalaatan valussa kiviainekset tulivat toimittajalta suoraan siiloihin eikä niitä välivarastoitu. Kiviaineskasat, joihin tarkastuksessa oli kiinnitetty huomiota, toimivat noin 2 tunnin varmuusvarastona, mikäli kuljetuksessa olisi sattunut viiveitä. Laboratoriolaitteita ei tarkastuksen mukaan ollut pidetty määräystenmukaisessa kunnossa. Tässä viitattiin seulasarjaan, mutta tarkasteltavana ollut kulho ei siihen kuulunut. Koekappaleiden säilytyksessä oli tarkastuksen mukaan ollut myös puutteita. Betoniaseman päällikön mukaan koekappaleita oltiin tarkastusajankohtana siirtämässä säilytysaltaasta toiseen, ja siksi osa näytteistä oli työpöydällä ”kuivilla”. Henkilökunnan koulutustasoa ei ollut tarkastuksessa voitu todeta, koska näitä koskevia dokumentteja ei ollut nähtävillä kuten ei myöskään tuotannon laadunvalvonnan käsikirjaa. Forssan Betonin mukaan asiakirjoja ei voitu esittää, koska tarkastus pidettiin sellaisena ajankohtana, jolloin Forssan Betonin englanninkielentaiteinen projektipäällikkö ei ollut paikalla.

Arevan rakennustöiden hankejohtaja oli yhteydessä betoniaseman päällikköön, korosti tälle keskustelussa betonin tärkeää merkitystä turvallisuuden kannalta ja varoitti betoniaseman toiminnan mahdollisesta keskeyttämisestä. Korjaavista toimenpiteistä beto-

10.7.2006

niasemaa koskien tehtiin lista (17.1.2006). Rakennustöiden hankejohtaja oli myös yhteydessä Forssan Betonin toimitusjohtajaan. Forssan Betoni ei pystynyt toteuttamaan korjaavia toimenpiteitä FANPin vaatimassa tiukassa aikataulussa. Tämän jälkeen betoniaseman toiminta keskeytettiin ensimmäisen kerran 24.01.2006. Keskeytys perustui rakennustöiden hankejohtajan mukaan nimenomaan Darmstadtin raporttiin. Betoniaseman päällikkö kertoi pitävänsä raporttia tarkoitushakuisena. FANP ilmoitti TVO:lle betoniaseman toiminnan keskeytyksestä 26.1.2006 päivättyllä kirjeellä.

TVO:lle betoniaseman toiminnan keskeytys tuli yllätyksenä, ja se teki kyselyn keskeytyksen syystä.

FANP ilmoitti TVO:lle 30.1.2006, että betoniasemille on annettu lupa jatkaa toimintaa.

Helmikuun alussa Arevan rakennustöiden hankejohtaja kuuli ensimmäisen kerran Ky-AMK:n raportista. Hän ei tiennyt miksi raporttia ei ollut jaeltu riittävässä laajuudessa tiedoksi FANPin organisaatiolle. Luettuaan raportin hän totesi ongelman vakavaksi. Raportin asiasisältö tarkastettiin Darmstadtissa. Keskusteltuaan usean henkilön kanssa Ky-AMK:n raportista rakennustöiden hankejohtaja päätti keskeyttää betoniaseman toiminnan toisen kerran. Betoniaseman toiminta pysäytettiin uudelleen 6.2.2006.

FANP ilmoitti 3.2.2006 TVO:n kanssa pitämässään kokouksessa vesi-sideainesuhteen ylittäneen suunnitelmissa asetetut vaatimukset. STUKille asiasta tiedotettiin 9.2.2006 pidetyssä kokouksessa.

Darmstadtin teknillisen yliopiston raportti antaa kiviainesten varastointia koskevalta osalta epäoikeudenmukaisen kuvan Forssan Betonin toiminnasta. Forssan Betonin betoniaseman päällikkö ei myöskään pitänyt tarkastuksen suorittajien ammattitaitoa kovin korkeana, koska havaintoja oli tehty betonin tuotantoprosessiin asiaankuulumattomista kohteista. Tarkastus oli tehty betoniaseman päällikön poissa ollessa.

Arevan rakennustöiden hankejohtajan mukaan useimmat suunnitellut betonikoostumukset ovat sellaisia, että niitä ei voi valmistaa ja valaa kunnolla. Betonikoostumuksille tehdään uudet ennakkokokeet Darmstadtissa. Hankejohtaja oli huolissaan Forssan Betonin ja sen omistajayhtiön asenteesta.

Betoniaseman uudelleenkäynnistystarkastukset

FANP/TVO esittelivät 28.2.2006 STUKille siihen mennessä tehtyjä selvityksiä sekä sitä, millä ehdoilla heidän mielestään betonin valmistus voisi jatkua. Kokouksessa FANPin edustajat esittelivät laatimiaan ja TVO:n hyväksymiä suunnitelmia lyhyen ajan ja pitkän ajan korjaaviksi toimenpiteiksi.

TVO toimitti STUKille 8.3. ja 9.3.2006 seuraavat betoniasemaa ja sen laadunvalvontaa koskevat selvitykset:

- selvitykset betoniaseman laadunvalvonnan kehittämiseksi

10.7.2006

- Forssan Betoni, OL3 spesifinen QA-manuaali sisältäen toimintaohjeet ja dokumentoinnin
- Forssan Betoni, QA-manuaali ISO 9001:2000
- FANPin ja TVO:n tehostettua betonin laadun ja betoniaseman valvontaa koskevat selvitykset
- betoniasemaa ja kuljetuksia koskeva työselitys
- betoniasemaa ja kuljetuksia koskeva laatusuunnitelma
- betoniaseman tarkastussuunnitelma ennen toiminnan uudelleen käynnistämistä.
- FANPin ja TVO:n organisaation täydennykset betonin ja betoniaseman laadunvalvonnan osalta
- Darmstadtin yliopiston raportti betoniasemalla tehdyistä korjaavista toimenpiteistä.

Lisäksi TVO toimitti kiireellisten poikkeamaraporttien edellyttämät korjaavat toimenpiteet STUKille hyväksyttäväksi ja muut poikkeamaraportit tiedoksi

Betoniaseman käynnistämisen valmiustarkastus pidettiin perjantaina 10.3.2006. Tarkastus tehtiin noudattaen sitä varten laaditun tarkastus- ja koesuunnitelman (CW Inspection & Test Plan, Fabrication of ready-mix concrete, Re-start of Batching Plant, 6.3.2006) mukaista järjestystä.

Tarkastuksessa havaittiin, että vesi-sideainesuhteen valvontaa ja jäljitettävyyttä ei ollut edelleenkään järjestetty vaaditulla tavalla, vaikka pohjalaatan betonin laatu poikkeamat johtuivat pääasiassa vesi-sideainesuhteen vaihtelusta. Lisäksi todettiin, että Forssan Betonin OL3-laatusuunnitelman edellyttämää turvallisuuskulttuurikoulutusta ei ollut annettu.

Edellä mainittujen puutteiden vuoksi ei TVO antanut lupaa betoniaseman käynnistämiseen. STUK oli asiasta samaa mieltä. Sovittiin, että seuraava käynnistämistarkastus pidetään kun puutteet on korjattu.

OL3-betoniaseman käynnistämisen uusintatarkastus pidettiin Forssan Betonin Olkiluodon betoniasemalla keskiviikkona 15.3.2006. FANP ja TVO allekirjoittivat pöytäkirjan, jossa todettiin vaaditut lyhyen aikavälin korjaukset toteutetuiksi ja Forssan Betonin betoniasemat Olkiluodossa voivat jatkaa toimintaansa. STUKin tarkastaja totesi, että STUKilla ei ole huomauttamista pöytäkirjaan.

28.3.2006 TVO teki auditin Forssan Betonin Olkiluodon betoniasemille 1 ja 2. Auditissa todettiin vielä 10 havaintoa, joista 4 poikkeamaa. Esimerkiksi masuunikuonan mittauksissa oli epätarkkuutta yli betoninormin (10 % > sallittu 3 %) salliman. Positiivinen havainto oli, että vesi-ideaainesuhteen jäljitettävyyden annosraportissa ja kuormakirjassa oli hoidettu nopeasti ja hyvin kuntoon. Yhtenä kolmesta suosituksesta esitettiin, että erityistä huomiota pitäisi kiinnittää henkilöstön motivointiin.

10.7.2006

3.1.4 Yhteenveto pohjalaatan valua haitanneista ongelmista

Betonin toimittajan valinta ja hankintasopimus

Valittaessa betonin toimittajaa OL-3 -projektille ei kaikilta osin toimittu FANPin laatujärjestelmän edellyttämällä tavalla. Valinnassa oli ainakin seuraavia poikkeamia:

- Tarjouspyynnössä ei erikseen mainittu, että ydinvoimalaitoksen rakentamisessa laadunhallinnalle asetetaan erityisiä vaatimuksia. Laadunvalvontavaatimukset olisi pitänyt esittää niin selvästi, että tarjoajat olisivat voineet arvioida niistä johtuvan ylimääräisen työmäärän ja myöhemmin toimia ilman laadunvalvonnasta tulevaa ennakoimatonta kustannuspainetta.
- Tarjousten vertailussa määräävänä valintaperusteena käytettiin betonin tuottamisen hintaa.
- Forssan Betonin laatujärjestelmä ei valintavaiheessa täyttänyt ISO 9001:n vaatimuksia .
- Konsortion laatujärjestelmä edellyttää, että jokainen alihankkija laatii laatusuunnitelman ennen töiden aloittamista. Forssan Betoni sai käyttöönsä sen laatimista koskevan ohjeistuksen kuitenkin vasta helmikuussa 2006 ja teki oman laatusuunnitelmansa sen jälkeen.

Betonin toimitusraja pumpulle ei ole yleinen käytäntö. Yleensä betonin toimittaja vastaa tuoreen betonin ominaisuuksista valukohteeseen (muottiin) saakka. Toimitusrajan vuoksi betonin toimittajalla ei ollut omaa sopimukseen perustuvaa intressiä kiinnittää tarpeellista huomiota betonin pumpattavuuteen.

Isoissa valuissa betonin tilaus kaksi viikkoa ennen valua on perusteltu. FANP ei noudattanut tätä vaatimusta polttoainerakennuksen UFA pohjalaatan valussa 12.-14.8.2005, sillä ilmoitus valun alkamisesta tuli vasta samana päivänä kuin valu aloitettiin. Valun urakoinut Hartela ei ehtinyt tällöin valmistautua kunnolla valuun (ei ehtinyt hankkia riittävästi valumiehiä), mikä vaikutti valun sujumiseen erityisesti lopussa. Sen sijaan pienissä valuissa FANPin itselleen asettama vaatimus tilauksesta kaksi viikkoa aikaisemmin on epätavallinen ja viittaa siihen, että sopimuksen tekijät eivät tunne hyvin käytännön toimintaa rakentamishankkeissa.

Hankinnassa noudatettiin pääosin sovittuja menettelytapoja. Ydinvoimarakentamisen erityispiirteet eivät kuitenkaan olleet selvästi esillä, eikä toimittajilta tarjousvaiheessa edellytetty OL3-spesifistä laatusuunnitelmaa eikä liioin IAEA:n laadunhallintaa koskevien vaatimusten sisällyttämistä ko. suunnitelmaan. Niitä vaadittiin vasta TVO:n keväällä 2005 Forssan Betonin pääkonttoriin tekemässä auditissa.

Betoniasemat ja niiden henkilöstö

Olkiluodon betoniasemat 1 ja 2 olivat uusia. Toiminnan käynnistäminen ja uusien koneiden ja laitteiden sisäänajo vaatii aina oman aikansa, mutta tekniset edellytykset hyvän laadun tekemiseen olivat riittävät siinä vaiheessa, kun pohjalaattaa valettiin.

10.7.2006

Forssan Betonilla ei ollut kokemusta ydinvoimarakentamisesta ennen OL3-projektia eikä kaikkia ydinvoimarakentamisen laatuvaatimuksia tuotu esille tarjousvaiheessa. FANP ei myöskään painottanut ydinvoima-alan erityisiä turvallisuusvaatimuksia antamassaan betoniaseman henkilöstön koulutuksessa ennen betonin valmistuksen aloittamista. Työmaan luovutuksen jälkeen konsortion ja Forssan Betonin välillä oli toistuvaa keskustelua laatuvaatimuksista ja toimintatavoista ja Forssan Betonin koki, että heiltä edellytetään sopimuksen ulkopuolisia asioita.

Betoniasemien henkilöstöllä oli muodolliset pätevyydet. Tutkinnassa kuitenkin havaittiin, että Forssan Betonin toiminnassa oli piirteitä, jotka eivät osoita korkeatasoista laatu- ja turvallisuuskulttuuria. Rakennusteollisuuden yleisestä käytännöstä poikkeavia ydinvoima-alan menettelytapoja ei kaikilta osin noudatettu. Esimerkiksi betonin valmistuksessa ei pitäydytty ohjeiden mukaisessa toiminnassa, poikkeamia ei raportoitu viivyttämättä ja tarkastuksissa kirjattujen poikkeamien korjaamisessa oli viiveitä.

Betoniaseman päällikön vastuu betonin laadun suhteen hämärtyi, koska koostumuksen määrittelyyn osallistui merkittävällä roolilla konsortion palkkaamia asiantuntijoita ja myös valun aikana koostumuksen muutokset tehtiin yhteistyössä konsortion asiantuntijan kanssa. Haastattelussa betoniaseman päällikkö ei pitänyt koostumuksen muuttamista merkittävänä asiana. Lähinnä hän koki harmillisena, että sen vuoksi pumppuja rikkoon tui.

Useat haastatellut henkilöt toivat esille vaikeutensa tehdä yhteistyötä betoniasemien henkilöstön kanssa. Haastateltujen kokemuksen mukaan betoniasemien henkilöstö ei suhtautunut betonin laadun vaihteluun riittävällä vakavuudella eikä todettuja ongelmia pyritty aktiivisesti selvittämään yhteistyössä muiden osapuolten kanssa.

Yksittäisen toimittajan asettaminen tilille huonosta turvallisuuskulttuurista ei kuitenkaan ole oikein, koska konsortion tapa valita ja ohjata betonin toimittajaa oli puutteellinen. Konsortion tulisi osata huomioida se, että ydinvoima-alalle tehtäviä töitä on harvoin ja on odotettavaa, ettei eri toimialoilla toimivilla alihankkijayrityksillä ydinturvallisuus ole päällimmäisenä mielessä.

Jotkut haastatelluista kyseenalaistivat betoniaseman henkilöstön ammattitaidon betonin valmistuksessa ja myös kielitaidon epäiltiin aiheuttaneen ongelmia. Ammattitaitoa ja kielitaitoa koskeville käsityksille ei kuitenkaan ollut perusteita ja kielteisten käsitysten esittäminen saattaa olla tarkoitushakuista. Kielitaidon edellyttäminen ei myöskään ole perusteltua sopimuksen kannalta, sillä Forssan Betonin mukaan työmaalla käytettäväksi kieleksi on CFS:n ja Forssan Betonin välisessä sopimuksessa määritelty suomen kieli.

Forssan Betoni ja sen emoyhtiö Lemminkäinen esittivät tuhtumuksensa siitä, miten pohjalaatan laatua ja betoniaseman toimintaa käsiteltiin pohjalaatan valun jälkeen julkisuudessa. He korostivat, että valu saatiin tehdyksi ja betoni on laadultaan hyvää. Tämän kaltaisen asenne yhtiön johdossa ei edistä laatua ja turvallisuutta korostavan ilmapiirin kehittymistä organisaatioon.

10.7.2006

Pohjalaatan valun valmistelut

Useissa yhteyksissä ennen reaktorirakennuksen pohjalaatan valua todettiin vaihteluja betonin laadussa (notkeus, erottuminen, pumpattavuus). Havaintoja tehtiin ainakin ennakkokokouksissa, tasausvaluissa, polttoainerakennuksen UFA pohjalaatan valussa ja turvallisuusrakennusten 2-3UJH/UJK pohjalaatan valussa.

Kaikkien osapuolten asiantuntijat olivat siis tietoisia valuun liittyvistä ongelmista, mutta aktiivisiin toimenpiteisiin tilanteen korjaamiseksi ei kuitenkaan ryhdytty riittävän ajoissa ennen reaktorin pohjalaatan valua. Tilannetta pyrittiin korjaamaan vasta syksyllä juuri ennen suunniteltua valun aloitusta mm. vaihtamalla notkistin ja ottamalla mukaan hidastin pyrkimyksenä saada lisää työstettävyyttä.

Yhteistyötä rakennesuunnittelijan ja betonin toimittajan välillä ei käytännössä ollut lainkaan. FANPin taholta oli suorastaan edellytetty, että yhteydet hoidetaan sen kautta. FANP luotetti Forssan Betonin tekemään korjaavat toimenpiteet, kun ongelma oli ilmaantunut aikaisemmissa valuissa ja asiasta on huomautettu. FANPin toimesta ei tarkastettu, oliko korjaavat toimenpiteet tehty.

FANPin työmaapäällikön varamies palkkasi työmaalle Kymenlaakson ammattikorkeakoulun (KyAMK) Asiantuntija B:n reaktorirakennuksen pohjalaatan valuun riippumattomaksi laadunvalvojaksi. Työmaapäällikön varamies oletti, että ennen betonin valua sen koostumusta koskevat seikat oli saatu kuntoon. Useat asiantuntijat kuten betonikoostumuksen suunnittelija Asiantuntija A, Asiantuntija B ja saksalainen Asiantuntija C olivat nähneet betonin koostumuksen, mutta eivät varoittaneet ongelmista.

Pohjalaatan valu

Tutkinnassa saatujen tietojen ja tulosten mukaan FANPin laadunohjaushenkilöstö ei tunnistanut vakavia laatuongelmia työn aikana.

Betonin koostumusta oli valun aikana muutettu, mikä on vastoin ohjetta YVL 4.1. FANPin mukaan muutos ei ollut olennainen, mutta tämä väite voidaan asettaa kyseenalaiseksi, koska muutos ylitti punnitustarkkuudelle betoninormeissa RakMK B4 asetetut rajat ($\pm 3\%$). Vain näiden rajojen sisällä pysyttäessä voidaan pitää selvänä, ettei kyseessä ole olennainen muutos. Muulloin muutoksen vaikutus on syytä selvittää.

Valun aikana osapuolille oli epäselvää, kuka vastasi betonin koostumuksesta, Forssan Betoni vai FANP. Käytännössä betonin laatua muutettiin FANPin käskystä.

Reaktorirakennuksen pohjalaatan valun jälkeiset betoniin liittyvät tapahtumat

Tietoa KyAMK:n raportin tuloksista ei jaeltu riittävästi edes FANPin sisällä. Oleelliset tulokset ovat olleet jo alustavassa raportissa. Raportin toimittamatta jättäminen ja tuloksista vaikeneminen TVO:n ja STUKin suuntaan eivät osoita avointa hyvän turvallisuuskulttuurin mukaista suhteutumista ongelmiin.

10.7.2006

Hartelan tekemien puristuslujuuskappaleiden häviäminen osoittaa, että laadunvalvonnassa on ollut puutteita.

Johtopäätöksiä

Pohjalaatan valmistusta haittasivat seuraavat tekijät:

- Työmaalla ei ollut yksiselitteisesti pohjalaatan valmistuksesta vastaavaa johtajaa, jolla olisi ollut valtuudet antaa kaikkia osapuolia sitovia määräyksiä.
- Pohjalaatan toimitusketjulla ei ollut yhteistä käsitystä betonin laadun turvallisuusmerkityksestä.
- Betonin toimittajaa valittaessa tarjouskyselyssä ei tuotu esille ydinvoimarakentamisen erityisiä laatuvaatimuksia ja valinnassa painotettiin vahvasti kustannustekijöitä.
- Betonin valmistamiseen osallistuneille työntekijöille ei annettu koulutusta ydinvoima-alan toimintatavoista eikä oman työn turvallisuusmerkityksestä.
- Betonin toimitussopimuksen rajauksista aiheutui rajapintoja, joiden hallinnassa epäonnistuttiin.
- Laadunohjauksessa luotettiin osapuolten vastuullisuuteen esiintyneiden ongelmien korjaamiseksi.
- Betonin koostumuksen suunnittelussa, betonin valmistuksessa ja laadun varmistuksessa oli vastuuepäselvyyksiä ja tiedonkulkuongelmia.
- Havainnot aiemmissa betonin valuissa esiintyneistä ongelmista eivät johtaneet ajoissa tehokkaisiin korjaaviin toimenpiteisiin.
- Betonin valmistuksessa poikettiin hyväksytystä betonin koostumuksesta ja betonointia koskevista ohjeista.
- Betonin koostumukseen ja valuun liittyviä laatupoikkeamia ei käsitelty viivytyksettä ja avoimesti.
- Pohjalaatan betoniin liittyvien laatuongelmien käsittelyä on leimannut syyllisten hakeminen toimintatapojen kehittämisen sijaan.

3.1.5 Tutkintaryhmän arvio betonilaatan hyväksyttävyydestä

Betonin vesi-ementtisuhde vaikuttaa betonin lujuuteen ja säilyvyysominaisuuksiin. Suunniteltua suurempi vesi-ementtisuhde alentaa betonin puristuslujuutta ja huonontaa säilyvyysominaisuuksia.

Suunniteltua suuremmasta vesi-sementtisuhteesta huolimatta lähes kaikki pohjalaatan betoninäytteistä määritetyt 91 vuorokauden vertailulujuudet täyttävät lujuusluokan K40 betonille asetetun vaatimuksen. Lujuus on alittanut 91 vuorokauden iässä lujuusluokan K40 betonille asetetun vaatimuksen ainoastaan alueelta 2-3UJH ja tällöinkin vain lievästi. Otettujen lisänäytteiden perusteella ei alituksia enää havaittu. STUK on koetulokset hyväksynyt.

Betonin puristuslujuutta tarkasteltaessa on huomattava, että betonin lujuuden kasvu ei lakkaa 91 vuorokauden laadunarvosteluiässä vaan se jatkuu iän kasvaessa edelleen. Lujuuden kasvu riippuu betonin iän ohella sen koostumuksesta ja olosuhteista. Maasuunikuonaa sisältävän betonin ollessa kysymyksessä lujuuden kasvu jatkuu pitkään. Ai-

10.7.2006

kaisemmin tehdystä rakenteista saatujen kokemusten mukaan lujuuden lisäys verrattuna 91 vuorokauden lujuuteen on yleensä huomattava.

Edellä esitetystä seuraa, että puristuslujuuden osalta pohjalaatan betoni täyttää asetetut vaatimukset.

Säilyvyysvaatimusten osalta betoni täyttää asetetut vaatimukset rasisluokkien XC2 (karbonatisoituminen) ja XS1 (kloridit) osalta.

Suunniteltua suuremmasta vesisementtisuhteesta johtuen betoni ei täytä rasisluokan XA1 (kemiallisesti aggressiiviset aineet) vaatimusta. Suuresta masuunikuonan määrästä johtuen käytetyn betonin kemiallinen kestävyys on kuitenkin käytännössä erittäin hyvä. Betonin iän ja lujuuden kasvaessa myös betonin tiiveys kasvaa ja tiiveyden kasvaessa sen kemiallinen kestävyys paranee.

Säilyvyysvaatimusten osalta on huomattava, että ne koskevat pohjalaatan sivupintoja. Pintaosien vaurioituminen tapahtuu erittäin hitaasti. Käytettyä sideainekoostumusta (yli 70 % masuunikuonaa) käytetään normaalisti erittäin vaativissa ympäristöolosuhteissa, joissa on klorideja ja muiden kemiallisten aineiden aiheuttama betonin korroosioriski on huomattava. TVO on ilmoittanut joka tapauksessa edellyttävänsä pohjalaatan suojaamisen ulkopuoliselta kosteudelta ja sen mukana tuomilta epäpuhtauksilta säilyvyyden varmistamiseksi.

3.2 Suojarakennuksen teräsvuoraus

3.2.1 Taustatietoa suojarakennuksesta

Teräsvuorauksen valmistuksesta vastanneet sopimusosapuolet

Sopimusosapuolet olivat rakennuttaja (Framatome ANP, FANP), teräsvuorauksen rakennesuunnittelija ja toimittaja (Babcock Noell Nuclear GmbH) sekä sen alihankkijana eli (=valmistajana) puolalainen konepaja (Energomontaz-Polnoc Gdynia, EPG).

Suojarakennuksen tehtävät ja rakenne

Suojarakennuksen turvallisuustehtävä on estää radioaktiivisten aineiden leviäminen ympäristöön sekä suojata primääripiiriä ja turvallisuusjärjestelmiä ulkoisilta tapahtumilta. Suojarakennus on sylinterinmuotoinen kaksoissuojarakennus, jonka korkeus on noin 60 metriä ja läpimitta noin 45 metriä. Sisemmän suojarakennuksen seinä ja kupoli ovat esijännitettyä betonia. Betonirakenteen sisäpuolella on teräsvuoraus. Sisempi rakennus kestää tiiviytensä säilyttäen ylipaineen ja lämpötilat, jotka voivat esiintyä onnettomuustilanteissa. Ulompi suojarakennus on hyvin massiivinen teräsbetonirakenne, joka kestää mm. lentokonetörmäykset.

10.7.2006

Suojarakennuksen sisällä on reaktori ja koko sen jäähdytyspiiri (primääripiiri), osa höyry- ja syöttövesijärjestelmistä ja turvallisuusjärjestelmien laitteita. Suojarakennukseen kuljetaan normaalisti henkilösulun kautta. Häätötilanteita varten on myös varahenkilösulku. Seisokkien aikana suojarakennuksen materiaaliluukku voidaan avata tilapäisesti huoltotöiden niin vaatiessa. Nämä kulkuaukot liittyvät kiinteästi teräsvuoraukseen ja sitä ympäröivään betoniin.

Onnettomuustilanteissa sisempi suojarakennus eristetään sulkemalla rakennuksesta ulos johtavat reitit. Näin estetään radioaktiivisten aineiden leviäminen ympäristöön. Teräsvuoraus läpivienteineen ja luukkuineen on turvallisuusluokkaa 2.

3.2.2 Teräsvuorauksen valmistus

Valmistusmenetelmä

Teräsvuoraus valmistetaan 6 mm paksuisesta rakenneteräksestä. Teräslevyt liitetään konepajalla hitsaamalla 30 asteen segmenteiksi, joka pintakäsittellään (hiekkapuhallus + maalaus). Segmentit siirretään satamaan ja hitsataan 180 asteen lohkoiksi. Lohkot liitetään työmaalla aluksi renkaiksi ja sen jälkeen kootaan päällekkäin yhtenäiseksi vuoraukseksi suojarakennuksen rakentamisen edetessä.

Teräsvuorauksen valmistuksessa käytetty hitsausohje määrittelee hitsausaineella täytettävienlevyjen välisen ilmaraon suuruudeksi 2–5 mm. Tälle railokoolle on suoritettu hitsauksen menetelmäkokeet. Myöhemmin on hyväksytty keraamisen juurituen käyttö hitsauksen apuna.

Teräsvuorauksen toimittajan valinta

Teräsvuoraukselle oli laitosopimuksessa määritelty useita potentiaalisia toimittajia. FANP pyysi tarjouksia yksityiskohtaisesta suunnittelusta ja valmistuksesta neljältä suomalaiselta ja viideltä keskieurooppalaiselta yritykseltä, mutta sai vain kaksi tarjousta. Koska kyseessä on TL2 kuuluva teräsrakenne, on valmistajalle haettava STUKin hyväksyntä. Valmistuksen aikana STUK lisäksi tekee useita rakennetarkastuksia [8].

Toimittajaksi valittiin Babcock Noell Nuclear GmbH (BNN). Valinta tehtiin FANPin vaikiomenettelyn mukaisesti teknisten ja kaupallisten valintakriteerien pohjalta. Työnjako FANPin ja toimittajan välillä on sellainen, että FANP tekee tarvittavan perussuunnittelutyön ja esittää vaatimukset projektispesifikaatiossa. Toimittaja tekee yksityiskohtaisen suunnittelutyön ottaen huomioon projektispesifikaation vaatimukset ja laatii näiden perusteella yksityiskohtaisen rakennesuunnitelman. Teräsvuoraus valmistetaan hyväksytyyn rakennesuunnitelman perusteella.

Teräsvuorauksen valmistajan valinta

Babcock Noell Nuclear GmbH (BNN) valitsi alihankkijakseen (=valmistaja) puolalaisen konepajan Energomontaz-Polnoc Gdynian (EPG). FANPin edustajat kertoivat haastattelussa, että valmistajan valinta oli heille yllätys. FANPin ja sen toimittajien välisissä so-

10.7.2006

pimuksissa on mainintoja alihankkijoiden käytöstä, mutta FANPilla ei ole merkittävää vaikutusmahdollisuutta näiden valinnoissa. Valmistajan valinta oli haastattelujen mukaan yllätys myös TVO:n edustajille. Suomalainen referenssi antoi valitusta valmistajasta kohtuullisen hyvää palautetta, mutta korosti jatkuvan valvonnan tärkeyttä halutun lopputuloksen aikaansaamisessa.

Puolalainen valmistajayritys auditoitiin FANPin, TVO:n ja STUKin toimesta 29.-30.3. 2005. Auditissa tarkasteltuja asioita olivat mm. materiaalin käsittely, hitsaus, dimensiokontrollointi, hiekkapuhallus, maalaus, kuljetuslogistiikka sekä tarkastus-, testaus- ja laadunhallintamenettelyt. Auditissa kirjattiin 8 laatupoikkeamaa, jotka vaativat korjaavia toimenpiteitä. Kaksi poikkeamista koski hitsauslisäaineita, joiden käsittelylle ja varastoinnille ei ollut ohjeita ja varaston kosteus- ja lämpötilaraportit puuttuivat. Hitsien tarkastusmenettelyt olivat puutteelliset eikä päivittäiseen hitsausraporttien kontrollointiin ollut systemaattista menettelyä. Lisäksi röntgenfilmien kehityksessä käytettävien nesteiden käyttökelpoisuutta ei ollut mahdollista todentaa. Ainetta rikkoviin testeihin käytettävän DT-laboratorion mikrometriä kalibroinnissa oli puutteita.

TVO oli suorittanut aiemmin maaliskuussa 2005 ”esiauditin”, jonka tuloksena oli kirjattu 11 poikkeamaa. Nämä asiat oli kuitenkin varsinaiseen audittiin mennessä saatettu kuntoon.

EPG:lle haettiin STUKin hyväksyntä ydinteknisten painelaitteiden valmistajaksi ohjeen YVL 3.4 mukaisesti [9]. Sen ainetta rikkomattomia testusmenetelmiä (NDT) käyttävä testauslaitos hyväksyttiin ohjeen YVL 1.3 mukaisesti [10] valmistuksen aikana tarkastamiseen käytettäville testausmenetelmille (radiografinen tarkastus, ultraäänitarkastus, tunkeumanestetarkastus, magneettijauhetaarkastus ja vuototestaus). Hitsausteknisessä mielessä rakenne on vaativa ja NDT-tarkastukset ovat manuaalisessa hitsauksessa erityisen tärkeitä, koska hitsausliitokset sisältävät lukuisia aloitus- ja lopetuskohtia.

STUK on hyväksynyt teräsvuorauksen rakennesuunnitelman ja useita siihen jälkeensä tehtyjä täydennyksiä. Teräsvuorauksen käsittely ohjeen YVL 4.2 mukaisena ydinlaitosten teräsrakenteena (betonirakenteisen reaktorin suojarakenteen kantavat teräsrakenteet) [11].

Rakennesuunnitelman laaduntarkastusohjelman (FIP) mukaisesti FANPin ja BNN:n laadunvalvojat valvovat valmistusta Puolassa. TVO:n laadunvalvojat käyvät myös viikottain seuraamassa valmistusta. STUK tekee rakennetarkastuksia valmistuksen edetessä ohjeen YVL 1.15 mukaisesti [8] esivalmistetuille komponenteille ennen maalausta. Tällöin myös TVO:n edustaja on paikalla.

Valmistuksen laadunvarmistukselle asetetut vaatimukset

Teräsvuorauksen valmistuksen laadun varmistamiseksi FANP määritteli seuraavat toimenpiteet:

10.7.2006

1. Valmistajan (BNN), konepajan (EPG) ja testausorganisaation laadullinen arviointi dokumenttien pohjalta ja niiden vertailu voimassaoleviin (ISO) standardeihin ja YVL-ohjeisiin.
2. Vaatimusten toteutumisen osoittaminen TVO:n ja STUKin audittien kautta.
3. TVO:n suorittama tarkastus FANP/BNN/EPG:n laatimille rakennesuunnitelma-dokumenteille ja rakennesuunnitelman lähettäminen STUKiin hyväksyttäväksi.
4. Aloitustilaisuus valmistukselle.
5. Valmistajan laatutason ylläpito koulutuksella (toistuvilla koulutustapahtumilla) kattavaan koko henkilöstön ylimmästä johdosta työn suorittajiin ja perustuen valmistuksen tärkeisiin/ajankohtaisiin aiheisiin ja FANPin vaatimuksiin (ottaen huomioon myös TVO:n ja STUKin valmistuksen valvonnan kommentit).
6. FANP/BNN/EPG:n valmistusdokumentaation tarkastus jokaiselta levyosalta, segmentiltä ja kupolin osalta.
7. Aloitustilaisuuden myöntäminen erikseen kullekin erilliselle segmentille ja osalle.

Teräsvuorauksen alimman osan AS10 (pohjalevy ja siihen hitsattu seinän alaosa) valvontavaiheet FANP määritteli seuraavanlaisiksi:

1. Segmenttien, kartio-osien ja pohjaosien esivalmistus konepajalla FANPin, BNN:n ja EPG:n jatkuvan valvonnan alaisena. Pistokoemaisia tarkastuksia TVO:n ja STUKin toimesta.
2. Hitsien tarkastus FANPin, BNN:n ja EPG:n toimesta, kuin myös TVO:n ja STUKin toimesta, jonka jälkeen maalauslupa.
3. Osien hiekkapuhallus luokkaan SA 2½ ja 80 µm pinnoitus sinkki-silikaatti maalilla em. osapuolten valvonnassa.
4. Maalauksen tarkastus TVO (ja STUK), jonka jälkeen lähtölupa Gdynian satamaan osakokoonpanoon.
5. Pohjaosan puolikkaiden kokoaminen teräskehikon avulla FANPin, BNN:n ja EPG:n jatkuvan valvonnan alaisena. Pistokoemaisia tarkastuksia TVO:n ja STUKin puolesta.
6. Puolikkaiden hiekkapuhallus luokkaan SA 2½ ja 80 µm pinnoitus sinkki-silikaatti maalilla em. osapuolten valvonnassa.
7. Maalauksen tarkastus TVO (ja STUK), jonka jälkeen laivauslupa Olkiluotoon.

Sylinterirenkaiden ja kupolin valmistus- ja valvontavaiheet ovat analogisia.

3.2.3 Valmistuksen yhteydessä tehtyjä havaintoja

Puutteita ja ongelmia valmistuksessa

Ennen tuotannon aloitusta rakennesuunnitelman toimituksessa oli aikataulullisia ongelmia, sillä suunnitteluprosessi oli selvästi osittain kesken. Rakennesuunnitelma toimitettiin STUKiin epätäydellisenä ja sitä on jälkikäteen useaan otteeseen täydennetty. Tämä on vaatinut ylimääräistä työtä eri osapuolilta ja hankaloittanut hyväksymisprosessia (aikataulut, kokonaisuuden hahmottaminen). Lisäksi piirustusten viimeisin päivitysversio ei tällä menettelyllä ole aina ollut ajoissa valmistajan tiedossa. Tästä syystä mm. poltto-

10.7.2006

leikattiin ylimääräisiä reikiä vanhojen piirustusten perusteella ja myöhemmin niitä korjattiin.

Ongelmalliseksi valvonnan kannalta on osoittautunut suhteellisen pitkä ”valvonta / toimitus / tuotantoketju” (STUK->TVO->FANP->BNN->EPG). Tämä aiheuttaa viiveitä mm. tiedonkulussa, kiireellisten poikkeamaraporttien käsittelyssä ja tuotantoon liittyvien korjaavien toimenpiteiden suorituksessa. Pitkän ketjun ohella myös erilaiset kulttuurierot, ongelmien käsittely- ja ratkaisutaidot (esim. tartuntalevyjen tapitushitsauksessa havaittu kaaren epävakaisuus) sekä korjaavat toimenpiteet vaihtelevat voimakkaasti. Myös epätie-toisuus vastuunjaossa korostuu ketjun eri osissa (mm. laadunvarmistus).

Tuotannon edetessä Puolassa TVO ja STUK ovat suorittaneet säännöllisesti valvontaa. STUKin osalta valvonta on käsittänyt pääosin ohjeen YVL 1.15 mukaisia osalohkojen ja komponenttien, mm. läpivientien ja ankkurointilevyjen, rakennetarkastuksia. Eräänä ehkä pahimpana puutteena rakennetarkastuksen suorittamiselle on ollut lähes koko ajan tilanne, jossa tarkastusdokumentaatio laahaa aikataulullisesti pahasti tuotannon jäljessä. Tämä vaikeuttaa huomattavasti rakennetarkastusten tekemistä, jota valmistaja edellyttää, jotta seuraavaan työvaiheeseen (= hiekkapuhallus+maalauk) voidaan siirtyä tuotannon etenemisen kannalta oikealla aikataululla. STUK on huomauttanut asiasta TVO:lle useaan otteeseen (viimeksi helmikuussa 2006) ja TVO vastaavasti lähettänyt tiedon kirjeitse FANPille ainakin kahdesti. Näiden toimenpiteiden seurauksena tilanne on jonkin verran viime aikoina parantunut, joskaan ei vielä korjaantunut halutulle tasolle.

Tuotanto-olosuhteet EPG:n konepajalla ovat tasoltaan vaatimattomat ottaen huomioon, että siellä hitsataan ja pintakäsitellään turvallisuusluokan 2 komponentteja. Puutteita on havaittavissa mm. valaistuksessa, puhtaudessa ja lämpötilassa. Samoin käsin hitsausta voidaan pitää tällaisessa kohteessa melko alkeellisena valintana.

Konepaja on tottunut valmistamaan mittavia teräsrakenteita konventionaalisiin kohteisiin, mutta aikaisempaa kokemusta ydinlaitostoimituksista ei ollut. FANPin vaatimus toistuvista koulutustapahtumista valmistajan laatutason ylläpitämiseksi oli sen vuoksi perusteltu. Tällaista koulutusta ei kuitenkaan käytännössä järjestetty, vaikka asia oli viety EPG:n laatukäsikirjaan. Myöskään turvallisuuskulttuuria edistävää koulutusta ei ole annettu.

Lisäksi on havaittu, että FANP on jättänyt varsinaisen tuotannon valvomisen liiaksi BNN:n harteille (välillä FANPin valvonta on vaikuttanut lähes pistokoeluoontoiselta). Yhdistyneenä BNN:n valvojan vähäiseen kokemukseen tämänlaatuisesta valmistuksesta FANPin toimintatapa on aiheuttanut selviä viiveitä mm. dokumenttien käsittelyyn, ongelmien ratkaisun ja korjaavien toimenpiteiden osalta. Edellä mainituista seikoista johtuen TVO ja STUK ovat joutuneet käytännössä ottamaan laitostoimittajan tehtäviä suorittaessaan tarkastuksia (valvontaa). Tämä on ollut perusteltua korjaavien toimenpiteiden käynnistämiseksi viivytyksettä, mutta FANP ei ole reagoinut tähän omaa toimintaansa riittävästi parantamalla.

10.7.2006

Ongelmallista on, että EPG:n valmistusaikataulu ”elää” jatkuvasti. Koepaja ei valmista teräsvuorausta aikataulullisesti tasaisesti, vaan ottaa markkinatilanteen ja oman tuotantokapasiteettinsa mukaan väliin muita tilauksia. Tämä aiheuttaa teräsvuorauksen valmistuksessa ajoittain tuotantokatkoksia ja ajoittain liiankin kiireellistä aikataulua. Toisaalta teräsvuorauksen valmistusta ei puutteellisten rakennesuunnitelmien vuoksi aina ole ollut mahdollista toteuttaa silloin kun sille on varattu aikaa.

Teräsvuorausta EPG:llä valmistettaessa STUKin tarkastaja ja TVO:n laadunvalvoja ovat havainneet normaalin rakennetarkastuksen yhteydessä teräsvuorauksen seinälevyjen ilmarakojen olevan liian suuria. Juurituen käyttö mahdollistaa hitsausteknillisesti suuremman ilmaraon käytön ja tätä valmistaja on ruvennut käyttämään hyväksi valmistuksessa. Käytettäessä suurempaa ilmarakoa hitsaustapahtuma ei vastaa alkuperäistä menetelmäkokein pätevoidettyä hitsausohjetta. Kappaleiden hitsauksen ylisuuri ilmarako esiintyi ongelmana konepajavalmistuksessa kahteen otteeseen syksyllä 2005, jolloin STUK huomautti siitä TVO:lle. Tuotanto keskeytettiin TVO:n ja STUKin tarkastajien toimesta asian kuntoonsaattamiseksi. Asiasta laadittiin poikkeamaraportti (NCR) ja jatkossa asian vakuutettiin olevan kunnossa.

Saman ongelman STUK havaitsi myöhemmin (10.5.2006) ilmenevän myös segmenttilohkojen kokoonpanossa kun se teki rakennetarkastuksia Gdynian satamassa. Mitattu ilmarako oli maksimissaan vaakasaumassa noin 7,5 mm. STUKin tarkastaja keskusteli ongelmasta Puolassa TVO:n, BNN:n ja konsortion edustajien kanssa sekä palattuaan Suomeen TVO:n laadunvalvonnan edustajien kanssa. TVO:n näkemyksen mukaan toiminta ei ole hyväksyttävää ja se selvittää asiaa.

Valmistusvirheet

Tuotannossa on tapahtunut mm. seuraavia korjaamista ja ylimääräisiä testauksia vaatineita virheitä:

1. Ilmaraon kasvu yli 5 mm:iin konepajavalmistuksen yhteydessä (sekä sitä edeltänyt siirtyminen juurituelliseen hitsaukseen).
2. Ilmaraon kasvu 7,5 mm:iin asennusolosuhteissa satamassa (havainto 10.5.2006).
3. Hyväksymättömän hitsausmenetelmän käyttö korjauksissa (korjaus tehtiin puikolla, vaikka ainoa hyväksytty hitsausmenetelmä on täytelankahitsaus).
4. Reikien polttoleikkaus vääriin paikkoihin (päivittämättömät piirustukset)
5. Vialliset kiinnityslevyt (puutteet tapitushitsauksessa, tulivat ilmi 15.3.06) teräsvuorauksen vaipassa.

Ylisuuren ilmaraon käyttö toistuvasti on selvä laadullinen poikkeama virallisesti hyväksytystä toimintatavasta eikä missään nimessä hyväksyttävää tässä laajuudessa. Hyvin toimivassa laatujärjestelmässä ei tällaista tilannetta pitäisi päästä syntymään. Hitsausohjeen mukaista laadunvalvontaa tulee suorittaa jatkuvasti, ja jokaisen tekijän tulee vastata oman työnsä laadusta. Seuraava tarkastusporras on tässä hankkeessa määritelty siten, että FANPin laadunvalvontatarkastaja valvoo, että toiminta on ohjeiden mukaista ja laatuvaatimukset täyttyvät. Tätä seuraavan tarkastuksen tekee TVO:n laadunvalvontatarkastaja.

10.7.2006

STUKin tehtävänä ei ole tuotannon aikainen laadunvalvonta vaan ainoastaan sovittujen rakennetarkastusten suorittaminen. Lisäksi laatujärjestelmä edellyttää jäljitettävyyttä tilanteessa, jossa on mahdollista, että virheellistä tuotetta on saattanut päästä läpi tuotannonaikaisesta laadunvalvonnasta. Tässä tapauksessa on epäselvää kuinka laajasti ylisuurta ilmarakoa on esiintynyt hitsauksen yhteydessä.

Tähän mennessä jo valmistettujen alkuperäisen hitsausspesifikaation vastaisesti valmistettujen hitsaussaumojen hyväksyttävyyden osoitettu jälkikäteen lisämenetelmäkokeilla. STUK on hyväksynyt esitetyn menetelmäkokeen ohjelman ja nähnyt alustavat tulokset. Tulospöytä ei ole vielä toimitettu STUKin käsittelyyn. TVO:n ilmoituksen mukaan tavoite jatkossa on kuitenkin valmistustarkkuuden ja rakennustavan parantaminen.

Hyväksymättömän hitsausmenetelmän käyttö (yllä mainittu 3. virhe) paljastui STUKin tekemän rakennetarkastuksen yhteydessä. Valmistaja oli päättänyt tehdä muutoksia aiempaan työtapaan ja valitsi siinä pätevöimättömän menetelmän sen sijaan, että olisi kirjannut poikkeaman, ehdottanut korjauksia toimenpiteitä ja vasta hyväksynnän saatuaan jatkanut työtä. Väärällä menetelmällä hitsatut saumat hiottiin pois ja hitsattiin uudelleen pätevöityllä menetelmällä.

Ylimääräisten reikien polttoleikkaus johtui hyväksymättömien suunnitelmien käytöstä. Tieto TVO:n kannasta reikiin, joita alun perin oli tarkoitus käyttää apuna teräsvuorauksen tuennassa, ei saavuttanut valmistajaa ennen työn aloittamista. Teräsvuorauksen jatko-osien valmistaminen aloitettiin FANPin luvalla ennen kuin suunnitelmia oli hyväksytty. Aukot paljastuivat TVO:n valvonnassa ja ne korjattiin asianmukaisin menetelmin ja korjaustulos tarkastettiin röntgenkuvaamalla.

Teräsvuoraukseen hitsatuissa kiinnityslevyissä havaittiin vikoja vaipan (AS 20 renkaan) asennushitsauksen rakennetarkastuksen yhteydessä. Kiinnityslevyjen tapitushitsaus oli epäonnistunut osissa levyjen reunoille hitsatuissa tapeissa. Tämä näkyi epäyhtenäisenä ”kauluksenä” tapin juuressa. Levyt jouduttiin irrottamaan ja uudet levyt onnistuneine tapitushitsauksineen liitettiin teräsvuoraukseen.

Konkreettinen virhe toimituksessa on teräsvuorauksen pohjaosan AS10 aaltomaisuus. Pohjalevyjen hitsaus ilman jäykisteitä oli suunnittelijan valinta. Aaltoilutoleranssin asettaminen ei ehkä ollut realistinen ottaen huomioon valmistuksen (=hitsaus) tuomat vaikeudet. Aaltomaisuuden mahdollisten haittojen arvioimiseksi teräsvuorauksen kaukalomaiselle pohjaosalle suoritettiin vesitäyttökoe. Lopullisessa sijoituksessa suojarakennuksessa teräsvuorauksen sisälle valetaan betonia ja vesitäyttökokeella simuloitiin betonin painoa. Kokeen tulosten perusteella todettiin, että teräsvuoraus oikeni kuormitettuna, joten toleranssin ylittävästä aaltoilusta ei ole haittaa. Mahdollisten teräsvuorauksen ja pohjalaatan väliin jäävien ilmataskujen täyttämiseksi vuorauksen alle injektoidaan alkuperäisen suunnitelman mukaisesti vielä betonia sen jälkeen kun teräsvuorauksen sisäiset betonointityöt ovat edenneet riittävästi. Injektointia varten pohjalaatan pintaan on jyrskitty urat, joiden kautta notkea betoni tunkeutuu koko laatan alueelle.

10.7.2006

Johtopäätöksiä

Teräsvuorauksen valmistusta ovat haitanneet seuraavat tekijät:

- Valmistajan valinta ja valvonta jätettiin alihankkijan vastuulle.
- Laatu ja valmistuksen valvontaa koskevia vaatimuksia ei huomioitu suunnittelu- eikä tarjousvaiheessa ja ne olivat valmistajalle uusia ja yllättäviä.
- Valmistajan käytössä olevat työmenetelmät ja -laitteet ovat tämäntyyppisessä valmistuksessa vanhanaikaisia.
- FANP on antanut lupia valmistuksen jatkamiselle tilanteissa, joissa kyseisten vaiheiden suunnittelu ja suunnitelmien hyväksyminen ovat olleet vielä kesken.
- Valmistamiseen osallistuneille työntekijöille ei ole korostettu teräsvuorauksen saumojen turvallisuusmerkitystä eikä koulutettu ydinvoima-alan laadun hallintaan liittyviä toimintatapoja.
- Teräsvuorauksen tarkastusdokumentaatio ei ole ollut kokonaisuudessaan käytettävissä rakennetarkastuksia tehtäessä.
- Pitkä toimittajien ketju on hidastanut laatupoikkeamien käsittelyä.
- Alihankkijan ja laitostoimittajan laadunvalvonta on ollut puutteellista ja vaatinut poikkeuksellista toimintaa TVO:lta ja STUKilta.

3.3 Polarnosturi ja materiaalisulku

Reaktorihallin polarnosturi ja suojarakennuksen materiaalisulku ovat suunnitteluvaiheessa eikä valmistusta ole näiden osalta ole vielä aloitettu. Yhteistä näille toimituksille on sama suunnittelija ja valmistaja. Seuraavassa kuvataan lyhyesti taustatiedot kummallekin toimitukselle sekä toimitusten tähänastinen eteneminen.

3.3.1 Taustatietoa polarnosturista ja materiaalisulusta

Polarnosturin ja materiaalisulun valmistuksesta vastanneet sopimusosapuolet

Sopimusosapuolet olivat laitostoimittaja (Framatome ANP, FANP) sekä polarnosturin ja materiaalisulun rakennesuunnittelija ja valmistaja (Eiffel).

Yleistä yrityksestä

Eiffelillä, joka on osa suurempaa konsernia Eiffagea, työskentelee 1060 työntekijää. Yhtiö on erikoistunut suurien teräsrakenteiden kuten siltojen, sulkujen, tornien ja paineastioiden valmistukseen. Polarnosturit ovat vain pieni osa tuotevalikoimasta. Polarnosturin ja materiaalisulun valmistus tulee tapahtumaan Lauterbourgissa Strasbourgin lähellä ja suunnittelu Colombesissa Pariisissa.

Polarnosturille asetetut vaatimukset ja rakenne

Olkiluoto 3 -laitosyksikölle reaktorihallin yläosaan tullaan sijoittamaan ns. polarnosturi. Ydinvoimalaitoksella on käytössä useita kymmeniä nostureita, joista STUKin erityisessä

10.7.2006

valvonnassa ovat ainoastaan ne, joita tullaan käyttämään ydinpolttoaineen siirtoon tai muihin turvallisuuden kannalta merkittäviin nostoihin. Polarnosturi on yksi näistä ja se on luokiteltu turvallisuusluokkaan 3.

Koska reaktorihalli on muodoltaan pyöreä, niin nosturikonstruktio joudutaan myös rakentamaan erityisellä tavalla pyöriväksi nosturisillan osalta. Reaktorihallin seinärakenteen yläosaan asennetaan kisko, jonka varassa nosturisilta pystyy pyörimään. Tavallisesta siltanosturista poikkeavan liikkeen johdosta tämän tyyppisiä nostureita kutsutaan polarnostureiksi.

Polarnosturin sillan jänneväli on 44,3 metriä ja päänostimen maksimi kapasiteetti on 320 tonnia. Lisäksi nosturissa on kaksi pienempää nostinta (35 t ja 5 t).

Polarnosturin suunnittelijan ja valmistajan valinta

Polarnosturille on laitosopimuksessa mainittu neljä potentiaalista toimittajaa. FANP pyysi tarjouksia yksityiskohtaisesta suunnittelusta ja valmistuksesta kolmelta keskieu-rooppalaiselta ja yhdeltä suomalaiselta yritykseltä. Polarnosturin toimittajaksi valittiin ranskalainen Eiffel. Eiffel on FANPin hyväksytyjen toimittajien listalla.

Eiffelin Lauterbourgissa sijaitsevalla konepajalla valmistetaan runsaasti suuria teräsra-kenteita, joten polarnosturin kokoisen laitteen valmistus ei poikkea muusta tuotannosta paljoakaan. Kyseisellä yhtiöllä on kokemusta polarnosturien valmistuksesta ydinvoima-laitoksiin. Viimeisin toimitus ydinvoimalaitosympäristöön on ollut 1998 kiinalaiselle ydinvoimalaitokselle.

Tarjouspyynnöissä Eiffeliltä edellytettiin IAEA:n turvallisuusstandardin 50-C-QA [6] tai muun ydinvoima-alan vaatimusten huomioimista laatujärjestelmässä tai projektispesifi-sessä laatusuunnitelmassa, koska polarnosturi ja materiaalisulku ovat turvallisuusluoki-teltuja laitteita. Eiffel on FANPin mukaan kvalifioitu FRA/N/100E/OL3 mukaisesti. Valmistajan laatujärjestelmä on sertifioitu ISO 9001:2000 mukaan. Tämän lisäksi projek-tispesifikaatioihin on sisällytetty ydinvoima-alan standardeja vaatimuksiksi.

Polarnosturin toimituksen eteneminen

Polarnosturin projektispesifikaatio hyväksyttiin (20.12.2005) STUKin päätöksellä kah-deksalla huomautuksella. Huomautukset olivat lähinnä vaatimuksia standardien ja mää-räysten huomioimisesta ja päivittämisestä projektispesifikaatioon ja sen vaatimuksiin.

Polarnosturin rakennesuunnitelma oli maaliskuun 2006 puolivälissä TVO:n ja FANPin välisessä käsittelyssä. STUKille rakennesuunnitelmaa ei ole vielä toimitettu hyväksyttä-väksi.

Materiaalisululle asetetut vaatimukset ja rakenne

Materiaalisulku sijaitsee reaktorihallissa ja se on halkaisijaltaan 8,3 metriä. Sitä avattaes-sa luukku nostetaan ylös kiskoja myöten. Materiaalisulkua käytetään vuosihuoltojen ja

10.7.2006

korjausseisokkien aikana suurikokoisten kappaleiden siirtämiseen sisälle tai ulos reaktorihallista. Materiaalisulku kuten koko teräsvuoraus kuuluu turvallisuusluokkaan 2.

Materiaalisulun suunnittelijan ja valmistajan valinta

Materiaalisululle on laitosopimuksessa mainittu viisi potentiaalista toimittajaa. FANP pyysi tarjouksia yksityiskohtaisesta suunnittelusta ja valmistuksesta neljältä keskieuropalaiselta ja yhdeltä suomalaiselta yritykseltä. Materiaalisulun toimittajaksi valittiin ranskalainen Eiffel.

Materiaalisulun toimituksen eteneminen

TVO:n maaliskuun 2006 puolivälissä suorittaman Eiffelin auditoinin yhteydessä käsiteltiin samalla kertaan myös materiaalisulkuun liittyviä asiat. Materiaalisulun suunnittelu-työstä oli tuolloin tehty jo noin puolet.

3.3.2 Polarnosturin ja materiaalisulun hankinnan yhteydessä tehtyjä havaintoja

FANPin suorittama laadunhallinta

FANP suoritti Eiffelin suunnittelutoiminnan auditoinnin joulukuussa 2005 ja audit tehtaalle oli maaliskuussa 2006. Tässä tapauksessa FANP auditoi siis sekä suunnittelu- että valmistusorganisaation. Auditit olivat kuitenkin myöhässä, koska ne tehtiin noin vuosi projektin käynnistymisestä. FANPn tekemässä suunnitteluorganisaation auditissa ei tehty merkittäviä havaintoja.

TVO:n suorittama Eiffelin audit

TVO suoritti auditoinnin Eiffelille 14.-15.2.2006. Tarkoituksena oli arvioida Eiffelin suunnittelu-, valmistus- ja laadunhallintamenettelyjä sekä muita toimintaedellytyksiä. Suunnitteluun liittyviä toimintoja arvioitiin Pariisissa ja valmistukseen liittyviä asioita Lauterbourgissa.

Auditin tuloksena kirjattiin 12 huomautusta ja 8 suositusta. Huomautukset ja suositukset koskivat lähinnä turvallisuuskulttuuria, valmistusmenetelmiä ja materiaaleja sekä kokouskäytäntöjä.

Suunnitteluorganisaatio oli työskennellyt auditin aikoihin noin vuoden OL3-projektissa. Polarnosturin rakennesuunnitelma oli käsittelyssä TVO:n ja FANPin välillä, mutta sitä ei ole vielä toimitettu STUKin hyväksyttäväksi. Auditoinnissa todettiin myös, että materiaalisulun suunnittelutyöstä oli tehty jo noin puolet, mutta suunnittelukatselmuksista ei konepajalla ollut esittää pöytäkirjoja. Suunnittelun riippumattomat katselmuksista Eiffel oli ymmärtänyt voivansa hoitaa viikoittaisilla teknisen suunnitteluryhmän kokouksilla.

IAEA:n turvallisuusstandardia 50-C-QA tai vastaavaa ei laatujärjestelmässä ollut huomioitu. Tieto vaatimuksesta ei auditissa saadun tiedon mukaan ollut välittynyt Eiffelille.

10.7.2006

Auditissa kirjattiin tähän havaintoon liittyen kaksi poikkeamaa, joista toinen koski turvallisuuskulttuurikoulutuksen antamista OL3-projektiin osallistuvalla henkilökunnalla.

Toinen vaatimusten välitystä koskeva puute oli, ettei STUKin projektispesifikaatiota koskevaa päätöstä (29.12.2005) löytynyt Eiffeliltä. Ohjeista YVL 1.4 [2] ja YVL 5.8 [12] toimittajalla oli vanhat versiot. Projektispesifikaatiossa oli vaadittu uudempien versioiden käyttöä. Tähän liittyen kirjattiin suositus, että kaikki sovellettavat YVL-ohjeet tulee olla sähköisessä muodossa työntekijöiden luettavissa esim. intranetissä.

Koska tehdashallit eivät ole erikoisen siistejä, suositeltiin I&C ja sähkökomponenttien asennuspaikan erottamista muusta tuotannosta lian ja pölyn takia. Muut suositukset koskivat osto-osien hankinnan harmonisointia, sisään tulevan materiaalin vastaanottomenetelyjen selventämistä ja muutosten hallintamenettelyjen sisällyttämistä laatusuunnitelmaan. OL3-projektiin kohdistuva Eiffelin sisäinen auditointi suositeltiin pidettäväksi.

Lisäksi audit paljasti konepajan toiminnassa runsaasti puutteita, kuten esim. levynnoston nostokoukun käytön väärin. Joidenkin laitteiden ja hitsauskoneiden kalibrointipäivämäärät olivat vanhentuneita. Myös hitsausmateriaalien ja -lisäaineiden laadunvalvonnassa oli puutteita. Lämpökäsittelyhuoneesta puuttui lämpökäsittelyohjeet.

Eiffelin suunnittelu ja valmistajaorganisaatiot ovat käynnistäneet havaittujen poikkeamien korjaamiseen tähtäävät toimenpiteet, eikä rakenteilla olevan laitoksen turvallisuuden ole katsottu vaarantuneen tässä tapauksessa.

Johtopäätöksiä

TVO:n tekemä Eiffelin auditin tulos vahvisti käsitystä siitä, että TVO:n auditit menevät tarkemmin yksityiskohtiin ja tuottavat enemmän havaintoja kuin FANPin auditit. Lisäksi havaittiin yhtenevästi muiden esimerkkien kanssa, että ydinvoima-alaa koskevat erityisvaatimukset välittyvät puutteellisesti laitostoimittajalta alihankkijalle.

4. OL3 -RAKENTAMISHANKKEEN JOHTAMINEN JA LAADUNHALLINTA

4.1 Johtamisjärjestelmät

OL3-hankkeen pääosapuolet ovat OL3-ydinvoimalaitosyksikön tilannut TVO ja laitostoimittaja CFS, joka on Framatome ANP:n (FANP) ja Siemens GmbH:n muodostama konsortio. Reaktorisaarekkeen toimittamisesta vastaa FANP. Tutkinnassa on pääosin tarkasteltu FANPin toimintaa lukuun ottamatta toimintoja ja havaintoja, jotka ovat selvästi koko konsortiota koskettavia. Tällöin tekstissä on viitattu koko konsortioon.

10.7.2006

4.1.1 TVO:n johtamisjärjestelmä ja yhteistyö FANPin kanssa

TVO:n rooli

OL3 projektisuunnitelmassa TVO määrittelee oman roolinsa seuraavasti: ”*OL3 projekti vastaa projektin johtamisesta ja kaikkien siihen liittyvien töiden ja palvelujen koordinoimisesta ja valvonnasta. Erityisesti panostetaan turvallisuuskulttuuriin ja laadunhallintaan*”. Luvanhaltijana TVO vastaa rakenteilla olevan laitoksen turvallisuuden ja laadun varmistamisesta.

TVO:n laatujohtamisjärjestelmässä kuvattu OL3 turvallisuus- ja laatujohtamisprosessi koskee vain sen omaa organisaatiota. Siinä kuvataan mm. oman henkilöstön toiminnan arviointi. Turvallisuus- ja laatujohtamisjärjestelmän luominen toimitusketjuun ja rakennusorganisaatioon tapahtuu välillisesti, koska laitostoimittaja vastaa rakentamisesta ja rakentamiseen osallistuvien alihankkijoiden valinnasta ja hallinnasta.

TVO on sopimuksessa siirtänyt laitoksen lisensioitavuuden CFS:n vastuulle, samoin kuin töiden toteuttamisen, alihankkijoiden valinnan ja hallinnan sekä työmaan johdon. Käytännössä tämä tarkoittaa, että helmikuussa 2005 tapahtuneen työmaan luovutuksen jälkeen TVO ei audit- ja valvontatoimintaansa lukuun ottamatta kommunikoi suoraan alihankkijoiden kanssa. Muutoin TVO saa tiedon alihankkijoiden työn sujumisesta ja laadusta konsortion kautta ja STUK puolestaan TVO:lta

Laadunhallinta

OL3-projektin laatujohtamisjärjestelmässä on selkeästi painotettu laadunhallinnan keskeistä merkitystä hankkeen onnistuneelle toteutukselle.

OL3-projektissa laadunhallinta on organisoitu siten, että se on osa johtamistoimintaa ja jakaantuu yhtäältä laadunohjaukseen QC (Quality Control) ja toisaalta laadunvarmistukseen QA (Quality Assurance).

OL3-projektin laadunhallintayksikössä työskentelee 12 vakinaista henkilöä, joista kahdeksan työskentelee laadunvarmistusinsinööreinä, sekä lisäksi ulkopuolisia osa-aikaisia QA-insinöörejä ja audittoijia. Lisäksi OL3-projektin laadunhallintayksikön QC-ryhmässä toimii yhteensä yhdeksän henkilöä, joista osa tarkastajina valmistuspaikoilla. OL3-projektin rakennustekniikkayksikön QC-ryhmässä työskentelee 13 henkilöä. TVO varmistaa rakentamisen ja laitteiden laadun QA-henkilöstön tekemällä organisaatioiden toimintaan kohdistuvilla auditeilla ja QC-henkilöiden tekemällä rakenteisiin ja laitteisiin kohdistuvilla tarkastuksilla sekä laadunohjauksella.

Koulutus

TVO:n järjestämä perehdytyskoulutus koskee vain yhtiön omaa henkilöstöä ja TVO:n vakituisesti käyttämiä konsultteja. Tulokoulutus ja muu TVO:n järjestämä perehdytys on keskeinen kanava välittää OL3-projektissa työskentelevälle henkilöstölle ydinvoima-alan perustietous ja turvallisuuskulttuuri. Koulutus on suunniteltu lähtien siitä, että TVO:n

10.7.2006

palvelukseen OL3-projektiin palkattu henkilöstö on pääosin ydinvoima-alan ulkopuolelta tullutta. Vie aikansa, ennen kuin OL3-projektissa muodostuu selkeä käsitys ydinvoimalaitoksen rakentamisesta ja käytössä noudatettavista turvallisuusperiaatteista sekä eri organisaatioiden roolista. Haastatteluissa esiintyi näkemyksiä, joissa STUKia pidettiin tässä vaiheessa eräänä turvallisuuden varmistamismekanismina.

TVO:n oman OL3-projektin henkilöstön koulutuksessa pidetään haastattelujen mukaan tärkeänä tavoitteena sitä, että CFS:ää ja sen alihankkijoita voidaan valvoa yhdenmukaisella tavalla. Sen sijaan suoraan alihankkijoiden henkilöstölle annettavaa turvallisuuskoulutusta ei OL3:n johdon keskuudessa korostettu. Päinvastoin, haastattelussa esitettiin näkemyksiä, ettei voida määritellä sellaista tietosisältöä, joka kaikkien hankkeeseen osallistuvien tahojen tulisi ymmärtää. Lisäksi esiintyi käsityksiä, että ydinvoima-alan erityislaatu ja pelisäännöt ovat kaikille toimijoille itsestään selviä, eikä niitä tarvitse erikseen viestiä.

CFS:n ja sen alihankkijoiden valvonta

TVO:n laadunohjauksen ja laadunvarmistuksen tuloksena tai muun toiminnan ohessa havaitut poikkeamat kirjataan kukin erilliseen poikkeamaraporttiin ja niistä raportoidaan CFS:lle. Poikkeamaraportointi on siis tärkein laatujärjestelmän väline, jolla voidaan puuttua turvallisuusvaatimusten välittymisessä tai teknisessä laadussa havaittuihin ongelmiin.

Haastatteluissa OL3-projektin johdolta kysyttiin, mitkä ovat keskeisimmät mekanismit siirtää turvallisuus- ja laatukulttuuri toimitusketjuun ja rakennusorganisaatioon. Haastattelujen mukaan keskeisimmät mekanismit luoda tai siirtää turvallisuus- ja laatukulttuuri laitostoimittajalle ja sen alihankkijoille ovat *valvonta ja poikkeamiin reagointi*. TVO:n toimintamallin perusteena näyttää siis olevan uskomus siihen, että CFS alihankkijoihin oppii projektin aikana täyttämään TVO:n ja viranomaisen tiukat vaatimukset, jotka tulevat esille erilaisissa kokouksissa ja auditeissa, suunnitteluaineistojen tarkastuksessa ja rakennetarkastuksissa.

TVO:n osallistuminen alihankkijoiden valintaan

OL3-projektissa on toimittajien ja alihankkijoiden valintaa koskevat menettelyt kuvattu TVO:n osalta OL3 laatukäsikirjan luvussa 7.4 Hankintatoiminta. Laatukäsikirja on osa TVO:n johtamisjärjestelmää. Myös TVO:n ja CFS:n väliseen laitostoimitusta koskevaan sopimukseen on kirjattu toimittajien valintaan liittyviä asioita.

TVO:lla on alihankkijoiden valintavaiheessa mahdollisuus kiinnittää huomiota siihen, että valinnassa varmistetaan edellytykset laatu- ja turvallisuuskriteereiden täyttymiselle.

CFS:n ohjeistossa kuvataan, miten TVO saa tietoa ja voi vaikuttaa alihankkijoiden valintoihin. Pienissä (minor) hankinnoissa CFS tiedottaa TVO:lle tapauskohtaisesti tai pyynnöstä tarjouspyyntöjen lähettämisestä. TVO voi suositella pienten hankintojen kohdalla CFS:lle alihankkijoita. CFS ottaa suositellut alihankkijat huomioon tarjouskilpailussa, mikäli se ei tuota merkittävää hidastusta. TVO saa tiedon minor -toimittajan valinnasta kuukausiraporteissa.

10.7.2006

Suurten (major) hankintojen kohdalla CFS informoi TVO:ta etukäteen sekä ennen tarjouspyyntöjen lähettämistä mahdollisille toimittajille että toimittajavalinnan tehtyään. TVO:lla on mahdollisuus vaikuttaa tarjouskyselyn sisältöön ja toimittajavalintaan, mutta tietyissä tapauksissa TVO joutuu maksamaan haluamastaan toimittajan vaihdosta.

4.1.2 CFS:n johtamisjärjestelmä

CFS:n rooli

CFS:n vastuulla on OL3-laitoksen lisensioitavuus, projektin toteuttaminen, alihankkijoiden valinta ja hallinta sekä työmaan johto. Konsortion kumpikin osapuoli huolehtii omasta toimitusalueestaan. FANP huolehtii tutkinnassa esimerkkeinä tarkastelluista reaktori-puolen rakenteista ja laitteista ja Siemens turpiinipuolesta. CFS vastaa teknisten turvallisuusvaatimusten välittämisestä alihankkijoilleen. Alihankkijoiden valinnan ja hallinnan myötä myös turvallisuusmerkityksen välittäminen kaikille OL3 rakentamiseen ja valmistukseen osallistuville yrityksille ja ihmisille on CFS:n tehtävä.

Laadunhallinta

OL3-projektin laadunhallinnan malli on moniportainen lähtien CFS:n laadunvarmistusohjelmasta ja FANPin laatupolitiikasta sekä päätyen alihankkijoilta edellytettäviin laatujohtamisen menettelytapoihin.

FANPin yleinen laadunhallintajärjestelmä (Plants QEM Manual Rev. F, Jan 2005) painottaa laadunhallinnan keskeistä merkitystä hankkeen onnistuneelle toteutukselle. Laatupolitiikassa korostetaan laatu- ja ympäristöjohtamisen yksikön (Quality & Environmental Management Unit) riippumattomuutta muista hankkeen yksiköistä, sen valtuuksia toden-taa sovittujen menettelytapojen noudattamista ja sen toimintavaltuuksia kaikissa sellaisissa tilanteissa, jotka saattavat vaarantaa laatua.

CFS:n hankintoja koskevissa laatuohjeissa kuvataan myös sopimusten ja toimitusten seuranta-menettelyjä. Näiden menettelyjen mukaan toimittajan kykyä tuottaa sovittuja tuotteita valvotaan jatkuvasti ja havaituista puutteista ilmoitetaan välittömästi toimittajalle. Merkittävät havainnot tiedotetaan lisäksi TVO:lle. Sopimusvelvoitteiden täyttymisen seurannassa otetaan huomioon mm. laatu, teknisten vaatimusten mukaisuus, sovittujen laadunvarmistusmenettelyjen noudattaminen, aikataulussa pysyminen sekä kaupalliset ja sopimusjuridiset kysymykset.

Poikkeamien käsittely jakautuu teknisiin, sopimuksellisiin ja prosessipoikkeamiin. Prosessipoikkeamat käsitellään CFS:n osapuolten laadunvarmistusohjelmassa esitettyjen menettelyjen mukaan.

Laitospaikalla tapahtuva laadunhallinta ja sen menettelyt on kuvattu laitospaikan prosedureissa.

10.7.2006

FANPin laadunvarmistusorganisaation (SGI) noin 50 työntekijästä tekee 13 töitä (auditeja) Olkiluoto 3-projektille. Heidän käytännön työkalunaan ovat, samoin kuin TVO:n vastaavalla henkilöstöllä, poikkeamaraportit, joissa edellytetään korjaavia toimenpiteitä ja joiden avulla seurataan toimenpiteiden toteutumista.

FANPin edustajien esittämän näkemyksen mukaan turvallisuus syntyy hyvän laadun tuloksena ja turvallisuuskulttuuri tarkoittaa sitä, että noudatetaan laatujärjestelmää. FANPin piirissä on kuitenkin kehitetty vuodesta 2004 lähtien ”turvallisuuskulttuuri-ohjelmaa”. Tämä on koulutuspaketti, joka on suunnattu FANPin ylimmälle johdolle. OL3-projektissa työskentelevät ja työmaajohto eivät ole vielä kuuluneet tämän koulutuksen piiriin.

Koulutus

Työmaan luovutuksen jälkeen laitostoimittaja on vastannut aluetulokoulutuksesta. Sen sisältö on painottunut työturvallisuuteen. Tulokoulutuksessa ei ole erityisesti korostettu työn merkitystä rakennettavan ydinvoimalaitoksen turvallisuuteen eikä tästä johtuvia laatu- tai laadunvalvontavaatimuksia tai vaikutusta toimintatapoihin. Aluetulokoulutuksessa ei ole myöskään kerrottu ydinvoimalaitoksen turvallisuuden varmistamisesta noudatettavista yleisistä periaatteista. Huhtikuussa 2006 koulutuksen sisältöä on kuitenkin täydennetty turvallisuuskulttuurin edistämiseen tarkoitetulla tiedolla.

Alihankkijoiden valinta

CFS:n OL3-projektissa noudattamat hankintamenettelyt ja alihankkijoiden (urakoitsijoiden) valintaan liittyvät menettelytavat on kuvattu selkeästi CFS:n molempien osapuolten laatujärjestelmissä ja OL3-projektille spesifisessä laatusuunnitelmassa.

CFS:n määrittelemiä alihankkijoiden valintakriteereitä ovat referenssit samankaltaisista hankinnoista, CFS:n osapuolten omat kokemukset alihankkijasta aiemmissa hankkeissa ja sopimuksissa (myös TVO:n kokemukset silloin kun niitä on olemassa), CFS:n osapuolten omat arvioinnit (tarvittaessa audittiin perustuvat), laatusertifioinnit, tekninen osaaminen ja kyky projektin läpiviemiseen, edellytykset turvallisuusvaatimusten täyttämiseen ja laitteiden tekniset ominaisuudet verrattuina teknisiin vaatimuksiin. CFS varmistaa myös, että sen alihankkijat käyttävät vastaavia kriteerejä valitessaan edelleen itse alihankkijoita.

Tarjouspyyntömateriaali on määrittely konsortion ohjeistuksessa. Materiaaliin tulee sisällyttää OL3-projektille spesifiset hankinta- ja toimitusehdot. Lisäksi on kuvattu, miten alihankkijoilta tulee edellyttää ydinvoimaspesifisten ja OL3-spesifisten vaatimusten huomiointia, mukaan lukien tarpeelliset YVL-ohjeet.

10.7.2006

4.2 Arvio johtamisesta ja laadunhallinnasta

4.2.1 Yhteisiä havaintoja

Aikataulun viivästymisen syyt ja vaikutukset

OL3-projektin hallittua toteutusta ja aikataulussa pysymistä on vaikeuttanut yksityiskohtaisten suunnitelmien hidas valmistuminen suhteessa siihen, miten ripeästi rakentajat ja laitteiden valmistajat pystyisivät toimimaan, jos suunnitelmat olisivat ajoissa käytettävissä.

Laitoshankkeen toimitussopimusta tehtäessä ja rakentamislupaa haettaessa oli valmiina laitoksen pääpiirteinen rakenne ja järjestelmien tekniset vaatimukset. Tämä tarkoittaa, että oli määritelty lähes lopullisesti rakennusten arkkitehtuuri, järjestelmien pääpiirteet (esim. prosessijärjestelmien osalta paineet, lämpötilat, virtaukset, pääputkistot venttiileineen, paineastioiden mitat ja pumppujen tekniset vaatimukset) sekä järjestelmien sijoittelu rakennuksiin. Suunnittelu oli siis viety niin pitkälle, että oli voitu tehdä tarvittavat turvallisuusanalyysit ja pystyttiin käynnistämään rakennushankkeen käytännön valmistelu mukaan lukien laitehankinnat ja maanrakennustyöt.

Yksityiskohtainen suunnittelu (esim. betonin lujuusvaatimusten ja betonirauδοituksen määrittelyyn tarvittavat rakenteiden mitoituskalkelmat ja lopulliset työmaapiirustukset) oli tekemättä, ja siihen vaadittava aika ja työmäärä oli selvästi aliarvioitu. Ylimääräisen ongelman aiheutti se, että laitostoimittaja ei tuntenut suomalaista toimintatapaa. Suomalaisen vaatimusten mukaan tärkeimpien järjestelmien ja laitteiden yksityiskohtainen suunnittelu tarkastetaan sekä TVO:n että STUKin toimesta. Suunnitelmien pitää olla kaikkien osapuolten hyväksymät ennen laitteiden valmistuksen aloittamista ja rakentamistyön käynnistämistä laitoksen eri osissa. Pyrkimys pysyä lähtökohtiin nähden ilmeisen epärealistisessa aikataulussa on vaatinut ylimääräistä työtä ja siten entisestään hidastanut ja vaikeuttanut projektin edistymistä.

STUKin kokemus on, että TVO:n OL3-projektin STUKille toimittamat aineistot ovat toisinaan heikkolaatuisia ja tarkastajia pyydetään suorittamaan rakennetarkastusta kohteeseen, jossa esimerkiksi suunnitteluaineiston hyväksyntä ja laadunvalvonta-aineisto eivät ole vielä kunnossa. Vaikka tilanne onkin parantunut projektin edetessä, vaikuttaa edelleen siltä, että TVO ei kaikilla alueilla ennätä puutteellisten resurssien ja tiukkojen aikataulujen vuoksi paneutua kaikkiin laitostoimittajan toimittamiin suunnitteluaineistoihin asian vaatimalla kyseenalaistavalla otteella.

Yksityiskohtaisen suunnittelun keskeneräisyys vielä tutkinnan ajankohtanakin, ja rakentamisen aikataulun viivästyminen pääosin tästä syystä, tekevät projektin kokonaisuuden hallinnan hyvin vaativaksi.

10.7.2006

Vaikutus turvallisuuteen

TVO:n edustajat korostivat haastatteluissa, että ongelmat komponenttien valmistuksessa ja rakentamisessa liittyvät projektin aikatauluun eikä ydinturvallisuus ole vaarantunut niiden vuoksi. Poikkeamien suuri määrä kertoo heidän mukaansa ennen muuta TVO:n tarkastustoiminnan tarkkuudesta. Suomalainen täsmällisyys ja tarkkuus ovat sellaista tasoa, jota laitostoimittaja ei ole osannut odottaa. Kyseessä on siis kulttuuriero, ero odotuksissa.

Tutkinnassa muodostunut käsitys poikkeamien turvallisuusvaikutuksista vastaa pääosin TVO:n edustajien esittämää näkemystä. Vaaditusta laatutasosta ei ole tingitty ja se on tehtyjen testien ja tarkastusten perusteella saavutettu, joskin tietyissä tapauksissa vasta monien korjausten jälkeen.

Turvallisuuskulttuuri

Tapahtumien valossa näyttää siltä, että TVO:n valvontatoiminta ei ole saavuttanut tavoitettua korkeatasoisen turvallisuus- ja laadukulttuurin syntymisestä toimittajaketjuun ja rakentamisorganisaatioon. Vaikka teknisiä laatu-poikkeamia on tunnistettu eri komponenttien valmistuksessa runsaasti ja niistä on tehty poikkeamaraportteja, ei laitostoimittajan ja sen alihankkijoiden toimintatapa ja suhtautuminen turvallisuusasioihin ole tutkinnan havaintojen perusteella olennaisesti kehittynyt. Ydinvoima-alan edellyttämää pyrkimystä huolelliseen ja mahdollisimman virheettömään toimintaan ja havaittujen poikkeamien avointa esiin tuomista ja ripeää korjaamista ei selkeästi korosteta toimittajaketjussa.

Tutkinta osoitti, ettei OL3-projektissa ole vielä selkeää ja yhteisesti jaettua käsitystä siitä, mikä on rakentamisvaiheessa tärkeää turvallisuustavoitteiden saavuttamiseksi ja miten laajasti ja painokkaasti turvallisuustietoisuutta tulisi edistää. TVO:n ja FANPin OL3-projektihenkilöstön haastatteluissa ilmaiseman käsityksen mukaan ydinturvallisuus varmistetaan sillä, että turvallisuusluokkien 1 ja 2 komponentit ja rakenteet ovat teknisesti oikean laatuaisia. Työmaatoiminta mielletään yleensä ei-turvallisuuskriittiseksi toiminnaksi. TVO:n turvallisuusryhmän rooli on jäänyt vaatimattomaksi käsiteltäessä rakentamiseen osallistuvien tahojen toiminnassa ilmeneviä toimintapoikkeamia ja turvallisuuskulttuuriasioita.

Tutkinnan aikana on havaittu, että ydinvoima-alan vaatima vastuullinen toiminta ei ole itsestäänselvyys monille rakennustyömaalla ja valmistusorganisaatioissa työskenteleville. Aina ei pyritä edes oman työn moitteettomaan suoritukseen saati sitten huolehdita siitä, että muillakin projektiin osallistuvilla olisi mahdollisimman hyvät edellytykset onnistua omissa työvaiheissaan.

Laadunhallinta

Rakentamisen ja laitteiden valmistuksen valvonta näyttää toteutuneen projektissa pääosin suunnitellusti ja sitä hoitavat pätevät henkilöt sekä TVO:n että laitostoimittajan organisaatioissa. Poikkeamat kirjataan huolellisesti ja niiden korjaamista seurataan. Tältä kan-

10.7.2006

nalta laadunhallinnan itsenäinen ja riippumaton rooli toteutuu. Toisaalta laadunvalvonta-organisaation valtuudet, täytäntöönpanovoima ja rohkeus puuttua välittömästi havaittuihin laatupoikkeamiin ja vaatia niiden korjaamista oikea-aikaisesti eivät vaikuta riittävältä.

Tutkinnassa tehtyjen havaintojen mukaan ei ole selkeää käytäntöä sen suhteen, miten laatuvaatimuksista poikkeavaa tuotetta käsitellään. ISO 9001-standardi edellyttää, että laatuvaatimuksista poikkeavan tuotteen käsittelylle on olemassa selkeä menettelytapa ja että vastuut ja valtuudet asian hoitamiseksi on määritelty. OL3-projektissa on epäselvää, millä organisaatiolla ja kenellä kulloinkin on vastuu spesifikaatiosta poikkeavan tuotteen hyväksymisestä ja miten hyväksyntä käytännössä tapahtuu. Laatujärjestelmän mukaan suunnittelija laatii tuotteelle laatuvaatimukset, jotka tuotannossa pyritään täyttämään. Joissain tapauksissa suunnitelmat hyväksytetään TVO:lla ja myös STUKissa ja jos niihin tulee muutoksia, pitää hyväksymismenettely uusia. Tutkinnassa ei saatu näyttöä esimerkiksi siitä, että näin olisi menetelty teräsvuorauksen pohjaosan tapauksessa. Sen sijaan jotkut haastatellut mainitsivat, että ”suunnittelijan asettamat toleranssit olivat liian tiukat”. Konsortion laatupäällikön haastatteluissa ilmaiseman tiedon mukaan saattaa usein tapahtua niin, että spesifikaatio mukaista laatua ei pystytä käytännössä saavuttamaan ja tällöin muutetaan spesifikaatiota. Tämä saattaa olla realistinen ja sinänsä hyväksyttävä menettely, mutta spesifikaation muutoksen hyväksyttävyyttä pitäisi kuitenkin aina osoittaa ja aineistot käsitellä samalla tasolla, jossa alkuperäinen hyväksyntä on tapahtunut.

Audit-raportteja tarkasteltaessa ilmeni, että TVO:n audittoijat olivat kirjanneet useita havaintoja turvallisuuskulttuurista ja siihen liittyvän koulutuksen puutteista. Vastavia havaintoja ei löytynyt FANPin suorittamista auditeista. Yleensäkin FANPin ja TVO:n samaan kohteeseen suorittamassa auditissa kirjattujen havaintojen määrä vaihtelee järjestelmällisesti niin, että TVO:n tekemä audit tuottaa enemmän havaintoja.

Koulutus

IAEA säännösten sekä STUKin ja TVO:n välisten keskusteluiden edellyttämä ns. turvallisuuskulttuurikoulutus kaikille laitostoimitukseen osallistuville on käytännössä yleensä jäänyt toteuttamatta. Eräs TVO:n laatuasiantuntija totesi haastattelussa, ettei tiedä sellaista missään organisaatiossa järjestetyn. Mitä koulutuksen tulisi sisältönsä olla ja kenen vastuulla se olisi, on määrittelemättä. Samoin on määrittelemättä, millainen tietämys ydinvoima-alan erityisvaatimuksista pitäisi edellyttää laitostoimittajan palveluksessa olevalta henkilöstöltä ja sen alihankkijoilta.

Kieliongelmat

Projektikieli on käytännössä pääsääntöisesti englanti, vaikka eräissä alihankkijasopimuksissa on kieleksi sovittu alihankkijayrityksen oma kieli. Kaikki osapuolet (mm. alihankkijat) ei hallitse englantia niin hyvin, että voitaisiin olla varmoja, että asiat tulevat täysin ymmärretyksi.

10.7.2006

4.2.2 TVO:ta koskevia havaintoja

Suhde laitostoimittajaan

Haastatteluissa OL3:n johto korosti, että heidän rooliaan tarkasteltaessa on muistettava, että kyseessä on avaimet käteen-toimitus, jossa heidän on luotettava laitostoimittajaan ja annettava sille työrauha. Tämä ei kuitenkaan ole tutkintaryhmän näkemyksen mukaan oikea asenne. TVO:n on valvottava, että laitostoimittaja täyttää velvoitteensa ja huolehtii myös aliurakoitsijoiden työn laadusta.

Laitostoimittajan rakentamisen aikaisen työmaaorganisaation henkilöstöä on vaihdettu jo projektin tässä vaiheessa haitallisen paljon ja jopa työmaan päällikkö on vaihtunut. Tämä on vaikeuttanut kokonaisuuden hallintaa, ongelmiin puuttumista ja niiden ratkaisemista. Vastuiden siirtyminen tällaisessa tilanteessa on jäänyt kaikille toimijoille epäselväksi. Osapuolten yhteisissä asiakirjoissa sen enempää kuin osapuolten projektikäsikirjoissaakaan ei selvästi todeta, mitkä ovat TVO:n mahdollisuudet huolehtia siitä, että FANPin työmaaorganisaation pysyvyys on asianmukaisesti varmistettu ja että se kykenee hoitamaan vastuunsa ja velvollisuutensa.

Johtamistoiminta ja turvallisuuskulttuurin edistäminen

TVO on rakentamisluvan haltijana vastuussa kaikista turvallisuuteen ja laatuun liittyvistä asioista eikä se voi siirtää tätä vastuuta laitostoimittajalle tai muulle osapuolelle minkäänlaisella laitostoimitussopimuksella. Haastatteluissa tuli esiin käsitys STUKin roolista turvallisuuden varmistajana, mutta tämä tulkinta ei saa vähentää TVO:n omaa vastuuta kaikkien turvallisuustekijöiden omasta varmistamisesta.

TVO:n käyville ydinvoimalaitosyksiköillä on omaksuttu vakiintunut periaate toiminnan jatkuvasta kehittämisestä ja turvallisuuden parantamisesta, mutta OL3-projekti on jossain määrin irrallaan käyvistä laitoksista ja TVO:n perinteisestä kulttuurista. TVO:n omassa organisaatiossa OL3-projektiin osallistuu paljon ydinvoima-alan ulkopuolelta tullutta henkilöstöä, ja turvallisuuskulttuurin sisäistäminen projektiorganisaatiossa on vielä kesken.

OL3-projektissa TVO:n johdolla ei näytä olevan omaa määrätietoista viestintää oman organisaationsa ulkopuolisille toimijoille korkeatasoisen turvallisuuskulttuurin kehittämiseksi koko rakentamishankkeeseen. TVO katsoo, että vastuu rakentamisesta on laitostoimittajalla ja TVO:n oma painopiste on käyttöönnotossa ja sen jälkeisessä vaiheessa.

Haastattelujen perusteella syntyi vaikutelma, että rakennustöiden organisointiin liittyvät aikataulupaineet ovat TVO:n sisällä tärkeimmällä sijalla OL3-projektin asioita viestittäessä ja käsiteltäessä. OL3:n tekniikkaorganisaatiossa paineet pysyä aikataulussa ovat todennäköisesti kovat, sillä laitostoimittajan suunnitelmat tulevat myöhässä eikä niiden tarkastamiseen ole varattu aikatauluissa riittävästi aikaa. Vaikuttaa siltä, että laitostoimittajan toimittamiin suunnitteluaineistoihin ei aina pystytä paneutumaan asian vaatimalla tarkkuudella ja kyseenalaistavalla otteella. Tällöin on seurauksena heikkolaatuisten ai-

10.7.2006

neistojen lähettäminen eteenpäin STUKille. Tutkinnassa on havaittu, että ongelmat ker-
tautuvat helposti, kun suunnitelmat ovat olleet puutteelliset ja STUKin pitää vaatia niiden
parantamista. Lisäksi on olemassa se riski, että ongelmia ei havaita tai niihin tarttuminen
myöhemmin aiheuttaa huomattavia vaikeuksia, jos puutteellinen aineisto on hyväksytty
TVO:n taholta. TVO:lla pitäisi tässä tilanteessa olla omaa osaamista ja resursseja riittä-
västi, jotta olennaisiin epäselvyyksiin suunnitelmissa pystyttäisiin tartuttamaan napakasti.

Hyvään turvallisuusjohtamiseen kuuluu heikkojenkin signaalien huomioiminen ja on-
gelmien ennalta ehkäiseminen. OL3-projektin hallinnassa päähuomio on kuitenkin kes-
kittynyt syntyneiden ongelmien ratkaisemiseen ja niiden perusteella tehtäviin korjaaviin
toimenpiteisiin, eikä ennakoivasta suhtautumista saatu näyttöä. Jopa vastuullisen johdon
taholta ilmeni epäselvyyttä siitä, mitkä voisivat olla sellaisia potentiaalisia signaaleita,
joiden perusteella olisi syytä käynnistää ehkäiseviä toimenpiteitä.

OL3-projektissa vallitseva käsitys turvallisuudesta ja sen varmistamiseksi tarvittavista
toimista on voimakkaasti turvallisuusluokiteltujen komponenttien tekniseen laatuun
suuntautunut. TVO toteuttaa suunnitelmallisesti laitostoimittajan ja sen alihankkijoiden
auditointia, mutta tapa puuttua ongelmiin tai ennakoita tulevia ongelmia eri toimijoiden
kanssa on epämääräinen. Vastuu alihankkijoiden toiminnan puutteiden käsittelystä on
TVO:lla hajautettu monimutkaiseen laatuorganisaatioon, eivätkä turvallisuusasioista vas-
taavat henkilöt ja elimet käsittele toiminnan puutteellisuuksia. Laitostoimittajan ja sen
alihankkijoiden organisaatioiden toiminnan laatuun ja luotettavuuteen tarttuminen on tut-
kittujen tapausten valossa hidasta.

Turvallisuuskulttuurin olennainen osatekijä on laatupoikkeamien ja muiden ongelmien
avoin esiin nostaminen ja käsittely. TVO ei ole korostanut avoimuusperiaatetta muuten
kuin oman organisaationsa keskuudessa, eivätkä tiedot tapahtumista ole näin ollen kai-
kissa tapauksissa välittyneet avoimesti TVO:lle ja edelleen STUKille. TVO:n KELPO-
järjestelmään voivat kirjata poikkeaman vain TVO-laiset. Anonyymi postilaatikkojärjes-
telmä mielletään haastateltavien käsityksen mukaan lähinnä työturvallisuuden vaaratilan-
teita varten. Betoniongelma osoitti, ettei välineitä nostaa poikkeamia esiin ole, ellei ole
todisteita poikkeamaraporttia varten.

Laatuongelmien käsittely ja alihankkijoiden valvonta

TVO:n näkemys siitä, mitä alihankkijaverkostossa tapahtuu ja minkälaisia ongelmia
esiintyy, on rajoittunut. Auditit ja valmistuksen valvonta ovat TVO:n ainoa suora kontak-
ti alihankkijoihin, ja muuten kanssakäyminen tapahtuu laitostoimittajan välityksellä. Au-
diteja ja valmistuksen valvontaa suorittavat sekä TVO:n omat QA- ja QC-insinöörit että
TVO:n palkkaamat konsultit. Heidän vastuunsa rajoittuu poikkeamien kirjaamiseen ja
niiden sulkemisen seuraamiseen. Kuhunkin poikkeamaan - olkoon se merkittävä tai vä-
häinen - TVO:n edustaja reagoi kirjoittamalla siitä poikkeamaraportin eli NCR-raportin
ja esittämällä sen konsortiolle. Jää konsortion vastuulle, esittääkö se ne urakoitsijoille.
Aina näin ei käy, joten toimintatavat poikkeamien käsittelyssä ovat tältä osin puutteelli-
set.

10.7.2006

TVO:n laatuhenkilöstölle ei näytä haastattelujen perusteella olevan selvää, että epäselvissä tilanteissa sillä on oikeus keskeyttää työt ja saada tarvittavat laatu tiedot.

Myös siinä tilanteessa, että noudatetaan täsmällisesti poikkeamaraporttien käsittelylle laatu järjestelmässä määriteltyä menettelytapaa, on kyseenalaista pystytäänkö korjaavat toimenpiteet tekemään siinä vaiheessa, jolloin ne voitaisiin lopputuloksen kannalta parhaiten toteuttaa. Syynä on NCR-raporttien suuri lukumäärä ja niiden kierrätykseen ja käsittelyyn kuluva pitkä aika. Avoimia poikkeamia oli tutkinnan aikana noin 700 kpl. Kun laatuongelma ilmenee alihankkijalla, auditissa laaditun poikkeamaraportin käsittely kulkee TVO:n auditoijalta laitostoimittajalle, sieltä alihankkijalle ja monissa tapauksissa vielä alihankkijaketjussa eteenpäin. Jos havainnon tekijänä on STUK, tulee tähän polkuun yksi askel lisää. Poikkeamaraporttien kirjoitus ei siis riitä, vaan TVO:n on määrätietoisesti huolehdittava, että ne johtavat ajoissa korjaaviin toimenpiteisiin.

Konkreettinen vaatimus TVO:lta on ollut laatuhenkilöstön lisääminen konsortioon, jotta lukuisat avoimet poikkeamat saadaan käsiteltyksi nopeammin. Konsortio pyrki tutkinnan ajankohtana lisäämään henkilöitä laadunvalvontaan siten, että muissa hankkeissa työskenteleviä henkilöitä voidaan hyödyntää OL3-projektissa.

Tutkinnan yhteydessä ilmeni, että joissakin tapauksissa TVO:n laadunvalvojat ovat ottaneet ohjaavan roolin heikkolaatuisen alihankkijan työn ohjaamisessa. Myöskään tämä ei ole oikea menettelytapa, sillä alihankkijoiden ohjaus on konsortion tehtävä, ja TVO:n vastuulla on huolehtia, että tämä tehtävä tulee hoidetuksi.

Poikkeamia, niiden tyyppejä ja mahdollisia yhteisiä piirteitä ei ole TVO:n toimesta analysoitu systemaattisesti. OL3-projektin johto on kuitenkin kiinnittänyt huomiota siihen, että monet poikkeamat toistuvat alihankkijalta toiselle. Esimerkiksi ydinvoimaspesifisten vaatimusten ja teknisten turvallisuusvaatimusten välittyminen konsortiolta sen alihankkijoille on ollut osittain puutteellista. Konsortio ei näytä oppineen aikaisemmista TVO:n huomautuksista aloittaessaan yhteistyötä uuden alihankkijan kanssa.

Kaiken kaikkiaan TVO:n keinot varmistaa, että laitostoimittaja huolehtii systemaattisesti vaaditun laatu tason saavuttamisesta ja että alihankkijoiden toiminta on laadukasta, ovat epäselvät.

Alihankkijoiden valinta

Kiinteähintaisessa sopimuksessa on odotettavaa, että raha tulee merkittäväksi kriteeriksi alihankkijaa valittaessa. TVO:lla on alihankkijoiden valintavaiheessa rajalliset mahdollisuudet vaikuttaa siihen, että laatu ja turvallisuus kriteerit saavat merkittävän painoarvon. Käytännössä tilanne on sellainen, että jos tarjouksen tehneet alihankkijat täyttävät sovitut kriteerit, mutta TVO ei hyväksy halvinta FANPin ehdottamaa alihankkijaa TVO:n on maksettava erillinen korvaus valitun alihankkijan vaihtamisesta. Tutkinnan tapausten perusteella nähtiin, etteivät laatu- ja luotettavuuskriteerit aina olleet etusijalla päätöksenteossa alihankkijoita valittaessa.

10.7.2006

4.2.3 FANPia koskevia havaintoja

FANPin organisaatio ja sen toiminta OL3-projektissa

Ranskalaisen ja saksalaisen yhtiön liitoksena syntyneen FANPin organisaatiossa erottuvat edelleen erilaiset organisaatiokulttuurit. OL3-projekti on ensimmäinen suuri yhteishanke entisille kilpailijoille. Kun siihen vielä liittyy konsortioyhteistyö FANPin ja Siemensin kesken, tilanne on haasteellinen näille kansainvälisille suurille yrityksille. Uutta on myös laitostoimittajan ottama kokonaisvastuu projektista.

Vaikka FANP on kokenut ydinvoimalaitosten toimittaja, se on aikaisemmissa hankkeissaan antanut rakentamisen muiden organisaatioiden tehtäväksi ja on näin ollen tottuman rakennuttaja. Rakennustyömaan logistinen sijoittelu, urakkarajojen asettaminen ja toimittajien valvonta poikkeaa komponenttitoimittamisesta. Lisäksi rakentamisen aikataulujen viivästyminen ja töiden siirtyminen toiseen vuodenaikaan aiheuttavat merkittäviä lisähaasteita kokonaisuuden hallintaan. Osaamattomuus rakennuttamisessa tulee selvästi ilmi betonivaluun liittyvissä valmisteluissa.

Haastatteluissa syntyi sellainen vaikutelma, että konsortion työmaaorganisaation rakenne, vastuut ja toimintatavat ovat edelleen vakiintumattomat. Organisaation rakenne on muuttunut useasti ja sen johdossa on tapahtunut henkilövaihdoksia. Osa konsortion johtohenkilöistä on vuokrattu. Nämä tekijät näkyvät haitallisina projektin kokonaishallinnassa. Sekä omalla työmaa henkilöstöllä että alihankkijoilla on epätietoisuus vastuista.

Konsortion sisäisen tiedonkulun heikkous sekä epäselvät vastuut ja valtuudet poikkeamiin puuttumisessa ovat tulleet esille erityisesti reaktorirakennuksen pohjalaatan valun yhteydessä. Konsortion keskuudessakin tietoja ongelmista on pidetty pienen ryhmän sisällä. Työmaaorganisaation johto on ollut pyynnöistä huolimatta haluton luovuttamaan mm. betonin koostumusta koskevia tuloksia TVO:lle. Se ei myöskään ole toimittanut oma-aloitteisesti poikkeamia osoittavia alustavia laadunvalvontatuloksia konsortion laatujohdolle eikä urakoitsijoiden hallinnasta vastaavalle johdolle Saksaan.

Konsortiolla on tapa käyttää ongelmanratkaisijana tilanteessa uusia ihmisiä, mikä näyttää hämärtäneen vastuita edelleen. Näin kävi mm. betonin työstettävyyden säätämässä, jossa betoniasemalle palkattiin konsortion toimesta ulkopuolinen betoniasiantuntija tekemään hienosäätöjä. Samoin sopimusongelmien ratkaisuun palkattiin uusi henkilö, jolla oli ilmeisen suuret valtuudet tehdä omia ratkaisuja yli työmaajohdon.

FANPin turvallisuuskulttuuri

FANP on toiminut pitkään ydinvoima-alalla, joten voisi olettaa, että sillä on selkeä turvallisuuspolitiikka ja turvallisuusjohtamisfilosofia. Turvallisuuskulttuuriajattelua kuitenkin vasta koulutetaan konsortion johdolle.

FANP pyrkii täyttämään TVO:n ja STUKin asettamat turvallisuusvaatimukset, mutta ei näytä korostavan sitä, että ydinturvallisuuden asettaminen etusijalle on tärkeää jo rakentamisen ja valmistuksen aikaisessa toiminnassa. Haastatteluissa FANPin edustajien nä-

10.7.2006

kemys oli, että turvallisuuskulttuuri on uusi nimi vanhalle asialle. Turvallisuus ja turvallisuuskulttuuri ovat heidän mukaansa sitä, että noudatetaan laatujärjestelmää.

FANP ei ole aktiivisesti eikä systemaattisesti varmistanut, että sen alihankkijat ymmärtävät ydinvoima-alan erityispiirteet ja siitä seuraavat toimintatapavaatimukset, kuten esimerkiksi pyrkimyksen parhaaseen mahdolliseen tulokseen, poikkeamien avoimen ilmoittamisen ja töiden keskeyttämisen turvallisuuteen mahdollisesti vaikuttavien epäselvyyksien ilmaantuessa. Haastateltujen konsortion edustajien mukaan näiden asioiden kouluttaminen ei ole heidän vastuullaan. Sen henkilöstö ei myöskään omassa toiminnassaan ole osoittanut ymmärtävänsä vastuutaan ja valtuuksiaan ongelmiin puuttumisessa tai noudattanut poikkeamista ilmoittamisen periaatetta. Merkittävin tutkinnan aikana esille noussut poikkeamien käsittelyongelma on reaktorin pohjalaatan valua koskeva laadunvalvontaraportti, joka tulokset olivat käytettävissä jo marraskuussa 2005. Raportin aiheuttamat voimallisemmat toimenpiteet käynnistyivät kuitenkin vasta vuoden 2006 puolella.

Siitä, miten TVO on pyrkinyt valistamaan konsortiota suomalaisista ydinvoima-alan toimintaperiaatteista ja tavoittelemastaan turvallisuuskulttuurista, ei ole selkeää osoitusta. FANPin taholta haastatteluissa esitetty näkemys turvallisuusvaatimusten hallinnasta on, että he toimivat tässä projektissa kuten muissakin hankkeissaan ja tämä on heidän periaatteensa. Forssan Betonin käynnistystarkastuksen yhteydessä julkisuuteen noussut keskustelu turvallisuuskulttuurikoulutuksesta mietitytti FANPin edustajia. FANPin laatujohtajien edustajat kuvasivat, että STUKin ja TVO:n aikanaan esiin nostama vaatimus korkeasta turvallisuuskulttuurista oli yllättävä. Haastatteluissa todettiin muun muassa, että koska turvallisuuskulttuuri on käsite, joka yleensä liitetään käyviin laitoksiin, heidän on ollut vaikea ymmärtää, mitä se voisi tarkoittaa rakentamisvaiheessa.

Esimerkkitapauksissa esiintyneiden ongelmien vuoksi FANP on nostanut tiedon kulun poikkeamien käsittelyssä kehityskohteekseen, mutta ei näe tarvetta kehittää muutoin alihankkijoiden valinta- tai hallintamenettelyään.

Alihankkijoiden valinta, koulutus ja valvonta

OL3-projektia koskevien laatua ja valmistuksen valvontaa koskevien vaatimusten välittyminen FANPilta alihankkijoille on ollut toisinaan puutteellista. Olennaisia tavoiteltuun laatuun vaikuttavia vaatimuksia ja niistä mahdollisesti aiheutuvia lisäkustannuksia ei ole kerrottu potentiaalisille alihankkijoille selvästi tarjouspyyntövaiheessa. FANPin johto kertoo todenneensa ongelmaksi sen, että jos toimituksella on kovat vaatimukset tai siihen liittyy erikoisvaatimuksia, yritykset eivät ole kiinnostuneita tekemään tarjousta nykyisessä markkinatilanteessa, jossa ydinvoimalaitosten rakentaminen on vähäistä.

Tutkinnassa havaittiin, etteivät FANPin laatuohjeistossa kuvatut alihankkijoiden valintamenettelyt aina toteudu käytännössä. Konsortio ei ole esim. systemaattisesti kiinnittänyt huomiota siihen, onko alihankkijoilla edellytykset täyttää IAEA:n turvallisuusstandardin 50-C-QA vaatimuksia. Tutkinnan perusteella näyttää siltä, että alihankkijoiden turvallisuus- ja laatukulttuurin varmistamiseen on kiinnitetty huomiota pääasiassa vain TVO:n audittoiminnassa.

10.7.2006

Kiinteähintaisessa sopimuksessa on selvästi odotettavissa, että merkittäväksi alihankkijan valintakriteeriksi muodostuu hinta. Esimerkiksi teräsvuorauksen valmistajan valinnassa tämä on ollut teknistä pätevyyttä tärkeämpi kriteeri. Näyttää siltä, että konsortio saattaa valita epävarmemman, mutta halvan alihankkijan ajatellen, että alihankkijan toiminta kehittyy projektin aikana tiukassa valvonnassa. Tällainen strategia on FANPin ohjeistossa kuvatun laatu politiikan vastainen. Toimintakulttuuri alihankkijalla muuttuu hyvin hitaasti (niin kuin missä tahansa organisaatiossa). Alihankkijoiden valinnassa ei kuitenkaan ole asetettu etusijalle sellaisia toimijoita, joiden laatu taso on jo yhteistyön alkaessa riittävällä tasolla.

Konsortion haastateltavat ilmaisivat, että heidän mielestään ei ole tarvetta kehittää alihankkijoiden valintamenettelyä esimerkiksi betoniongelmiin tai suojarakennuksen teräsvuorauksen valmistuksen ongelmien vuoksi. Selkeää näkemystä siitä, miksi kyseisissä tapauksissa jouduttiin niin monien laatu- ja toimintapoiikkeamien eteen, ei kuitenkaan haastatteluissa osattu antaa.

Konsortio puuttuu alihankkijoidensa toimintaan lähinnä silloin, kun siinä havaitaan teknisiä laatuongelmia tai jos TVO auditeissaan havaitsee poikkeamia. Ongelmien ennaltaehkäisy ei näytä toimivan.

Haastatteluissa syntyi kuva, että vastuut tutkituissa esimerkitapauksissa olivat erittäin epäselviä. Toistuva piirre on, että haastateltavat olettivat, että asiat on huomioitu, hoidettu tai tiedotettu jonkun muun tahon toimesta. Alihankkijoiden hallinnan menettelyihin ei kuitenkaan nähty voimakasta kehittämistarvetta.

TVO:n suorittamissa alihankkija-auditeissa on nostettu esiin poikkeamia, jotka selkeästi ennakoivat ongelmia valmistuksessa. FANPin kyky hoitaa tällaiset poikkeamat kuntoon ennen valmistuksen alkamista on ollut heikkoa. Haastatteluissa nousi esiin monia syitä tähän:

- Alihankkijoita on lukuisa joukko eikä FANPin ole käytännössä mahdollista valvoa aidosti kaikkien alihankkijoidensa osaamista.
- Sopimusvaiheessa korostetaan taloudellisia tavoitteita ja laatuasiat nousevat yleensä esille vasta valmistuksen alettua.
- Luotetaan siihen, että TVO ja STUK hoitavat puutteiden käsittelyn.
- Rakennusalan ominaispiirteet ovat FANPille vieraita.
- Konsortion työmaaorganisaatio on sekava ja valtuudet ongelmiin puuttumiseksi eivät ole selkeät.
- FANPilla on aikataulupaineita, minkä vuoksi puutteita alihankkijan edellytyksissä täyttää moitteettomasti laatuvaatimukset ei aina arvioida kriittisesti.

Tutkintaryhmän saaman käsityksen mukaan FANP ei priorisoi toimittajien kykyä tuottaa luotettavasti korkeaa laatua taloudellisten ja aikataulullisten tavoitteiden edelle. Korkean laadun tavoittelu ei ohjaa ensisijaisena tekijänä toimintaa esimerkiksi toimittajien valinnassa, sopimusten sisällössä tai työvälineissä ja materiaaleissa. Minimikriteereiden täyt-

10.7.2006

tyessä FANP näyttää valitsevan halvempia toimittajia suuremmista laaturiskeistä huolimatta. FANP ei vie turvallisuuteen liittyviä vaatimuksia aina toimittajien sopimukseen, vaan ne yritetään hoitaa kustannuksia aiheuttamatta. Tiukoilla kustannusraameilla ja viivästyneillä aikatauluilla toimittaessa eivät alihankkijat ole valmiita jälkikäteen venymään sopimuksen ylittäviin lisävaatimuksiin. Viivästyneet aikataulut luovat puolestaan lisää taloudellisia paineita.

10.7.2006

5. STUKIN TOIMINTA YDINVOIMALAITOKSEN RAKENTAMISEN VALVOJANA

5.1 Valvontajärjestelmä ja valvonnan toteutus

Ydinenergian käyttö kuten ydinlaitosten rakentaminenkin ovat ydinenergiain mukaisesti luvanvaraista toimintaa. Ydinlaitoshankkeen käynnistämiseen tarvittavaa periaatepäätöstä, toteuttamiseen tarvittavaa rakentamislupaa sekä käyttöön edellytettävää käyttöluvaa ja myöhemmin esille tulevaa käyttöluvan uusimista lupanhakija tai lupanhaltija haakee valtioneuvostolta.

Ydinlaitosten rakentamisen aikainen valvonta ja ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta kuuluu STUKille. STUKin rooli periaatepäätös- ja erilaisissa lupavaiheissa on KTM:n asiantuntijana sen pyynnöstä laatia turvallisuusarvioita ja lausuntoja.

Yleiset turvallisuusvaatimukset esitetään valtioneuvoston päätöksissä ja tarkennettuja teknisiä vaatimuksia esitetään STUKin julkaisemissa YVL-ohjeissa. YVL-ohjeissa annetaan myös turvallisuusvalvontaa koskevia ohjeita ja asetetaan velvoitteita lupanhakijalle / -haltijalle. Ohjeessa YVL 1.1 [13] esitetään yhteenveto STUKin valvontamenettelyistä ydinlaitosten lupahakemusten käsittelyssä sekä ydinlaitoksen rakentamisen ja käytön aikana.

STUK valvoo laitoksen rakentamista ja siihen tulevien laitteiden valmistusta. Valvonnan tarkoituksena on varmistaa, että rakentamisluvan ehtoja, painelaitteita koskevia määräyksiä ja rakentamislupahakemuksen yhteydessä STUKille toimitettuja STUKin hyväksymiä suunnitelmia noudatetaan ja että ydinlaitos tehdään muutoinkin ydinenergiain nojalla annettujen määräysten mukaisesti.

Liitteessä 4 esitetään OL3-ydinlaitoshankkeen, mikä STUKissa on nimetty FIN5-valvontaprojektiksi, etenemisen vaiheet, hankkeen toteuttamiseen tarvittavat luvat ja lupaprosessit sekä STUKin laitoshankkeen valvontatoiminnan järjestäytyminen, valvonnan vaiheet ja tarkastukset. STUKin toimintaa kuhunkin esimerkkitapaukseen liittyen ei ole erikseen kuvattu, koska toimintaa on sivuttu jo esimerkkitapausten yhteydessä. Toisaalta STUKin toimintaa koskevien havaintojen taustalla on muitakin OL3-hankkeen valvonnassa esille tulleita vastaavia esimerkkejä tai tilanteita.

5.2 Havaintoja STUKin toiminnasta

Kuten tutkinnassa käsitellyt esimerkkitapaukset osoittavat, STUKin tarkastukset painottuvat voimakkaasti varmistumiseen laitteiden ja rakenteiden laadusta. Osana rakentamisen valvontaa STUK on kehittänyt tarkastusohjelman, jonka pohjalta se arvioi TVO:n johtamis- ja laadunhallintamenettelyjä, mutta muiden OL3-projektiin osallistuvien organisaatioiden toimintaan ei kohdistu vastaavaa järjestelmällistä seurantaa. Täten suunnittelu- ja valmistusvaiheessa esiintyneiden teknisten ongelmien yhteisiin organisatorisiin taustate-

10.7.2006

kijöihin ei ole kiinnitetty riittävästi huomiota, eikä niiden yhteyttä ongelmien toistumiseen ole tarkasteltu.

STUKilla ei ole järjestelmällistä menettelytapaa kirjata, koota yhteen ja analysoida eri lähteistä tulevia merkkejä organisaatioiden toiminnasta. Hajanaiset signaalit rakennushankkeeseen osallistuvien organisaatioiden toiminnan heikkouksista eivät ole välittyneet valvontaprojektin tai ydinturvallisuusosaston johdon tietoon siten, että STUK olisi kyennyt reagoimaan niihin tehokkaasti.

STUK on edellyttänyt TVO:ta ja FANPia määrittämään turvallisuuskulttuurin, ja tämän kumpikin organisaatio on tehnyt laadunhallinnan ohjeistoissaan. Turvallisuuskulttuuri-vaatimuksen siirtymistä eteenpäin muille toimintaan osallistuville organisaatioille STUK on tarkastanut osallistuessaan TVO:n tekemiin auditeihin. Tällöin STUKin tarkastajat ovat useasti kirjanneet matkakertomuksiinsa, ettei tarkastetuissa organisaatioissa ole korostettu turvallisuuskulttuurin kehittämistä ja että TVO on esittänyt asiasta huomautuksen. STUKin tarkastajat eivät kuitenkaan yleensä ole yksilöineet turvallisuuskulttuurissa havaintuja puutteita, eikä STUK myöskään ole vaatinut TVO:ta täsmentämään auditeissa antamia huomautuksia niin, että auditoitu organisaatio olisi saanut selvän käsityksen turvallisuuskulttuuria koskevista odotuksista.

STUK on toistuvasti painottanut TVO:lle ja laitostoimittajalle sekä suunnitteluasiakirjojen että rakennetarkastusaineistojen laadun merkitystä edellytyksenä hankkeen sujuvalle edistymiselle ja lopputuotteiden riittävän laadun varmistamiselle. Hankkeen edistyessä FANPin ja joidenkin kokeneiden alihankkijoiden toimittamat aineistot ovat parantuneet, mutta oppimisprosessia ei yleensä ole onnistuttu viemään uusien alihankkijoiden toimintaan.

STUKin toiminnassa korostettava pyrkimys hoitaa asiat mahdollisimman hyvin aikataulussa on aiheuttanut sen, että STUK on joissain tilanteissa ottanut vastuun havaitsemiensa ongelmien saattamisesta nopeasti käsittelyyn ja joutunut toimimaan jopa osana laadunvarmistusketjua, kun muut osapuolet eivät ole hoitaneet velvoitteitaan. STUKin voimakas puuttuminen havaittuihin ongelmiin on tutkituissa tapauksissa ollut tilannekohtaisesti hyvin perusteltua. Vaikka STUK on eri yhteyksissä korostanut laitostoimittajalle ja TVO:lle, että turvallisuus- ja laatuvaatimusten tulee toteutua myös ilman viranomaisen suoraa asioihin puuttumista ei tutkituissa esimerkkitapauksissa ole saavutettu tässä suhteessa olennaista kehitystä.

Toisaalta tutkinnassa on myös todettu, että STUKin edustajat eivät joissakin tilanteissa vaatineet havaitsemiensa ongelmien selvittämistä silloin, kun ne olisi pitänyt korjata mahdollisimman nopeasti korjauksen helpottamiseksi ja uusien ongelmien välttämiseksi. Kun STUKin tarkastajan tekemä havainto on esitetty TVO:n laatuorganisaatiolle annetussa asiakirjassa tai joskus jopa vain suullisessa muodossa korostamatta erityisesti tarvittavien toimenpiteiden kiireellisyyttä ja ilman yksilöityjä vaatimuksia, tieto on kulkeutunut hitaasti niille osapuolille, joiden olisi pitänyt ryhtyä korjaaviin toimenpiteisiin.

10.7.2006

FIN5/OL3-projektiin liittyy paljon tilaisuuksia tai kokouksia, joita järjestetään sekä STUKin oman henkilöstön kesken että TVO:n ja usein myös laitostoimittajan edustajien kanssa. Eri kokousten ja niissä mahdollisesti tehtyjen päätösten status ei näytä olevan kaikille STUKin ulkopuolisille osapuolille selkeä, vaikka STUK onkin korostanut, ettei se tee kokouksissa ratkaisuja teknisten ratkaisujen hyväksyttävyydestä. Tutkintaryhmän havaintojen mukaan kokouksista pidettyjen pöytäkirjojen jakelua ei ole määritelty systemaattisesti hyvän tiedonkulun varmistamiseksi eikä seurantavastuita pöytäkirjoihin kirjattujen velvoitteiden toteutumisesta ole yleensä yksilöity.

6. SUOSITUKSET FANPILLE, TVO:LLE JA STUKILLE

Seuraavassa esitetään tutkintaryhmän keskeisempiin havaintoihin perustuvia suosituksia laitoksen toimittajalle, Framatome ANP:n (nykyisin Areva NP) ja Siemens AG:n muodostamalle konsortiolle, CFS, ja tilaajalle Teollisuuden Voima Oy:lle sekä Säteilyturvakeskukseksi toimintatapojen parantamiseksi ja selkiennyttämiseksi niin, että tutkinnassa havaituilta ongelmilta jatkossa vältyttäisiin.

Suosituksia on numeroitu niiden jatkokäsittelyn helpottamiseksi. Numeroinnilla ei ole yhteyttä suositusten perusteella päätettävien toimenpiteiden tärkeyteen tai toteutusjärjestykseen.

FANP

1. FANPin tulisi huolehtia siitä, että kaikki sen TVO:lle toimittamat suunnitteluasiakirjat, mukaan lukien alihankkijoiden laatimat, ovat laajuudeltaan ja laadultaan jo ensimmäisellä kerralla sellaisella tasolla, että niihin ei tarvita merkittäviä täydennyksiä ja korjauksia.
2. FANPin työmaaorganisaatiolle tulisi tehdä selväksi sen yksiselitteinen vastuu kaikkien työmaalla toimivien alihankkijoiden toiminnan laadun varmistamisesta. Erityisen tärkeää on määritellä kullekin työkokonaisuudelle vastuullinen johtaja, jolla on kiistattomat valtuudet antaa työtä koskevia määräyksiä.
3. FANPin tulisi tehostaa alihankkijoiden ohjausta sen varmistamiseksi, että alihankkijat täyttävät tehtävänsä FANPin odottamalla tavalla ja tuottavat riittävän hyvää laatua. FANPin johdon tulisi tehdä henkilökunnalleen selväksi, että heidän velvollisuutensa on saattaa viivytyksettä johdon tietoon havaitut laatuongelmat.
4. Poikkeamaraporttien (NCR) kierrätykseen ja käsittelyyn tulisi luoda parannettu käytäntö, joka varmistaa korjaavien toimenpiteiden oikea-aikaisen käynnistämisen.
5. Alihankkijoiden valinnassa tulisi pitää kiinni FANPin omassa laatuohjeistossa määritellyistä periaatteista. Erityisesti tulisi varmistaa, että alihankkijalla on jo sopimusta tehtäessä edellytykset tuottaa odotusten mukaista laatua ja toimia ydinvoima-alan vaatimusten mukaan. Tarjouspyynnöissä ja hankintasopimuksissa tulisi esittää selvästi tiedot

10.7.2006

laadunvarmistusta koskevista vaatimuksista, jotka ovat tunnusomaisia ydinvoimalaitos-rakentamiselle ja ylittävät tavanomaisen ko. alalla noudatettavan vaatimustason.

6. Aluetulokoulutukseen tulisi sisällyttää yleistietoa ydinvoimalaitoksen rakentamisen erityisvaatimuksista ja ohjausta ydinturvallisuutta edistäviin toimintatapoihin. Vastaavaa koulutusta tulisi antaa myös laitevalmistajien henkilöstölle, joka valmistaa erityisesti ydinvoimalaitosta varten yksilöllisesti suunniteltuja laitteita.
7. Kaikilla organisaatiotasoilla FANPin omassa organisaatiossa ja alihankkijoilla tulisi korostaa havaittujen ongelmien ja tehtyjen virheiden avointa raportointia sekä työsuorituksen keskeyttämistä epäselvissä tilanteissa.
8. Auditeissa ja tarkastuksissa tehtyjä havaintoja tulisi analysoida järjestelmällisesti tavoitteena tunnistaa toistuvat havainnot. Erityisen tärkeää on kiinnittää huomiota havaintoihin, jotka koskevat aliurakoitsijoiden organisaatioiden toiminnan puutteita ja ongelmia.
9. FANPin tulisi arvioida ja selvittää yhdessä TVO:n kanssa, miksi useimmat TVO:n auditeissa kirjatut poikkeamat eivät ole tulleet esille FANPin vastaaviin kohteisiin tekemissä auditeissa.
10. Vaativissa työkohteissa tulisi ennen työn aloittamista järjestää siihen osallistuvien henkilöiden kesken perusteellinen työn läpikäynti, ”pre-job-briefing”. Esimerkkejä käsiteltävistä asioista ovat työn turvallisuusmerkitys, eri toimijoiden vastuut ja valtuudet, aikataulu, työn vaiheet ja kriittiset kohdat, työn kokonaiskoordinointi ja toimintatavat mahdollisissa ongelmatilanteissa. Läpikäynnin yhteydessä tulisi keskustella työn toteuttajien kanssa mahdollisista ongelmista, joita voi heidän arvionsa mukaan olla ennakoitavissa. Työn läpikäynti on tärkeä erityisesti silloin, kun siihen osallistuu edustajia useista eri organisaatioista.
11. FANPin tulisi selkeyttää, mitkä IAEA:n turvallisuusstandardeissa esitetyt laatujärjestelmiä ja turvallisuuskulttuuria koskevat vaatimukset ovat olennaisia arvioitaessa laitoksen rakentamiseen ja laitteiden valmistamiseen osallistuvien organisaatioiden toimintaa. Alihankkijoiden valinnan ja ohjauksen yhteydessä tulisi kiinnittää huomiota erityisesti näihin seikkoihin.

TVO

1. TVO:n johdon tulisi viestiä selvästi koko OL3-projektin henkilöstölle, että avaimetkäteeseen toimituksesta huolimatta TVO:lla on viime kädessä vastuu rakennettavan laitoksen turvallisuudesta ja että tätä vastuuta ei voida hankintasopimuksella siirtää laitostoimittajalle.
2. TVO:n johdon tulisi säännöllisesti viestiä CFS:n työmaan ja alihankkijoiden johdolle ja esimiesportaalle OL3-projektin turvallisuus- ja laatutavoitteista ja niihin liittyvistä käytännön toimintatavoista. Lisäksi tulisi varmistaa, että niin TVO:n oma kuin myös

10.7.2006

CFS:n työmaahenkilöstö on sisäistänyt nämä tavoitteet ja osoittaa sen omassa työssään.

3. TVO:n tulisi huolehtia, että sen oma projektihenkilöstö noudattaa käytännön toimintatavoissa tinkimättä ydinlaitoksen turvallisuuden varmistamisessa noudatettavia yleisiä periaatteita. Erityisen tärkeää on, että turvallisuuden asettaminen etusijalle näkyy johdonmukaisesti kaikissa projektijohdon päätöksissä ja toimissa.
4. TVO:n tulisi varmistaa, että CFS:n antama aluetulokoulutus antaa kaikille työmaalle tuleville riittävät perustiedot ydinvoimalaitoksen rakentamiseen liittyvistä toimintatapoja koskevista erityisvaatimuksista.
5. TVO:n tulisi varmistaa, että CSFn tarjouspyyntöihin ja alihankkijoiden kanssa tehtäviin sopimuksiin sisällytetään tiedot kunkin tarjouspyynnön kohteena olevaan toimintukseen liittyvistä laadunvarmistusta koskevista vaatimuksista, jotka ovat tunnusomaisia ydinvoimalaitosrakentamiselle ja ylittävät tavanomaisen ko. alalla noudattavan vaatimustason.
6. TVO:n tulisi korostaa laatuhenkilöstölleen tehokasta puuttumista havaittuihin poikkeamiin sekä kehittää menettelytapojaan laatuhenkilöstönsä riittävien toimivaltuuksien varmistamiseksi ja poikkeamaraportteihin kirjattujen havaintojen saamiseksi käsittelyyn ilman haitallista viivytystä.
7. TVO:n tulisi luoda yhdessä CFS:n kanssa menettelytavat, joilla varmistetaan poikkeamien avoin, johdonmukainen ja viivyttelämätön raportointi sekä TVO:lle että kaikille muille osapuolille, joiden odotetaan osallistuvan poikkeamien käsittelyyn. TVO:n tulisi myös tehdä CFS:lle selväksi oikeutensa keskeyttää työt ja saada haluamansa laatu tieto.
8. TVO:n tulisi varmistaa, että sillä on OL3-projektissa riittävät resurssit tarkastaa laitoimittajan toimittamat suunnitteluasiakirjat ja puuttua tehokkaasti mahdollisiin heikkouksiin suunnitelmissa ennen valmistuksen aloittamista tai STUKille esitettyä pyyntöä suunnitelmien hyväksymisestä.
9. TVO:n tulisi analysoida auditeissa ja tarkastuksissa tehtyjä havaintoja järjestelmällisesti tavoitteena tunnistaa toistuvat havainnot.
10. TVO:n tulisi muodostaa FANPin kanssa yhteinen käsitys siitä, mitkä IAEA:n turvallisuusstandardeissa esitetyt laatujärjestelmiä ja turvallisuuskulttuuria koskevat vaatimukset ovat olennaisia arvioitaessa laitoksen rakentamiseen ja laitteiden valmistamiseen osallistuvien organisaatioiden toimintaa. Tämä käsitys tulisi viestiä selkeästi kaikille auditeihin ja tarkastuksiin osallistuville TVO:n asiantuntijoille.

10.7.2006

STUK

1. STUKin tarkastajien auditeissa ja tarkastuksissa tekemät havainnot tulisi koota järjestelmällisesti ja niitä tulisi analysoida pyrkien tunnistamaan toistuvat havainnot. Eri-tyisesti tulisi kiinnittää huomiota havaintoihin, jotka koskevat organisaatioiden toiminnan puutteita ja ongelmia. STUKin johdon tulisi keskustella säännöllisesti analysoinnin tuloksista TVO:n johdon kanssa tunnistettujen ongelmien poistamiseksi ja toimintojen kehittämiseksi.
2. Mikäli STUKin tarkastajat toteavat auditin yhteydessä, että kohteena olevan organisaation laatu järjestelmät tai turvallisuuskulttuuri eivät ole IAEA:n turvallisuusstandardien edellyttämällä tasolla, heidän tulisi varmistaa, että TVO:n edustajat esittävät havaitut poikkeamat ja vaatimukset korjaavista toimenpiteistä mahdollisimman konkreettisesti ja yksiselitteisesti ymmärrettävässä muodossa. Tätä varten STUKin johdon tulisi selkeyttää tarkastajille, mihin IAEA:n turvallisuusstandardeissa esitettyihin laatu järjestelmiä ja turvallisuuskulttuuria koskeviin vaatimuksiin on kiinnitettävä erityistä huomiota arvioitaessa laitoksen rakentamiseen ja laitteiden valmistamiseen osallistuvien organisaatioiden toimintaa ja mitkä ovat STUKin odotukset vaatimusten täyttämiseksi.
3. STUKin tarkastajien tulisi aktiivisesti vaatia TVO:n edustajilta välittömiä korjaustoimenpiteitä havaitsemiensa laatu poikkeamien ja muiden ongelmien selvittämiseksi, jos ne ovat perusteltuja korjauksen helpottamiseksi tai uusien ongelmien välttämiseksi ja jos muut osapuolet eivät ole ryhtyneet tarvittaviin toimenpiteisiin.
4. Jos STUKin tekemissä tarkastuksissa havaitaan rakenteiden ja laitteiden laatu ongelmia, tulisi tuotantoprosessin ja tuotteiden ohella arvioida aina myös sitä, miten laadusta vastaavat organisaatiot ovat täyttäneet tehtävänsä. STUKin johdon tulisi varmistaa, että se saa tarkastajilta viivytyksettä ilmoituksen ja selonteon kaikista sellaisista tapauksista, joissa valmistaja tai rakentaja ei ole tuottanut riittävän hyvää laatua eikä konsortion tai TVO:n laatuhenkilöstö ole edellyttänyt tehokkaita korjaavia toimenpiteitä. Organisaatioiden toiminnassa havaitut merkittävät puutteet tulisi käsitellä TVO:n projektijohdon kanssa.
5. STUKin tulisi luoda pöytäkirjojen, tarkastusmuistioiden ja muiden kirjallisten raporttien täydennykseksi menettelytapa, jolla kaikki tarkastajien tärkeänä pitämät ja laitoksen rakentamisaikataulun kannalta mahdollisesti kriittiset ongelmat saatetaan suoraan sekä STUKin että TVO:n projektijohdon tietoon siten, että korjaavat toimenpiteet voidaan käynnistää optimaalisessa aikataulussa.
6. STUKin tulisi selvittää yhdessä TVO:n kanssa, miten kaikkien STUKille toimitettavien suunnitteluasiakirjojen ja rakennetarkastusaineistojen laatu saataisiin sellaiselle tasolle, että niihin ei tarvittaisi merkittäviä moninkertaista käsittelyä edellyttäviä korjauksia.

10.7.2006

7. STUKin sisäisen tiedonkulun varmentamiseksi OL3-projektiin liittyvien erityyppisten kokousten pöytäkirjoille tulisi määritellä vakiojakelu ja velvoitteet pöytäkirjoihin tutustumiseksi. Samoin tulisi määritellä, miten pöytäkirjoihin kirjattujen velvoitteiden toteutumista seurataan.

10.7.2006

7. VIITTEET

[1] Weick, K. & Sutcliffe, K. (2001), *Managing the Unexpected. Assuring High Performance in an Age of Complexity*. Jossey-Bass, San Francisco.

[2] YVL 1.4 Ydinlaitoksen laadunhallinta, 20.9.1991, uudistettu luonnos 3.8.2000.

[3] IAEA Safety series No. 75-INSAG-4 (1991). *Safety Culture*. International Atomic Energy Agency, Vienna.

[4] IAEA INSAG-15 (2002). *Key Practical Issues in Strengthening Safety Culture*. International Atomic Energy Agency, Vienna.

[5] IAEA Safety Report (1998). *Developing safety culture. Practical suggestions to assist progress*. International Atomic Energy Agency, Vienna.

[6] IAEA Safety Series No. 50-C-QA (1996). *Code on the Safety of Nuclear Power Plants: Quality Assurance*, Vienna.

[7] YVL 4.1 Ydinlaitosten betonirakenteet, 22.5.1992.

[8] YVL 1.15 Ydinlaitosten mekaaniset laitteet ja rakenteet. Rakennetarkastus, 19.12.1995.

[9] YVL 3.4 Ydinteknisten painelaitteiden valmistajan hyväksyminen, 14.1.2004.

[10] YVL 1.3 Ydinlaitosten mekaaniset laitteet ja rakenteet. Testaus- ja tarkastuslaitosten hyväksyminen, 17.3.2003.

[11] YVL 4.2 Ydinlaitosten teräsrakenteet, 19.12.2001.

[12] YVL 5.8 Ydinlaitosten nosto- ja siirtolaitteet, 5.1.1987.

[13] YVL 1.1 Ydinlaitosten turvallisuuden valvonta, 10.2.2006.

8. LIITTEET

1. Toimeksianto ja tutkinnan tavoitteet
2. Tutkintaryhmä ja tutkinnan suorittaminen
3. Tutkinnan ohjelma ja aikataulu
4. STUK ydinlaitoksen rakentamisen valvojana

LIITE 1.

TOIMEKSIANTO JA TUTKINNAN TAVOITTEET

KÄYTTÖTAPAHTUMIEN TUTKINTA 1/2006

**OLKILUOTO 3 - TURVALLISUUSVAATIMUSTEN HALLINTA YDINVOIMALAITOKSEN
RAKENTAMISVAIHEEN HANKINNOISSA**

Olkiluodon rakenteilla olevan laitosesikön pohjalaatan betonin laatu poikkeamat aiheuttivat Säteilyturvakeskuksessa (STUK) tarpeen selvittää ydinvoimalatyömaan alihankkijoiden valintamenettelyjä, alihankkijoiden edellytyksiä täyttää asetetut vaatimukset ja alihankkijoiden toiminnan valvontaa. Olkiluoto 3:n alihankinnoista vastaa laitostoimittaja, FANP. Teollisuuden Voima Oy (TVO) hyväksyy alihankintasopimukset.

STUKin perustamassa tutkinnassa selvitetään turvallisuusvaatimusten hallinta rakenteilla olevan ydinvoimalaitoksen rakenteiden ja laitteiden hankinnoissa käyttäen esimerkkinä betonisen pohjalaatan ja suojakuoren teräsvuorauksen toimittajien sekä polarnosturin ja materiaalisulkujen suunnittelijan valintaa ja valvontaa. Tutkintaryhmän tehtävänä on:

- selvittää mahdolliset laiminlyönnit vaatimusten noudattamisessa turvallisuuden kannalta merkittävien rakenteiden tai laitteiden toimittajia valittaessa ja valvottaessa
- selvittää laadunhallintapuutteet TVO:n ja laitostoimittajan toiminnassa valittaessa ja valvottaessa toimittajia
- selvittää TVO:n ja laitostoimittajan johdon näkemyksiä ja suhtautumista toimittajien valintaan ja valvontaa liittyviin vaatimuksiin sekä toimittajien valvontaan, laatu poikkeamiin, tarkastuksiin ja korjaavien toimenpiteiden toteuttamiseen
- selvittää TVO:n ja laitostoimittajan toimintatavat koskien tarjouspyyntöä, hyväksytyjen toimittajien valintamenettelyä, alihankkijoiden henkilöstön kouluttamista, alihankkijoiden valvontaa sekä laadunvalvontaa ja testitulosten hyväksymismenettelyjä
- selvittää tiedon kulku valituissa esimerkkitapauksissa
- STUKin valvontamenettelyt.

Tutkintaryhmän puheenjohtajana on tutkintapäällikkö Seija Suksi (STUK). Tutkintaryhmään nimetään laadunhallinnan, johtamisen, käyttäytymisen ja teknisten osaluokkien asiantuntijoita sekä STUKista että sen ulkopuolelta. Tutkintaryhmän suositukset valmistuvat maaliskuun loppuun mennessä. Tutkintaraportti valmistuu huhtikuun 2006 loppuun mennessä.

Johtaja

Lasse Reiman

TUTKINTARYHMÄ JA TUTKINNAN SUORITTAMINEN

Tutkintaryhmän koordinaattorina ja puheenjohtajana toimi tutkintapäällikkö Seija Suksi (STUK). Tutkintaryhmään nimettiin laadunhallinnan, johtamisen, käyttäytymisen ja teknisten osa-alueiden asiantuntijoita sekä STUKista että sen ulkopuolelta seuraavat asiantuntijat:

Asiantuntija	Organisaatio, tehtävä	Tutkinnan kohdealue
Suksi, Seija	STUK, tutkintapäällikkö	perussyyanalyysi, viranomaisvalvonta
Koskinen, Kaisa	STUK, kehityspäällikkö	laadunhallinta
Valkila, Aila	Aila Valkila Oy, toimitusjohtaja	laatujohtaminen
Koivula, Nina	STUK, tarkastaja	inhimilliset ja organisatoriset tekijät
Oedewald, Pia	VTT, tutkija	turvallisuuskulttuuri
Pitkänen, Pertti	VTT, erikoistutkija	betonirakenteet, betonin materiaaliominaisuudet

Tutkintaryhmän käyttöön nimettiin esimerkkitapauksia koskien seuraavat STUKin asiantuntijat:

Asiantuntija	Organisaatio, tehtävä	Tutkinnan kohdealue
Myllymäki, Jukka	STUK, ylitarkastaja	betonirakenteet, rakennesuunnitelmat
Lehto, Rauno	STUK, tarkastaja	konetekniset laitteet, nostolaitteet
Cederberg, Mark	STUK, ylitarkastaja	materiaali- ja hitsaustekniikka, rakenne-tarkastus

Tutkinnan suorittaminen

STUKin tutkinnoissa tutkintaryhmä käyttää lähtöaineistona luvanhaltijan tapahtumasta tai tutkinnan kohteena olevasta poikkeamasta mahdollisesti laatimaa tapahtumaraporttia tai selvityksiä, STUKin alueelle suorittamien tarkastusten raportteja, muistioita ja kokousmuistioita sekä muita asiaan liittyviä asiakirjoja ja selvityksiä. Tapahtuman yksityiskohtia selvitetään laitospaikalla haastatteluin ja perehtymällä asiaan ja sen hoitoon sekä tehtyihin päätöksiin, kirjeenvvaihtoon, sopimukseen, työmääräimiin, tulosraportteihin, ohjeisiin, jne.

Tämän tutkinnan tueksi kerättiin aluksi kattava taustamateriaali, mikä koostui seuraavista asiakirjoista:

10.7.2006

- konsortion organisaatiokuvaus ja johto- ja vastuusuhteiden kuvaukset
- konsortion toimittajien hyväksyntään ja valvontaan liittyvät ohjeet
- TVO:n projektin laatukäsikirja ja erityisesti toimittajien hyväksyntään ja valvontaan liittyvät ohjeistot ja kuvaukset
- TVO:n projektisuunnitelma (jossa kuvaus projektiorganisaatiosta ja tehtävistä)
- STUKin FIN5 projektisuunnitelma
- STUKin RTO laadunhallinnan ja laadunvarmistuksen tarkastusten muistiot, päätökset ja pöytäkirjat
- esimerkkitapauksia koskevat keskeisimmät tekniset (yleis)aineistot ja tarkastusmuistiot.

Ensimmäisen tutkintaviikon aikana perehdyttiin kohdealueeseen pyydettyjen esitysten välityksellä, joita saatiin STUKin asiantuntijoilta, FIN5-projekti- ja osaprojektipäälliköiltä sekä Olkiluoto 3-projektin vastuuhenkilöiltä ja CFS:n laatu- ja hankintapäälliköiltä. Toisena viikkona haastateltiin Olkiluoto 3-projektin eri tehtäviin osallistuvia henkilöitä (TVO, CFS, FANP, alihankkija, tutkimuslaitos) sekä tutustuttiin Olkiluoto-3:n työmaahan ja betoniasemaan. Esityksistä ja haastatteluista tehtiin yksityiskohdalliset muistiinpanot. Päivittäiset havainnot koottiin tarkoitukseen laaditulla kaavakkeella ja/tai päivän päätteeksi käydyssä keskustelussa. Kolmantena tutkintaviikkona aloitettiin raportin kirjoittaminen ja suositusten laadinta. Tutkinnan ohjelma on liitteenä 3.

TUTKINNAN OHJELMA JA AIKATAULU

1. viikko (viikot 12 - 13)

	ke 15/3 STUK	to 16/3 STUK	pe 17/3 STUK	la 18/3	su 19/3	ma 20/3 STUK	ti 21/3 STUK
Tutkinnan osa-alueet	Järjestäytyminen	Esitykset: RAKE	OL3-projektin esitykset:			Esitykset, haastatteluja ja keskusteluja	Haastatteluja ja keskuste- luja
Johtaminen, QC/QA	Aloitus	-betoni (Hsk, JMy)	klo 9 - 15			- FIN5 (PT)	- Polar nosturi (RLe)
Turvallisuuskulttuuri, HOF	Perehdytys	OL3 -projekti- organisaatio (TV)	- Herkko Plit			- liner (MC)	Havaintojen kokoaminen yhteen
Perussyyanalyysi	Suunnittelu	Kysymyksiä valmistelu TVO:lle ja CFSlle	- Markku Pitko				TVO:n haastatteluihin valmistautuminen
Esimerkkitapaukset	Esitykset: -FIN5 projekti (KiA) -KOLA (JMo)		- Timo Kallio				-kysymyslista
• betoni			- Jukka Kangas				
• liner			- Dieter Kreckel				
• polarnosturi			- Herbert Scramm				
			- T. Kammerzell				
Turvallisuus- ja riskiarviot	Päivittäiset havainnot (1)	Päivittäiset havainnot (2)	Keskustelua esityksistä			Päivittäiset havainnot (3)	
Viranomaisvalvonta							

2. viikko (viikot 13 - 14)

	ke 22/3 STUK	to 23/3 TVO	pe 24/3 TVO	la 25/3	su 26/3	ma 27/3 STUK	ti 28/3 STUK
Tutkinnan osa-alueet	Haastatteluja	Haastatteluja	Haastatteluja			Aluekohtaisia havaintoja / raportin luonnostelua	Työskentelyä ryhmissä
Johtaminen, QC/QA	klo 8 - 16:30	klo 8 - 17:30	klo 8 - 14:30				klo 11 - 14:30
Turvallisuuskulttuuri, HOF	TVO:n henkilöstöä:	TVO:n henkilöstöä	TVO:n henkilöstöä				D. Kreckelin haastattelu
Perussyyanalyysi	- H. Plit / NS	- Onnela NQ/QA	- Kervinen NC/QC			klo 12 alkaen: TVO-haastattelujen analysointia	Haastattelun analysointia
Esimerkkitapaukset	- M. Pitko NQ/QM	- Manninen NC/Site	- Ala-aho (mat.)				Seuraavan päivän haas- tattelujen sopiminen
• betoni	- M. Landman N	- Työmaakäynti	- Van Graan FANP				
• liner	- J. Ala-aho NQ/QA	- Jääskeläinen NC/QC	- Mannola TVO/ns				
• polar nosturi	- R. Hiekkänen NC/QC	Forssan Betoni:	- Levonen NL				
		- Bergman	- Jääskeläinen(mat.)			Aluekohtaisten yhteen- vetojen / havaintojen läpikäyntiä	
	Keskustelua haastatte- luista	- Betoniasema	klo 15:30 - 20 Matkustus HKI:iin				
Turvallisuus- ja riskiarviot	Matkustus Raumalle	klo 18-19:30 Keskuste- lu					
Viranomaisvalvonta							

10.7.2006

3. viikko (viikot 14 - 15)

	ke 29/3 TVO	to 30/3 STUK	pe 31/3 STUK	la 1/4	su 2/4	ma 3/4 STUK	ti 4/4 STUK
Tutkinnan osa-alueet	Haastatteluja FANPin henkilöstöä: - H. Beaumont - W. Örtel - Heudes - H. Sinisalo - L. Sikiö KymAmkk - S. Matala	Raporttiluonnos - kirjoitustyötä -asioiden ja havaintojen varmennusta	Raporttiluonnos - kirjoitustyötä - kokoaminen klo 14 -15:30 Aki Meurosen haastattelu Keskeiset havainnot Osa-alueiden luonnokset ryhmän jäsenille luetta- vaksi			Raporttiluonnoksen läpikäynti Yhteenvedo - Keskeiset havainnot (Suositukset)	Raportin työstöä
Johtaminen, QC/QA							
Turvallisuuskulttuuri, HOF							
Perussyyanalyysi							
Esimerkkitapaukset • betoni • liner • polarnosturi							
Turvallisuus- ja riskiarviot							
Viranomaisvalvonta		Alustavien tulosten raportoinnista sopiminen					

4. viikko (viikot 15 - 16)

	ke 5/4 STUK	to 6/4 STUK	pe 7/4 STUK	la 8/4	su 9/4	ti 25/4 STUK	ma 5/6 STUK		
Tutkinnan osa-alueet	TVO:n selvitys: (tiedoksi) Lisämateriaalia tutkinta- ryhmälle - kuvaus - syyt - korjaavat toimet - jatkoselvitykset	TVO:n selvityksen läpi- käynti SSu, KaK, NiK, PP, PO Vaikutus tutkinnan johtopäätöksiin?	Alustavien tulosten ra- portointi: JL, LR, MIJ, PT Raporttiluonnos			Raporttiluonnoksen läpikäynti	Raporttiluonnoksen läpikäynti		
Johtaminen, QC/QA							AVa, PO, KaK, NiK, MC, SSu, JL	AVa, PP, PO, KaK, NiK, MC, JMy JL	
Turvallisuuskulttuuri, HOF									
Perussyyanalyysi									
Esimerkkitapaukset • betoni • liner • polarnosturi								työstöä: 26.4. - 22.5. välisenä aikana 22.5. -luonnosversio OL3-projektin ja STU- Kin johdolle	Raporttiluonnoksen työstöä
Turvallisuus- ja riskiarviot									22.5.2006 alustava luonnos kommentteille: TVO, STUK
Viranomaisvalvonta									

STUK YDINVOIMALAITOKSEN RAKENTAMISHANKKEEN VALVOJANA**Ydinenergiain edellyttämät luvat ja turvallisuusvalvonta**

Ydinlaitoshankkeen käynnistämiseen tarvitaan valtioneuvoston tekemä periaatepäätös, jonka eduskunta vahvistaa. Hankkeen toteuttamiseen tarvitaan rakentamislupa, ja laitoksen käyttäminen edellyttää käyttö lupaa, joka on määräaikainen ja voidaan uusia hakemuksesta useita kertoja. Lupaprosessit ja niihin osallistuvien vastuut ja velvoitteet säädetään ydinenergiain ja -asetuksessa. Luvat myöntää valtioneuvosto. Päätökset valmistelee ja esittelee kauppa- ja teollisuusministeriö. Osana päätöksen valmistelua ministeriön pitää pyytää STUKilta lausunto ja siihen liitetty turvallisuutta koskeva arvio.

Yleiset turvallisuusvaatimukset esitetään valtioneuvoston päätöksissä ja tarkennettuja teknisiä vaatimuksia esitetään STUKin julkaisemissa YVL-ohjeissa. YVL-ohjeissa annetaan myös turvallisuusvalvontaa koskevia ohjeita ja asetetaan velvoitteita luvanhakijalle / -haltijalle. Ohjeessa YVL 1.1 [13] esitetään yhteenveto STUKin valvontamenetelyistä ydinlaitosten lupahakemusten käsittelyssä sekä ydinlaitoksen rakentamisen ja käytön aikana.

Rakentamisluvan myöntämisen jälkeen STUK valvoo laitoksen rakentamista ja siihen tulevien laitteiden valmistusta. Valvonnan tarkoituksena on varmistaa, että rakentamisluvan ehtoja, painelaitteita koskevia määräyksiä ja rakentamislupahakemuksen yhteydessä STUKille toimitettuja STUKin hyväksymiä suunnitelmia noudatetaan ja että ydinlaitos tehdään muutoinkin ydinenergiain nojalla annettujen määräysten mukaisesti. Valvonta kohdistuu erityisesti siihen, että rakentamisessa käytetään korkean laadun varmistavia työmenetelmiä.

Laitoshankkeen valvonnan vaiheet

Teollisuuden Voima Oy jätti valtioneuvostolle hakemuksen ydinenergiain mukaisesta periaatepäätöksestä uuden ydinvoimalaitoksen rakentamiseksi marraskuussa 2000. Tätä oli jo edeltänyt ympäristölainsäädännön vaatima, toukokuussa 1998 alkanut ympäristövaikutusten arviointi. Samanaikaisesti ympäristövaikutusten arvioinnin kanssa STUK oli TVO:n pyynnöstä arvioinut esillä olleiden laitosvaihtoehtojen keskeiset turvallisuusominaisuudet. Tämän laajan esityön perusteella STUK pystyi antamaan tarvittavat turvallisuusarviot ja hakemusta koskevan lausunnon KTM:lle lyhyen valmistelun jälkeen jo helmikuussa 2001. Turvallisuusarviota täydennettiin tammikuussa 2002 ulkoisten uhkien kuten lentokonetörmäysten osalta Yhdysvalloissa syyskuussa 2001 tapahtuneiden terrori-iskujen takia.

Hallitus antoi uuden ydinvoimalaitoksen rakentamista koskevan hyväksyvän periaatepäätöksen 17.1.2002 ja liitti päätökseen lausuman, jonka mukaan hallitus odottaa, että uusi ydinvoimalaitos rakennetaan tiukkojen turvallisuusvaatimusten mukaan. Tämän

10.7.2006

jälkeen periaatepäätös siirtyi eduskunnan käsittelyyn. STUKin asiantuntijat olivat eduskuntakäsittelyn aikana kuultavana useissa valiokunnissa. Eduskunta vahvisti valtioneuvoston päätöksen 24.5.2002.

Periaatepäätös antoi TVO:lle mahdollisuuden järjestää laitostoimituksesta tarjouskilpailu. Tarjoukset pyydettiin syyskuussa 2002 ja saatiin maaliskuussa 2003. Joulukuussa 2003 TVO teki Framatome ANP:n ja Siemensin muodostaman konsortion kanssa sopimuksen sähköteholtaan noin 1600 MW:n ydinvoimalaitoksen toimittamisesta avaimet käteen periaatteella. TVO jätti valtioneuvostolle osoitetun rakentamislupahakemuksen 8.1.2004 .

TVO alkoi toimittaa ydinenergia-asetuksen edellyttämien asiakirjoja STUKille samana päivänä, kun rakentamislupahakemus jätettiin ja STUK aloitti asiakirjojen tarkastamisen välittömästi. Täydentäviä aineistoja toimitettiin pitkin vuotta STUKin esittämien pyyntöjen mukaisesti ja asioita käsiteltiin lukuisissa kokouksissa TVO:n, laitostoimittajan ja STUKin asiantuntijoiden kesken. Tarkastuksen tuloksena STUK laati lausunnon ja sen liitteeksi turvallisuusarvion, jotka se toimitti KTMlle tammikuussa 2005. Valtioneuvosto myönsi laitokselle rakentamisluvan 17.2.2005.

Rakentamisen käynnistyttyä STUK on tarkastanut yksityiskohtaisia suunnitelmia ja valvonut laitteiden valmistamista sekä rakennustöitä.

STUKin valmistautuminen hankkeeseen

STUK oli pitänyt yllä valmiutta uuden laitoshankkeen valvontaan jatkuvasti siitä lähtien kun Suomen nykyiset ydinvoimalaitokset käynnistyivät 1980-luvun alussa. Valmiuteen sisältyi perehtyminen kevytvesireaktoreiden kehitykseen, YVL-ohjeissa annettujen turvallisuusvaatimusten pitäminen uusimman kehityksen mukaisina ja vuorovaikutus voimayhtiöiden kanssa nykyisten ydinvoimalaitosten jatkuvaksi parantamiseksi. Voimayhtiöiden haettua 1990-luvun alussa periaatepäätöstä uudesta ydinvoimalaitoksesta STUK arvioi noin kolmen vuoden kuluessa laitosvaihtoehtoja, jotka olivat edeltäjiä tietyille nykyisessä hankkeessa vaihtoehtoina olleille laitostyypeille.

Nykyisen hankkeen alkaessa konkretisoitua STUK perehtyi esillä olleisiin laitosvaihtoehtoihin ja osallistui lausunnon antajana ympäristövaikutusten arviointiin.

Oleellisena tehtävänä oli myös ajantasaistaa YVL-ohjeiston sisältämät turvallisuutta ja valvontaa koskevat vaatimukset ennen mahdollisen hankkeen käynnistymistä. Ohjeiston uudistaminen jatkui aina hankintasopimuksen tekemiseen asti. TVO:lle toimitettiin säännöllisesti katsauksia ohjevalmistelun tilasta ja säännöksiin suunnitelluista uusista vaatimuksista.

Valmistelu tiivistyi eduskunnan jätettyä voimaan valtioneuvoston myönteisen periaatepäätöksen. Kesällä 2002 perustettiin STUKin ydinvoimalaitosten valvonta osastolle (YTO) projektiryhmä nimeltä FIN5. Ryhmä koostuu projektipäälliköstä ja osaprojektien koordinaattoreista. Osaprojekteja on 11, ja kukin niistä edustaa tiettyä teknistä aluetta. Projektiryhmän tehtävä on suunnitella ja toteuttaa laitoshankkeen viranomaisvalvon-

10.7.2006

taa ja seurata valvontatyön etenemistä. Projektiryhmän tehtävänä on myös arvioida ja tarkastaa luvanhakijan ja laitostoimittajan projektinhallinnan laatua. Projektiryhmä vastaa siitä, että YTON henkilöstön työ projektin eri vaiheissa etenee suunnitellusti.

Projektisuunnitelma, joka kattaa STUKin tehtävät valmistautumisvaiheesta käyttöluvan myöntämiseen saakka, valmistui tammikuussa 2003. Projektisuunnitelmassa kuvataan projektiin osallistuvat ja heidän tehtävänsä, projektin ohjaus, vaiheistus ja keskeiset tehtävät valvonnan läpiviemiseksi sen eri vaiheissa sekä sidosryhmien huomioiminen.

Ennen rakentamislupahakemuksen jättämistä STUKin toiminnan painopiste oli valvontaa koskevien suunnitelmien laadinnassa sekä kanssakäynnissä luvanhakijan kanssa sujuvan lupakäsittelyn edesauttamiseksi. Osaprojektisuunnitelmissa tunnistettiin ja priorisoitiin erityisesti rakentamislupakäsittelyn kannalta tärkeimmät tehtävät ja valvontaan tarvittavat resurssit. Suunnitelmissa kiinnitettiin huomiota myös osaprojektien välisiin rajapintoihin valvonnan kattavuuden varmistamiseksi. Lisäksi osaprojekteissa kartoitettiin tarpeet valvonnan ulkopuoliselle tuelle. Käytiin keskusteluja ja vaihdettiin kokemuksia eri maiden viranomaisten kanssa ydinvoimalaitosten lupamenettelyistä, laitosvaihtoehtoja koskevista vaatimuksista ja kokemuksista laitosten rakentamisesta. Kartoitettiin myös mahdollisia ulkomaisia konsultteja alueille, joilla asiantuntemusta Suomessa ei ollut tarpeeksi tai tarvittiin mahdollisesti kolmannen osapuolen arviointia. Keskusteluja käytiin mm. automaatioon, onnettomuusanalyysiin ja valvomoon liittyvistä aiheista.

Keskeinen projektiryhmän tehtävä oli kehittää vaatimustenhallinta turvallisuusvaatimusten toteuttamisen systemaattiselle valvonnalle koko projektin aikana. Työ sisälsi kehitystyön ohella oleellisimpien laitoksen turvallisuussuunnitteluun vaikuttavien YVL-ohjeiden purkamisen vaatimustenhallintajärjestelmään. Järjestelmän avulla seurataan vaatimusten täyttymistä ja täyttymisen valvontaa laitoksen rakentamisen ja käyttöönoton aikana.

TVO:n kanssa käytiin keskusteluja lupa-asiakirjojen yksityiskohtaisista sisältövaatimuksista ja niiden toimitusaikataulusta sekä STUKin käsittelyn vaatimasta ajasta. STUK ja TVO järjestivät myös laajan seminaarin, jossa keskusteltiin erikseen kunkin laitostoimittajan kanssa turvallisuusvaatimusten tulkinnasta asianomaisen laitostehdön osalta. TVO:n pyynnöstä järjestettiin lisäksi useita erillistapaamisia STUKin ja tarjouksen jättäneiden laitostoimittajien asiantuntijoiden välillä.

Lopullisesti valittu laitostoimittaja oli tilannut jo ennen hankintasopimuksen laadintaa omalla riskillään reaktoripaineastian. TVO:n pyynnöstä STUK aloitti reaktoripaineastian suunnitteluun, valmistukseen ja laadunvalvontaan kohdistuneet tarkastukset. Paineastian monivuotiseen valmistusprosessiin kohdistuvat tarkastukset ovat jatkuneet keskeytyksettä rakentamisluvan myöntämisen jälkeen.

Rakentamislupahakemuksen käsittely

Vuoden 2004 ajan STUK käsitteli rakentamislupahakemusta ja valmisteli turvallisuusarviota. TVO toimitti STUKille rakentamislupahakemukseen liittyvät asiakirjat tammi-

10.7.2006

kuun alussa 2004. Teknisiä asiakirjoja täydennettiin vuoden 2004 aikana suunnittelun edistyessä ja suunnitelmia muutettiin joiltakin osin STUKin esille ottamien kysymysten johdosta. Osana turvallisuuden arviointia STUK tarkasti myös projektin laadunhallintajärjestelmän.

Asiakirjatarkastukset muodostivat perustan laitoksen turvallisuuden arvioinnille, jonka tekivät pääosin STUKin omat asiantuntijat. Ulkopuolisilla asiantuntijoilla teetettiin riippumattomia vertailuanalyysseja mm. laitoksen häiriö- ja onnettomuuskäyttäytymisen sekä mahdollisista häiriöistä ja onnettomuuksista aiheutuvien säteilyvaikutusten selvittämiseksi. Lisäksi STUK tilasi oman tarkastuksensa täydentämiseksi asiantuntijalausunnon reaktorin primääripiirin suunnittelusta ja tutkimuksen lentokonetörmäysten huomiointista suunnittelussa. Asiantuntijalausuntoja pyydettiin myös mm. automaatiojärjestelmistä, hätäjähdytysjärjestelmistä, primäärijähdytteen vesikemiasta, laitoksen rakennusten suunnittelusta, paloturvallisuudesta ja suojautumisesta sääilmiöitä ja sähkömagneettisia ilmiöitä vastaan. Edelleen STUK teetti analyyseja ja kokeita, jotka liittyivät vakavien onnettomuuksien hallintaan ja lentokonetörmäysten vaikutusten arviointiin. Valmius- ja turvajärjestelyihin ja paloturvallisuuteen liittyviä suunnitelmia käsiteltiin yhdessä muiden viranomaisten kanssa.

Tarkastuksen tuloksena STUK laati lausunnon ja sen liitteeksi turvallisuusarvion, jotka se toimitti KTMlle tammikuussa 2005. Lausuntoon liitettiin ydinturvallisuusneuvottelukunnan (YTN) lausunto. STUKin johtopäätös oli, että uusi ydinvoimalaitos on rakennettavissa turvallisesti. Suomalaisten turvallisuusvaatimusten täyttämiseksi STUK kuitenkin edellytti lausuntoonsa liittyneessä turvallisuusarviossa joitakin muutoksia laitoksen suunnitteluun. Suunnittelumuutokset kohdistuivat turvallisuustoimintojen luotettavuuden parantamiseen. STUK edellytti lausunnossaan myös, että laitoksen yksityiskohdallisen suunnittelun jatkuessa rakentamisen aikana on STUKin tarkastusten ja valvonnan jatkuminen taattava ja siihen on varattava riittävästi aikaa. Lisäksi STUK huomautti, että TVO:n on varmistettava henkilökuntansa riittävä asiantuntemus seuraavalla vaatimuksella: *"TVO:n tulee varmistaa asiantuntemuksensa säilymisen riittävänä myös laitoksen tulevan käytön aikana. Uuden laitoksen ominaispiirteiden ja siinä käytettyjen teknologioiden takia TVO:n on siis syytä varmistaa, että sen rakentamisaikana vahvistuva organisaatio säilyy riittävänä asiantuntevana myös käyttövaiheeseen siirryttäessä, erityisesti ydinturvallisuuden, mekaanisen teknologian ja automaatiotekniikan alalla."* STUKin lausunto, turvallisuusarvio ja ydinturvallisuusneuvottelukunnan lausunto ovat kokonaisuudessaan luettavissa STUKin verkkosivuilta (www.stuk.fi).

Laitoshankkeen valvonta rakentamisen aikana

Laitoksen tekniikkaan kohdistuvat valvontatoimet

Säteilyturvakeskus tarkastaa aluksi järjestelmiä koskevat suunnitelmat, joissa määritellään vaatimukset ja lähtökohdat rakenteiden ja laitteiden suunnittelulle. Tiettyyn järjestelmään kuuluvien rakenteiden ja laitteiden suunnitelmien tarkastaminen voidaan aloittaa sen jälkeen, kun STUK on todennut ko. järjestelmää koskevat tiedot riittäviksi ja hyväksyttäviksi. Valvonnan laajuudessa ja asetettavissa vaatimuksissa otetaan huomioon rakenteiden ja laitteiden turvallisuusluokka.

10.7.2006

Turvallisuuden kannalta tärkeiden rakennusten sekä betoni- ja teräsrakenteiden valvonta sisältää mm. rakenteiden suunnitteluasiakirjojen tarkastuksen, työmaalla tehtävät töiden aloittamisvalmiutta koskevat tarkastukset, valmistusta koskevat tarkastukset, rakennetarkastukset teräsrakenteille ja käyttöönottotarkastukset. Betoni- ja teräsrakenteisiin liittyviä luvanvaraisia tarkastus- ja asiantuntijatehtäviä voivat suorittaa myös STUKin hyväksymät organisaatiot ja niiden palveluksessa olevat henkilöt.

Ydinvoimalaitosten painelaitteiden ja muiden mekaanisten laitteiden valvonta sisältää laitteiden suunnitteluasiakirjojen tarkastuksen, valmistajien hyväksynnän, valmistusta koskevat tarkastukset, rakennetarkastukset ja käyttöönottotarkastukset. STUK voi päätöksillään valtuuttaa erillisiä tarkastus- ja testausyrityksiä suorittamaan määriteltyjä valvontatehtäviä.

STUK valvoo myös ydinvoimalaitosten sähkö- ja automaatiolaitteiden suunnittelua, valmistusta ja asennusta sekä ydinpolttoaineen suunnittelua, valmistusta, kuljetusta, varastointia, käsittelyä ja käyttöä.

Suunnitteluun kohdistuneet tarkastukset

Laitoksen periaatesuunnittelun ja järjestelmien pääpiirteiden hyväksyttävyyden arvioitiin rakentamislupahakemuksen käsittelyn yhteydessä. Prosessijärjestelmien yksityiskohtaisen suunnittelun tarkastuksen STUK aloitti vuoden 2005 alkupuolella, ja se jatkuu myös vuonna 2006.

Laitteiden yksityiskohtaisen suunnittelun tarkastuksista suurin osa on tähän asti kohdistunut reaktorin ja sen jäähdytyspiirin osiin. STUK on tarkastanut reaktoripainesäiliön, höyrystimien, paineistimen, pääkiertopumppujen, pääkiertoputkiston ja säätösauvakoneistojen rakennesuunnitelmat ja valmistukseen liittyvät suunnitelmat ennen valmistuksen aloittamista. Myös reaktoripainesäiliön ja höyrystimien sisäosien rakennesuunnitelmat ja valmistukseen liittyvät suunnitelmat on tarkastettu.

Betoni- ja teräsrakenteiden suunnittelun osalta STUK on tarkastanut turvallisuusluokkaan 2 kuuluvien suojarakennuksen ja turvallisuusrakennusten osien suunnitteluasiakirjat. Lisäksi STUK on tarkastanut suojarakennuksen ja turvallisuusrakennusten alle tulevan pohjalaatan yksityiskohtaiset suunnitelmat ennen valujen aloittamista. Teräsrakenteiden tarkastuksissa pääpaino on ollut sisemmän suojarakennuksen teräsvuorauksen rakennesuunnitelman ja valmistukseen liittyvien suunnitelmien tarkastuksessa.

Valmistukseen ja rakentamiseen kohdistuneet tarkastukset

Rakennetarkastuksen tavoitteena on varmistua siitä, että laite tai rakenne on valmistettu ja laadunvalvonta on toteutettu hyväksytyin rakennesuunnitelman mukaisesti. Rakennetarkastus tehdään yleensä yksittäiselle laitteelle valmistuksen jälkeen, ennen kuin laite asennetaan paikalleen. Jo valmistuksen aikana tarkastetaan kuitenkin ne osat, joiden tarkastaminen vaikeutuu valmistuksen ja kokoonpanon edetessä. Rakennetarkastus kä-

10.7.2006

sittää valmistuksen ja laadunvalvonnan tulosaaineiston ja rakenteen tarkastuksen sekä tarvittavat paine-, kuormitus-, tiiviys- ja toimintakokeet.

Primääripiirin päälaitteiden osalta STUK valvoi reaktoripainesäiliön ja höyrystimien takeiden valmistusta Japan Steel Worksin (JSW) tehtaalla. Valmistuneille takeille tehtyjen rakennetarkastusten jälkeen STUK antoi luvat reaktoripainesäiliön osien lähettämiseksi Mitsubishi Heavy Industriesin (MHI) tehtaalle Japaniin ja höyrystimien osien lähettämiseksi Ranskaan Chalonin tehtaalle. Viimeiset takeet valmistettiin ja laivattiin JSW:n tehtaalta keväällä 2005. Chalonin tehtaalla aloitettiin ensimmäisten höyrystimien osien hitsaaminen syyskuussa 2004 STUKin ehdollisella luvalla, koska laitoksen suunnitteluperusteiden tarkastus oli tuolloin vielä kesken. MHI aloitti reaktoripainesäiliön valmistuksen tammikuussa 2005 saatuaan STUKilta siihen luvan. STUKin tarkastajat ovat valvoneet reaktoripainesäiliön ja höyrystimien ja niiden sisäosien valmistusta säännöllisillä tarkastuskäynneillä valmistuspaikoilla. STUK on valvonut myös muiden pääkomponenttien (paineistimen, pääkiertopumppujen, pääkiertoputkiston ja säätösauvakoneistojen) valmistusta valmistuspaikoilla. Olkiluoto 3:a koskevia tarkastuksia tehtiin vuonna 2005 lähes 300.

Ennen valmistuksen aloitusta STUK auditoi primääripiirin päälaitteiden ja niihin liittyvien osien valmistajat YVL-ohjeiden vaatimusten täyttymisen varmistamiseksi. STUK on hyväksynyt ydinenergialain mukaisesti TVO:n hakemuksesta kaksi ydinteknisten pääkomponenttien valmistajaa ja lähes 40 muuta ydinteknisten painelaitteiden valmistajaa. Päälaitteiden valmistukseen liittyen STUK on hyväksynyt TVO:n hakemuksesta 130 testauslaitosta tekemään mekaanisten laitteiden ja rakenteiden ainetta rikkovaa ja rikkomatonta aineenkoetusta. Edelleen STUK on hyväksynyt TVO:n hakemuksesta kolme tarkastuslaitosta suorittamaan turvallisuusluokkiin 3 ja 4 kuuluvien mekaanisten laitteiden ja rakenteiden suunnittelun ja valmistuksen hyväksymiseen liittyviä tehtäviä. STUK on myös valvonut hyväksymiensä valmistajien ja testaus- ja tarkastuslaitosten toimintaa todeten sen ohjeiden YVL 3.4 [9] ja YVL 1.3 [10] vaatimusten mukaiseksi.

Laitospaikalla tehtyjä valmistelevia töitä STUK valvoi tekemällä louhittujen kalliopinnojen tarkastuksia sekä valvomalla meriveden otto- ja poistorakenteiden rakentamista. Näiden rakentamista koskevat suunnitelmat STUK hyväksyi heinäkuussa 2004. Hyväksynyt annettiin tällöin ehdollisina laitoksen suunnitteluperustan tarkastuksen ollessa vielä kesken. STUK valvoi myös Olkiluoto 3:n laitospaikkaa kiertävän ns. teknisen renkaan liittämistä uuden laitoksen työmaahan. Teknisen renkaan avulla huolehditaan mm. rakennustyömaan sähkösyötöistä, paloveden syötöstä ja viemäroinnistä.

Laitoksen rakentamista STUK on valvonut säännöllisillä käynneillä laitospaikalla. STUK on tehnyt kaikkien turvallisuuden kannalta olennaisten valujen betonoinnin valmiuden tarkastukset ja antanut luvan betonointien aloitukselle. Vuoden 2005 aikana tehtiin 4 betonoinnin aloitustarkastusta. Teräsrakenteiden osalta STUK on valvonut erityisesti terässuojakuoren valmistusta.

10.7.2006

Rakentamiseen osallistuvien organisaatioiden toiminnan valvonta

TVO:n toiminnan arviointi

TVO:n toiminnan arviointi perustui valmistautumis- ja rakentamislupavaiheessa TVO:n laadunhallintajärjestelmän arviointiin, TVO:n laatimien asiakirjojen laadun arviointiin ja TVO:n laatimien turvallisuusarvioiden tulosten käsittelyyn. Lisäksi STUK tarkasti rakentamislupavaiheessa TVO:n projektitoimintaa Olkiluodossa. Tarkastukset kohdennettiin projektin johtamiseen ja resursseihin, turvallisuusasioiden käsittelyyn ja projektinhallinnan menettelyihin ja laadunhallintaan sekä asiakirjahallintaan. Tarkastusten tuloksena STUK edellytti täsmennyksiä erityisesti turvallisuuden arviointiin ja turvallisuusasioiden käsittelyyn liittyviin menettelyihin, kuten turvallisuusongelmien tunnistamiseen, käsittelyyn organisaatiossa ja päätöksentekoon. Lisäksi STUK painotti käyvien yksiköiden turvallisuuden varmistamista siitä, että Olkiluoto 3:n rakentamistöistä ei aiheudu vaaraa. TVO ryhtyi korjaaviin toimenpiteisiin sille esitettyjen STUKin vaatimusten mukaisesti.

Rakentamisvaiheessa vastaavat tarkastukset tehdään osana rakentamisen aikaista tarkastusohjelmaa.

Laitostoimittajan ja sen aliurakoitsijoiden arviointi

Laitostoimittajan toiminnan arviointi aloitettiin jo rakentamislupavaiheessa ja se on jatkunut rakentamisvaiheessa. Arviointi perustuu laadunhallintajärjestelmän ja laatusuunnitelmien sekä toimintaa kuvaavien käsikirjojen tarkastukseen sekä toiminnan todentamiseen auditointeihin sekä kanssakäymiseen laitostoimittajan kanssa kokouksissa.

Rakentamislupavaiheessa STUK osallistui lähes kaikkiin TVO:n suorittamiin laitostoimittajan toiminnan auditointeihin. Auditointien tarkoituksena oli varmistua laitostoimittajan kyvystä laadukkaaseen suunnitteluun ja rakentamiseen. Auditoinnit kohdistuivat laadunhallintaan, projektinhallinnan menettelyihin sekä eri tekniikan alojen suunnittelutoimintaan.

STUK teki myös omia laitostoimittajan suunnittelutoimintaan kohdistuneita auditeja syksyllä 2005. Niissä käytiin läpi laitostoimittajan vaatimustenhallintaa, suunnittelu- ja rakentamismuutosten käsittelyä, rajapintojen hallintaa eri tekniikan alueiden välillä, tila- ja säteilyturvallisuussuunnittelua sekä todennäköisyyspohjaisen turvallisuusanalyysin hyödyntämistä yksityiskohtaisen suunnittelun tukena. Auditeissa todettiin kehityskohteita ja laitostoimittaja alkoi parantaa työprosessejaan annettujen suositusten mukaisesti.

STUK osallistui jo rakentamislupavaiheessa turvallisuuden kannalta tärkeiden laitostoimittajan alihankkijoiden auditointeihin tarkkailijana. Rakentamisvaiheessa STUK on osallistunut lähes 30 auditiin, jotka TVO on kohdistanut laitetoimittajiin. Auditointien tarkoituksena on ollut varmistua toimittajien kyvykkyydestä osallistua uuteen laitos-hankeeseen. Monien laitetoimittajien toiminnassa on todettu kehitystarpeita, joiden korjaamiseksi on edellytetty mm. erityisiä Olkiluoto 3 -kohtaisia laatusuunnitelmia.

10.7.2006

Rakentamisen aikainen tarkastusohjelma

STUK käynnisti alkuvuodesta 2005 rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman. Tarkastussuunnitelma laaditaan puolivuositain. Tarkastukset kohdistuvat erityisesti TVO:n toiminnan arviointiin uuden ydinvoimalaitoksen laadukkaan toteutuksen varmistamiseksi. Ohjelmassa on projektin päätoimintoihin kuten johtamiseen, laadun- ja projektinhallintaan ja turvallisuusasioiden käsittelyyn sekä muihin toimintoihin kuten laadunvarmistukseen, koulutukseen ja säteilyturvallisuuteen kohdistuvat tarkastukset sekä tekniikan aloittain tehtävät tarkastukset.

Rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman tuloksena STUK on pystynyt muodostamaan käsityksen TVO:n projektin johtamisesta, resursseista, turvallisuusasioiden käsittelystä ja laadunhallinnasta sekä näitä päätoimintoja tukevista toiminnoista. Voimayhtiön toimintaan johtamisen ja rakentamisen suunnittelun ja hallinnan osalta on oltu tyytyväisiä, vaikka joitakin kehitystarpeita on todettu. STUK on mm. edellyttänyt, että projekti kehittää edelleen sisäistä auditointitoimintaansa ja varmistaa, että IAEA:n turvallisuusstandardissa esitetyt laadunhallintavaatimukset täyttyvät turvallisuudelle tärkeitä komponentteja valmistavien aliurakoitsijoiden laatujärjestelmissä. Johtamisjärjestelmän tarkastuksissa on edellytetty voimayhtiön parantavan mm. turvallisuusasioiden käsittelyä ja rakennuttamisen valvonnan menettelyjä. TVO on esittänyt toimenpidesuunnitelman- sa tarkastuksissa annettujen huomautusten mukaisesti.