
Hanhikiven ydinvoimalaitoksen jäähdytysveden purkurakenteen suunnitelmaselostus



Jussi Kokkinen

versio 1.7

8.9.2015

 **SITO**

SISÄLTÖ

1	YLEISTÄ	3
2	TEHDYT TUTKIMUKSET	3
3	SUUNNITELMA	3
3.1	Koordinaatisto ja vertailutaso	3
3.2	Jäähdytysveden purkurakenne	4
3.3	Jäähdytysveden purku-uoma	4
3.4	Suojapenkereet ja työpadot	4
3.4.1	Penkereen mitat.....	4
3.4.2	Penkereiden rakentaminen.....	5
4	RUOPPAUS JA VEDENALAINEN LOUHINTA	6
4.1	Irtomaiden ruoppaus	6
4.2	Vedenalainen louhinta.....	6
4.3	Läjitys	7
4.3.1	Läjitys maalle ja vesirakenteisiin	7
4.3.2	Läjitys mereen meriläjitysalueelle	7
5	MAANLEIKKAUS JA LOUHINTA KUIVATYÖNÄ	7
5.1	Louhinta.....	7
5.2	Työpadon poistaminen	8
6	TÖIDEN KESTO	8

1 Yleistä

Fennovoima Oy suunnittelee rakennuttavansa ydinvoimalaitoksen Pyhäjoelle, Hanhikiven niemelle. Laitoksen tarvitsema jäähdytysvesi otetaan Hanhikiven niemen eteläpuolelta satama-altaasta ja poistetaan niemen pohjoisrannalta.

Jäähdytysvesitunnelin purkupuolen suulle tehdään betonirakenne, johon sijoitetaan settiurat tunnelin sulkemista varten. Betonirakenne liitetään tiiviisti kalliotunneliin. Kalliotunnelia ei käsitellä tässä selostuksessa.

Poistettu jäähdytysvesi ohjataan merenpohjaan kaivettuun uomaan. Uoman rannoille rakennetaan kiinnityspisteet öljypuomia varten. Purkurakenne ja -uoma suojataan alkuosastaan penkerein.

Jäähdytysveden purkurakenteen sijaintipaikka on matalaa, kivistä rantaa. Noin 400 m päässä purkurakenteen pohjoispuolella on karikko, jonka jälkeen aukeaa avomeri. Purkurakenteelta ruopataan ja kaivetaan merenpohjaan uoma, joka ulottuu merelle kolmen metrin syvyyskäyrälle.

Alueen pintakerros on hiekkaa, soraa ja moreenia. Irtomaakerroksen paksuus vaihtelee nollan ja viiden metrin välillä. Kallion pinnan taso vaihtelee +2,4 ... -6,2.

Hanhikiveä lähin mareografi sijaitsee Raahessa, noin 16 km koilliseen Hanhikiveltä. Tilastojen mukaan Raahessa alin mitattu vedenpinnankorkeus on ollut -129 cm (4.10.1936) ja ylin +162 cm (14.1.1984).

2 Tehdyt tutkimukset

Luode Consulting Oy on tehnyt alueella virtausmallinnukseen liittyviä luotauksia vuosina 2010-2012. Vuonna 2012 alueella tehtiin porakonekairauksia 11 pisteessä, joista kaksi merialueella.

3 Suunnitelma

Jäähdytysveden purkurakenteen suunnitelma on laadittu perustuen seuraavaan, alustavaan työjärjestykseen:

- 1 Työpadon alueen ruoppaus ja vedenalainen louhinta
- 2 Työpadon ja suojapenkereiden rakentaminen ja altaan ottaminen kuiville
- 3 Maanleikkaus ja louhinta kuivatyönä
 - jäähdytysveden purkurakenteen alue
 - purkukanava
- 4 Jäähdytysveden purkurakenteen tekeminen
- 5 Öljypuomin kiinnitysrakenteiden tekeminen
- 6 Veden lasku altaaseen ja purku-uoman sulkevan työpadon poisto

Ruoppaus märkätyönä uoman ulko-osalla etenee rinnan muiden vaiheiden kanssa.

3.1 Koordinaatisto ja vertailutaso

Suunnitelma on laadittu ETSR-GK24 koordinaatistoon ja korkeusjärjestelmään N2000.

3.2 Jäähdytysveden purkurakenne

Ydinvoimalaitoksen jäähdytysvesi poistetaan laitokselta kalliotunnelin kautta mereen. Tunnelin suuaukko suojataan betonirakenteella, johon sijoitetaan settiurat ja huoltotasanne.

Jäähdytysveden purkurakenteen yläpinta on tasolla +5,0, mikä varmistaa pääsyn settiurien luokse myös erittäin poikkeuksellisissa olosuhteissa. Vedenpoistoaukon alapinta on tasolla -13,0. Rakenteen pohja on tasolla -14,0. Leveyttä rakenteella on 7,0 m ja pituutta 3,5 m. Rakenne ankkuroidaan tiiviisti kallioon.

Jäähdytysveden purkurakenne ja purku-uoman alkuosa tehdään kuivatyönä työpatojen suojassa.

3.3 Jäähdytysveden purku-uoma

Jäähdytysveden purku-uoman pohjan leveys on 70 m ja pohjan taso on -3,0 (N2000). Veden keskivirtausnopeus uomassa jää alle 1 m/s, vaikka meriveden pinnan korkeus olisi -2,0.

Uoman pohja nousee 1:7 kaltevuudessa tasolta -12 tasolle -3 jäähdytysveden purkurakenteelta. Samalla uoman leveys kasvaa seitsemästä metristä lopulliseen leveyteensä. Uoman alkuosa louhitaan suurelta osin kallioon. Uoma kaivetaan ja ruopataan 70 m leveänä siihen saakka, että merenpohjan taso on uoman pohjan tasossa. Luotaustietojen mukaan uoman keskilinjan pituus purkurakenteelta mitaten on 600 m.

3.4 Suojapenkereet ja työpadot

Purkurakenne ja -uoma suojataan penkerein. Penkereillä ehkäistään aallokon ja jäiden haitalliset vaikutukset jäähdytysveden purkurakenteen toimintaan.

Suojapenkereet toimivat kuivatyövaiheen aikana osittain työpatoina. Suojapenkereiden lisäksi tarvitaan väliaikainen työpato, jolla suljetaan jäähdytysveden purku-uoma suojapengerten välissä. Suojapenkereiden ja työpadon merenpuolen luiska verhoillaan lohkarein. Penkereen tiivistyssydän rakennetaan porapaaluseinänä, jossa paalut porataan kallioon. Porapaaluseinän juuri tiivistetään injektoimalla.

Kuivalla maalla tiivistysrakenne voidaan toteuttaa myös moreenista. Tällöin tiivistyssydän suojataan eroosiota vastaan suodatin/suojarakenteella. Tiivistyssydän uloteitaan heikosti vettäläpäisevään maakerrokseen tai kallioon, jotta työnaikaiset suotovesimäärät pysyisivät kohtuullisina.

3.4.1 Penkereen mitat

Suojapenkereiden ja työpadon harja tulee tasolle +4,0, mikä on yli kaksi metriä ylimmän Raahessa havaitun vedenpinnan yläpuolella. Aaltomallinnuksen mukaan Hanhikiven edustalla voi esiintyä merkittävä aallonkorkeus 2,0 m...2,9 m tuulilla, jotka oli mitattu Nahkiaisen mittausasemalla marraskuun 2011 lopulla 30 h aikana.

Penkereen harjan leveys on 4,0 m, mikä mahdollistaa työkoneiden liikkumisen penkereen päällä. Penkereen luiskat tehdään kaltevuuteen 1:2. Ulkoluiska verhoillaan lohkarein, joiden paino on vähintään 600 kg. Lohkareverhouksen paksuus on vähintään 1,0 m. Sisäluiska verhoillaan vähintään 0,5 metrin murskekerroksella.

Läntinen suoja Wenger on noin 200 m pitkä ja itäinen noin 150 m pitkä. Ne liitetään toisiinsa jäähdytysveden purkurakenteen maanpuolella noin 20 m pitkällä penkereellä. Suojapenkereisiin tarvitaan massoja noin 15 000 m³rtr.

Rakennustyön aikana purku-uoma suljetaan noin 100 metriä pitkällä työpadolla, johon tarvitaan massoja noin 10 000 m³rtr.

Työjärjestys työpadon rakentamisessa on seuraava:

1. työpadon alueen ruoppaus ja louhinta märkätyönä vähintään 20 m patolinjan sisäpuolelle
2. kallion injektioinnit
3. työpatopenkereen rakentaminen murskeesta
4. porapaaluseinän asentaminen työpatopenkereen läpi
5. altaan ottaminen kuiville
6. purkurakenteen alueen työt kuivatyönä työpadon suojassa (samanaikaisesti purkutunnelin louhinta sekä työt voimalaitoksen kaivannossa.)
7. veden lasku altaaseen ja työpadon poisto, kun ydinvoimalaitosta aletaan ottaa käyttöön

Patoturvallisuus

Työpadot kuuluvat patoturvallisuuslain piiriin. Tässä kuvattujen rakenteiden riskit liittyvät ulkoiseen ja sisäiseen eroosioon sekä mahdollisesti routaan. Ulkoinen eroosio aiheutuu aallokon ja jäiden kuluttavasta vaikutuksesta rakenteen pintakerroksissa. Penkereen ulkoluisikan raskas lohkareverhous on suunniteltu aallokon kuluttavaa vaikutusta vastaan. Lisäksi penkereen harjan korkeus ja leveys on riittävä estämään aallon ylilyönnin sisäluisikan puolelle. Raskas ja rosoinen ulkoluisikan lohkareverhous suojaa rakennetta myös jäiden kulutukselta. Tukipenkereen materiaalin valinnalla ehkäistään mahdollisia routavaurioita.

Työpato tehdään purkutunnelin suurrakenteen rakentamista varten. Se mahdollistaa myös purkutunnelin rakentamisen ja työt voimalaitoskaivannossa. Padon mahdollinen sortuminen aiheuttaisi vaaraa näille rakenteille ja niiden rakentajille. Ulkopuolisille ei koituisi vaaraa, koska vaara-alue on voimalaitostyömaan sisällä. Kaikki alueen työntekijät perehdytetään padon suojassa tehtävän työn erityisriskeihin. Padon sortumisesta aiheutuva tulva-aalto etenisi enintään noin 100 m etäisyydelle maalueella, ja pysyisi siten voimalaitostyömaan alueella.

Työpadon suotovesien määrää seurataan päivittäin ja niiden pumppauksesta pidetään kirjaa. Penkereen painumia ja erityisesti sisäluisikan muodon pysyvyyttä seurataan säännöllisin mittauksin. Voimalaitoksen työmaalla olevilla läjitysalueilla pidetään aina varalla vähintään 5000 m³ työpatorakenteen korjaamiseen kelpaavaan louhetta ja mursketta.

3.4.2 Penkereiden rakentaminen

Suojapenkereet ja työpato rakennetaan pääosin voimalaitostyömaalta saatavista materiaaleista. Työpadon tiivistys toteutetaan penkereen läpi asennettavalla porapaaluseinällä. Kuivalla maalla oleviin penkereisiin tiiviste voidaan rakentaa myös moreenista. Jos tiivistyssydän tehdään moreenista, materiaali täytyy mahdollisesti tuoda muualta maa-ainesten otto paikalta. Tarvittaessa kallio padon alla tiivistetään injektioimalla. Suojapenkereet rakennetaan kerroksittain noin 300 mm paksuina kerroksina. Tiivistyssydän tiivistetään jyräämällä. Penkereen yläosa tason +2 yläpuolella rakennetaan normaalina päätypengerryksenä louheesta.

4 Ruoppaus ja vedenalainen louhinta

Jäähdytysveden purku-uoman ulko-osa ruopataan märkätyönä. Ruoppausalueen pinta-ala on noin 3,9 ha. Ruopattava aines on pohjatutkimusten mukaan tiivistä soraista hiekkaa tai moreenia ja kalliota, uoman ulkopäässä hienoa hiekkaa tai silttistä hiekkaa. Alueella on myös paljon kiviä. Ruoppausmassoja on noin 50 000 m³tr, josta 6 000 m³tr kalliota.

Purku-uoman ulko-osa ruopataan yhtenä ruoppauskohteena. Kivisyyden ja pienen vesisyvyyden takia ruoppaus tehdään todennäköisesti kauharuoppauksena.

Ruoppauksessa luiskankaltevuus irtomaassa on 1:6 ja kalliiossa 7:1. Tehtyjen pohjatutkimusten perusteella vedenalainen louhinta rajoittuu työpadon alueelle ja siitä noin 60 m ulospäin.

Ruoppausmassat käytetään mahdollisuuksien mukaan voimalaitosalueen täyttöihin. Ruoppausmassat, joita ei voida hyödyntää täytöissä, läjitetään meriläjitysalueelle. Meriläjitukseen arvioidaan alustavasti vietävän massoja 50 000 m³tr.

4.1 Irtomaiden ruoppaus

Kauharuoppaus soveltuu kaikenlaisen irtaimen aineksen ruoppaamiseen. Vain isot lohkat täytyy ennen ruoppausta hajottaa pienemmiksi. Ruoppausteho on kauharuoppauksessa yleensä pienempi kuin imuruoppauksessa.

Kauharuoppauksessa ruoppaustyön kulku on seuraava:

- 1 Ruoppausmassa irrotetaan pohjasta ruoppaajan kauhalla
- 2 Ruoppausmassa nostetaan kauhassa pintaan ja edelleen proomuun
- 3 Proomun täytyttyä se ajetaan suojapengerrakenteen kohdalle sellaiseen paikkaan, johon ruopattu materiaali on sovelias käyttää (louhe aallonmurtaja poikkileikkauksen reunoille ja hienempi kitkamaa poikkileikkauksen keskelle). Proomu puretaan joko pohjaluukusta tai avaamalla proomun pohja (palkoproomu).
- 4 Kun suojapenkereen täyttö on edennyt vaiheeseen, jossa proomulla ei enää pääse rakenteen kohdalle, puretaan proomu suojapenkereen viereen, mistä ruopattu aines siirretään esim. pitkäpuomikaivinkoneella tai laahakaivurilla suojapengerrakenteeseen.
- 5 Kun ruoppausmassan käyttö suojapengerrakenteissa ei enää käy päinsä, puretaan proomu suojapenkereen vierelle, mistä kaivinkone siirtää ruoppausmassan kasalle suojapenkereen viereen. Kasalta massat viedään kuorma-autoilla voimalaitosalueen täyttöihin.

4.2 Vedenalainen louhinta

Louhinta suoritetaan tavanomaisilla vesirakennuksen menetelmillä. Räjätyskentät porataan ja panostetaan työlautalta. Reikätiheys, ohiporaus ja ominaispanostus ovat suurempia kuin normaalissa avolouhinnassa, jotta varmistetaan kallion irtoaminen. Syntynyt louhe ruopataan kauharuoppauksena.

Räjätysaineena käytetään vedenalaiseen louhintaan soveltuvia räjähteitä, joiden tyyppiä on mahdollisimman alhainen.

4.3 Läjitys

Ruoppausmassat käytetään mahdollisuuksien mukaan voimalaitosalueen täyttöihin. Ruoppausmassat, joita ei voida hyödyntää täytöissä, läjitetään meriläjitysalueelle. Meriläjitykseen arvioidaan alustavasti vietävän massoja 50 000 m³rtr.

4.3.1 Läjitys maalle ja vesirakenteisiin

Kauharuoppauksessa proomukalustolla täyttöihin käytettävä ruoppausmassa puretaan proomusta pudottamalla joko suoraan rakenteeseen (esim. satama-altaan aallonmurtaja) tai aallonmurtajapenkereen vierelle muodostettavaan tilapäiseen ruoppaustermiinaaliin. Ruoppaustermiinaali on ruoppausmassasta tehdyin pohjapadoin muotoiltu allas, johon proomu pudottaa lastinsa. Pohjapadoin ehkäistään ruoppausmassan leviäminen termiinaalin ympäristöön. Proomusta pudotettu massa siirretään esimerkiksi laahakaivurilla kasalle kuivalle maalle ja edelleen kasalta voimalaitoksen täyttöihin. Ruoppaustyön lopuksi myös termiinaalin pohjapadot poistetaan ja niiden massat viedään täyttöihin.

4.3.2 Läjitys mereen meriläjitysalueelle

Ruoppausmassat, joita ei voida hyödyntää täytöissä, läjitetään mereen. Läjitysalueella massa pudotetaan proomusta tai hopperista merenpohjaan siten, että massa jää suunnitellun läjitystason alapuolelle. Meriläjitysalue sijaitsee noin 10 km etäisyydellä poistovesiuoman suulta ja sen pinta-ala on noin 190 ha; vesisyvyys alueella on 25 metrin luokkaa. Läjitys tehdään tason MW2015 –20 m alapuolelle, jolloin alueen tilavuus on noin 1,5 miljoonaa m³. Meriläjitysalueen kulmapisteiden koordinaatit ovat (ETRS-GK24):

N = 7160370 E = 24500576

N = 7160370 E = 24502240

N = 7159237 E = 24500576

N = 7159237 E = 24502240

5 Maanleikkaus ja louhinta kuivatyönä

Kun vesi on pumpattu työpatojen sisältä pois, voidaan purku-uoman alkuosa kaivaa ja louhia suunniteltuun muotoonsa. Maanleikkauksessa ja kallion louhinnassa käytetään tavallisia kuivan maan työmenetelmiä ja –koneita.

Maanleikkauksessa luiskankaltevuus on 1:6 ja louhittaessa 7:1.

Työalueelta leikataan noin 45 000 m³ktr massoja. Näistä noin 20 000 m³ktr on irtomaata ja noin 25 000 m³ktr kalliota. Irtomaakerros koostuu pehmeästä pintakerroksesta, hiekasta, sorasta ja moreenista.

Massat käytetään voimalaitosalueen täyttöihin mahdollisuuksien mukaan. Ruoppausmassat, joita ei voida hyödyntää täytöissä, läjitetään mereen.

5.1 Louhinta

Tehtyjen pohjatutkimusten perusteella louhintaa tulee tehtäväksi noin 6 000 m² alueella ja korkeimmillaan louhintarintaus on noin 14 m korkea (jäähdytysveden poistorakenteen luona).

Räjätysaineena käytetään avolouhintaan soveltuvia räjähdysaineita, joiden tyyppi-jäämä on mahdollisimman alhainen.

5.2 Työpadon poistaminen

Kun ydinvoimalaitosta aletaan ottaa käyttöön, ja vesi voidaan laskea purkutunneliin, vesi lasketaan ensin työpadon taakse. Altaan täyttö tehdään hallitusti siten, että pengermateriaali ei huuhtoudu täyttöveden mukana altaan pohjalle. Kun vesipinta altaassa on merenpinnan tasolla, voidaan purku-uoman sulkeva työpato poistaa.

Työpato poistetaan kaivinkoneella penkereen päältä kaivamalla. Kaivumassat pyritään hyödyntämään voimalaitosalueen täyttöihin. Työpadon tiivistysseinä puretaan katkaisemalla paalut pohjan tasosta esimerkiksi polttoleikkaamalla. Katkaistut paalut toimitetaan metallinkierrätykseen, jos niitä ei voi käyttää uudelleen paaluina.

6 Töiden kesto

Jäähdytysveden purkurakenteen ja -uoman rakentamisessa on erotettavissa kolme työvaihetta:

- Työpatojen rakentaminen
- Kuivatyövaihe
- Märkätyövaihe

Märkätyövaihe voi mennä osittain päällekkäin muiden vaiheiden kanssa.

Väliaikaisen työpadon alue ruopataan ja louhitaan märkätyönä.

Suojapenkereiden ja työpadon rakenteisiin tarvitaan noin 25 000 m³ massoja. Tähän työvaiheeseen arvioidaan tarvittavan noin 35 työvuoroa eli työaikajärjestelyistä riippuen 1...2 kuukautta. Työpadon tiivistysseinämän rakentaminen etenee noin 6 m/työvuoro eli yhteensä noin 30 työvuoroa. Altaan tyhjennys kestää noin päivän, minkä jälkeen voidaan aloittaa maanleikkaus- ja louhintatyöt.

Purku-uoman alkuosan kaivun ja louhinnan arvioidaan kestävän noin kaksi kuukautta (tahdistavana työvaiheena kaivumassojen kuormaus). Työn kestoon vaikuttavat ratkaisevasti työssä käytettävän kaluston määrä ja laatu.

Jäähdytysveden purkurakenteet ja öljypuomin kiinnitysrakenteet toteutetaan mahdollisuuksien mukaan samaan aikaan purku-uoman rakentamisen kanssa, ja ne ovat kestoltaan lyhyempiä kuin altaan kaivu.

Purku-uoman sulkevan työpadon poistaminen kestää arviolta noin kolme viikkoa.

Ruoppausten etenemisnopeudeksi arvioidaan enintään noin 1500 m³ kahdella kauharuoppaajalla päivässä ilman säärajoituksia. Tällöin tässä selostuksessa käsiteltävä purku-uoman ulko-osan ruoppaustyöt kestävistä kaluston säärajoituksista ja rakennusaikaisesta säästä riippuen 35–105 vuorokautta. Ruoppaus saadaan todennäköisesti suoritetuksi yhden ruoppauskauden aikana. Olosuhteiden muuttuminen vuodenaikojen mukaan vaikuttaa töiden ajoitukseen. Esimerkiksi ruoppaus talvella on tässä tapauksessa tuskin mahdollista. Eräs mahdollinen työaikataulu on esitetty seuraavalla sivulla.

Liitepiirustukset

40255-0511 Yleispiirustus

40255-0512

40255-0513 Jäähdytysveden poiston asemapiirustus, poikki- ja pituusleikkaukset

40255-0514 Öljypuomin kiinnitysrakenteen yleispiirustus

40255-0515 Työvaihepiirustus

40255-0508 Läjitysaluepiirustus