

Rajat ylittäviin seurauksiin liittyvän kuulemisen malliasiakirja

Päivämäärä: 2025-02-19



VATTENFALL

Sisällysluettelo

1. Johdanto	4
2. Arviointikriteerit	5
3. Menetelmä	5
4. Tulokset.....	7
5. Pohdinta	9
6. Päätelmä.....	9

Yhteenveto

Vattenfall suunnittelee uuden ydinvoimalan rakentamista Värön niemelle Varbergin kuntaan. Suunniteltu toiminta on luonteeltaan sellaista, että Espoon yleissopimuksen mukaan siihen liittyy velvollisuus kuulla asianomaisia naapurimaita. Tämän Vattenfallin laatiman raportin pohjalta voidaan arvioida, mihin maihin vaikutukset voivat kohdistua ja mitä maita olisi sen vuoksi tiedotettava asiasta. Vattenfallin arvion mukaan vain hypoteettinen onnettomuus, jossa reaktorisydän sulaisi, voisi aiheuttaa seurauksia Ruotsin rajojen ulkopuolella. Raportin lähtökohtana on siten tällainen hypoteettinen onnettomuus, jotta kuulemisalue voidaan arvioida hypoteettisen pahimman mahdollisen skenaarion perusteella.

Laskelmien tulokset osoittavat, että säteilyannokset ovat suuria lähistöllä, mutta pienenevät nopeasti etäisyyden kasvaessa. 1-vuotiaan lapsen ja aikuisen elinikäinen annos on alle 10 mSv Läsössä, joka on lähin Ruotsin ulkopuolinen maa-alue. Se sijaitsee noin 50 km Värön niemimaasta länteen. Yli 250 kilometrin etäisyydellä Värön niemimaasta minkään ikäryhmän elinikäiset annokset eivät ylitä 1 mSv:ä. Vertailun vuoksi mainittakoon, että Ruotsin säteilyturvallisuusviranomaisen mukaan Ruotsissa asuvat saavat luonnollisena taustasäteilynä 1–2 mSv:n annoksen vuodessa.

Naapurimaissa ainoastaan Tanskassa ja Etelä-Norjan rannikkoalueilla asuvat saavat säteilyonnettomuuden sattuessa luonnollista vuotuista taustasäteilyä suurempia elinikäisiä annoksia.

1. Johdanto

Vattenfall suunnittelee uuden ydinvoimalan rakentamista Värön niemelle Varbergin kuntaan. Suunniteltu toiminta on luonteeltaan sellaista, että niin sanotun Espoon yleissopimuksen (valtioiden rajat ylittävien ympäristövaikutusten arviointia koskeva yleissopimus) mukaan se edellyttää asianomaisten naapurimaiden kuulemista. Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto Naturvårdsverket koordinoi Espoon kuulemista, ja tämän Vattenfallin laatiman raportin pohjalta voidaan arvioida, mihin maihin vaikutukset voivat kohdistua ja mitä maita olisi sen vuoksi tiedotettava asiasta. Vattenfallin arvion mukaan vain hypoteettinen onnettomuus, jossa reaktorisydän sulaisi, voisi aiheuttaa seurauksia Ruotsin rajojen ulkopuolella. Raportin lähtökohtana on siten tällainen hypoteettinen onnettomuus, jotta kuulemisalue voidaan arvioida hypoteettisen pahimman mahdollisen skenaarion perusteella.

Tarkasteltavana oleva maa-alue sijaitsee pisimmillään 800 kilometrin päässä kyseessä olevasta Värön niemimaalla sijaitsevasta kohteesta, ks. Kuva 1.



Kuva 1. Kyseessä olevaa Värön niemimaalla sijaitsevaa kohdetta ympäröivä maa-alue 800 kilometrin säteellä.

Lähin Ruotsin ulkopuolinen maa-alue on Tanskan Läsön saari, joka sijaitsee noin 50 km Värön niemimaasta länteen, ks. Kuva 2. Koska aktiivisuuspitoisuudet ilmassa ja maassa ovat alhaisemmat kauempana ydinonnettomuuden päästökohdasta, vaikutukset ovat vähäisemmät muussa osassa Tanskaa ja muissa naapurimaissa kuin Läsössä.



Kuva 2. Kartassa näkyy Värön niemimaan ja Tanskan Läsön saaren välinen etäisyys linnuntietä Google Mapsista haettuna. Värön niemimaan ja Läsön välinen etäisyys on noin 50 km.

Suunnitellun ydinvoimalan rakennetta ei ole vielä täysin määritelty, joten tässä raportissa esitetyt laskelmat perustuvat konservatiiviseen, yleiseen lähdetermiin¹. Leviämisosolosuhteet ja altistumistiedot on valittu mahdollisimman pitkälle pohjoismaisten olosuhteiden mukaisesti. Radioaktiivisen päästön aiheuttama säteilyannos on erilainen lapsilla ja aikuisilla, koska altistumisreitit ovat erilaiset eri ikäryhmillä. Esimerkiksi ruoan saannissa on eroja näiden ryhmien välillä. Tässä raportissa esitetään 1-vuotiaita lapsia ja aikuisia koskevat tulokset, jotta saadaan katettua eri ikäryhmien väliset vaihtelut.

2. Arviointikriteerit

Säteilyonnettomuuden rajat ylittäviä seurauksia ei arvioida annosrajoitusten tai annosrajojen perusteella. Sen sijaan tässä raportissa säteilyonnettomuuden aiheuttamaa annosta verrataan luonnolliseen taustasäteilyyn, josta Ruotsin säteilyturvallisuusviranomaisen mukaan Ruotsin asukkaat saavat 1–2 mSv:n vuosittaisen annoksen. Tanskan terveyshallitus (Sundhedsstyrelsen) ja Norjan säteilysuojelu- ja ydinturvallisuusvirasto (Direktoratet for strålevern og atomsikkerhet) asettavat luonnollisen taustasäteilyn arvot samalle tasolle kuin Ruotsin säteilyturvallisuusviranomainen.

3. Menetelmä

Taulukko 1 sisältää lähdetermin, jonka oletetaan leviävän ympäristöön onnettomuuden seurauksena. Lähdetermi on valittu niin, että se kattaa päästöt, jotka aiheutuvat hypoteettisesta onnettomuudesta, johon liittyy kevytvesireaktorin sydämen sulaminen. Käytännössä tällainen päästö tarkoittaa, että reaktorin jäähdytysjärjestelmä ei toimi ja että kaikki jäähdytysvesi on kiehunut pois, jolloin reaktorisydän alkaa paljastua ja sulaa. Lähdetermi perustuu 100 TBq:n Cs-137-päästöön, joka on tällä hetkellä Ruotsissa käytössä olevan ydinvoiman päästövaatimus hyvin epätodennäköisten tapahtumien ja olosuhteiden varalta. Uusien ydinreaktoreiden päästövaatimukset ovat todennäköisesti tätä tiukemmat, joten tätä olisi pidettävä varovaisena lähdeterminä, joka kattaa sekä suuret että

¹ Lähdetermi on ydinteollisuudessa vakiintunut käsite, jolla kuvataan ydinonnettomuuden yhteydessä tapahtuvan päästön kokoa ja koostumusta.

pienet uudet reaktorit. Muut lähdetermin nuklidit liittyvät cesium-päästöön. Päästöaika on 24 tuntia ja päästökorkeus 20 m. Analyysissä oletetaan, että päästö voi tapahtua minä tahansa päivänä vuoden aikana. Huomioon otetaan päiväkohtainen säätilanne eli tarkasteltavana on 365 eri säätilannetta.

Säteilyannokset lasketaan ihmisille, jotka ovat 1–800 kilometrin etäisyydellä päästöpaikasta.

Taulukko 1. Oletettu lähdetermi, jonka oletetaan vapautuvan ympäristöön hypoteettisessa onnettomuudessa, johon liittyy Värön niemimaalla sijaitsevan ydinreaktorin sydämen sulaminen.

Nuklidi	Aktiivisuus [Bq]	Nuklidi	Aktiivisuus [Bq]
Kr-87	2,8E+15	Te-132	4,5E+14
Kr-88	8,7E+15	Cs-134	1,8E+14
Xe-133	1,2E+17	Cs-137	1,0E+14
Xe-135	1,6E+16	Sr-90	1,2E+13
I-131	1,0E+15	Zr-95	1,0E+13
I-132	2,3E+14	Ba-140	2,4E+14
I-133	1,5E+15	La-140	7,5E+13
I-134	1,3E+14	Ce-144	8,2E+12
I-135	7,5E+14	Pu-238	1,5E+10
Mo-99	9,4E+12	Pu-241	8,7E+11
Ru-103	8,7E+12	Cm-242	2,6E+11
Ru-105	1,6E+12	Cm-244	1,8E+10
Sb-127	2,9E+13		

Annoslaskelmissa käytetään Karlsruhen teknillisen instituutin kehittämää JRODOS-työkalua. Leviämislaskelmissa oletetaan, että radioaktiiviset aineet vapautuvat peräkkäisinä pöllähdyksinä, ja kunkin aikavaiheen osalta mallinnetaan radionuklidien kulkeutuminen, leviäminen ja laskeutuminen maahan ottaen huomioon paikalliset meteorologiset ja topografiset tiedot.

Tarkasteltavina ovat seuraavat altistumisreitit:

- Lyhyellä aikavälillä
 - o Ulkoinen annos, kun radioaktiivinen pilvi kulkee ohi (pilviannos)
 - o Maahan laskeutuneista radioaktiivisista aineista aiheutuva ulkoinen annos (maa-annos)
 - o Sisäinen annos, joka aiheutuu plyn radioaktiivisten aineiden hengittämisestä (hengitysannos)
 - o Ihokontaminaatiosta aiheutuva ulkoinen annos

- Pitkällä aikavälillä
 - o Maahan laskeutuneista radioaktiivisista aineista aiheutuva ulkoinen annos (maa-annos)
 - o Sisäinen annos, joka aiheutuu maasta nousseiden radioaktiivisten aineiden hengittämisestä (hengitysansnos)
 - o Saastuneen ruoan nauttimisesta aiheutuva sisäinen annos

JRODOS-työkalussa voidaan määrittää, kuinka paljon eri maantieteellisten alueiden väestö kuluttaa eri elintarvikkeita. Maankäyttöä ja ravintoaineiden saantia koskevat oletukset vaikuttavat laskentatuloksiin. Siksi mallinnettu alue on jaettu eri alueisiin ravintoaineiden saannin vaihtelun mukaan sen perusteella, mitä näillä alueilla viljellään ja kulutetaan tilastollisesti. Kun altistumisreitteinä on ravintoaineiden saanti, seuraukset ovat erilaiset sen mukaan, minkä alueen yli radioaktiivinen plynä kulkee, vaikka nämä alueet olisivat samalla etäisyydellä päästöpaikasta ja sääolosuhteet alueilla olisivat samanlaiset. Luvussa 4 esitetyt tulokset perustuvat enimmäisannokseen kullakin etäisyydellä kussakin 365 säätilanteessa.

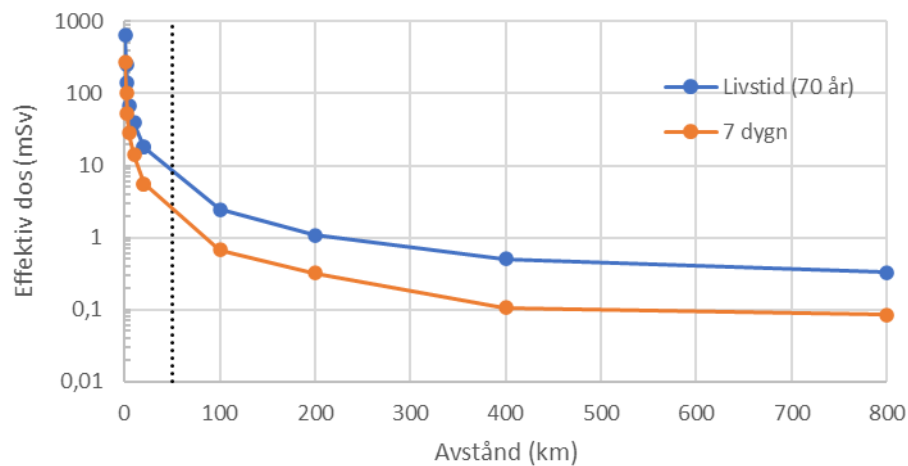
4. Tulokset

Säteilypäästön seurauksia lähimaissa kuvataan yksilölle aiheutuvana efektiivisenä annoksena. Kuva 3 ja Kuva 4 sisältävät kuvauksen 1-vuotiaan ja aikuisen efektiivisestä annoksesta. Annokset ovat suuria lähialueella, mutta pienenevät nopeasti etäisyyden kasvaessa. Läsössä, noin 50 km Värön niemimaasta länteen, 1-vuotiaan lapsen ja aikuisen elinikäinen annos² on alle 10 mSv. Seitsemän päivän altistumisen jälkeen annos on alle 1 mSv aikuisella ja alle 3 mSv 1-vuotiaalla lapsella Läsön saarella.

Yli 250 kilometrin etäisyydellä Värön niemimaasta elinikäiset annokset ovat alle 1 mSv eli alle luonnollisesta taustasäteilystä aiheutuvan vuosittaisen annoksen likimääräisen tason. Kuten esitetystä etäisyyksistä käy ilmi (ks. Kuva 1), vain Tanskassa ja Norjan kaakkoisrannikon ulommassa osassa asuvat voivat saada tässä raportissa kuvatun hypoteettisen reaktorisydämen sulamisonnettomuuden seurauksena vuotuisen luonnollisen taustasäteilyn ylittäviä elinikäisiä säteilyannoksia.

² Elinikäinen annos kuvaa säteilyvaikutusta, joka kohdistuu yksilöön onnettomuushetkestä lähtien ja koko loppuelämän ajan. 1-vuotiaan lapsen kohdalla tämä aika on 70 vuotta onnettomuuden jälkeen ja aikuisella 50 vuotta onnettomuuden jälkeen.

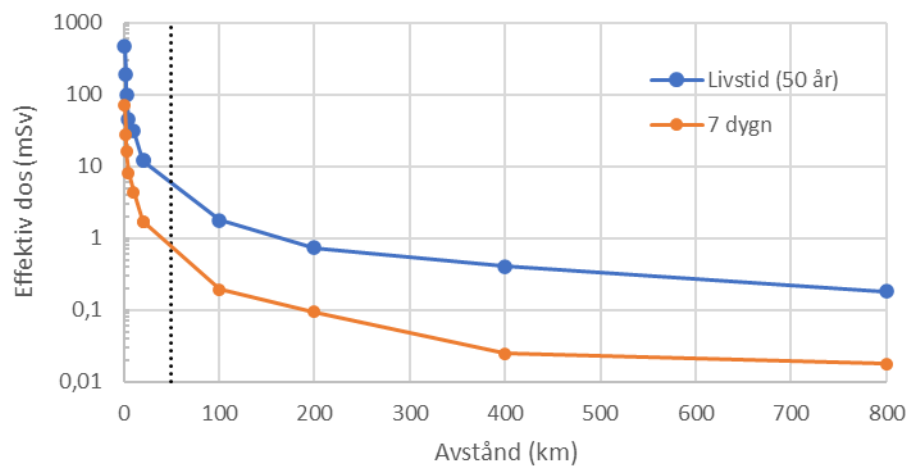
1-årigt barn



1-årigt barn	1-vuotias lapsi
Livstid (70 år)	Elinikä (70 vuotta)
7 dygn	7 päivää
Effektiv dos (mSv)	Efektiivinen annos (mSv)
Avstånd (km)	Etäisyys (km)

Kuva 3. 1-vuotiaan lapsen efektiivinen annos etäisyyden funktiona päästöpaikasta. Pystykatkoviiva osoittaa etäisyyden Läsön saareen (50 km).

Dos till vuxen



Dos till vuxen	Aikuisen annos
Livstid (50 år)	Elinikä (50 vuotta)
7 dygn	7 päivää
Effektiv dos (mSv)	Efektiivinen annos (mSv)
Avstånd (km)	Etäisyys (km)

Kuva 4. Aikuisen efektiivinen annos etäisyyden funktiona päästöpaikasta. Pystykatkoviiva osoittaa etäisyyden Läsön saareen (50 km).

5. Pohdinta

Tässä raportissa esitetyt tulokset osoittavat, että Värön niemimaalla tapahtuvan hypoteettisen ydinvoimalaonnettomuuden ja reaktorisydämen sulamisen jälkeen naapurimaiden asukkaiden säteilyannokset ovat suhteellisen pieniä. Säteilyonnettomuuden vaikutus on pieni verrattuna luonnollisesta taustasäteilystä aiheutuvaan 1–2 mSv:n annokseen, jonka Ruotsissa asuva ihminen saa vuosittain. Laskelmissa on johdonmukaisesti noudatettu varovaista lähestymistapaa, ja on perusteltua uskoa, että vaikutus olisi todellisuudessa vielä pienempi. Seuraavassa on esitetty joitakin tuloksiin varovaiseen suuntaan vaikuttavia oletuksia:

- Kunkin arvioidun etäisyyden osalta on aina valittu maantieteellinen piste, jossa annos on suurin. Tämä tarkoittaa, että vaikka tämä piste sijaitisi keskellä Pohjanmerta, se on otettu mukaan arviointiin.
- Suojatoimenpiteitä³ ei ole otettu huomioon, mikä tarkoittaa, että arvioitujen ihmisten on oletettu olevan ulkona joka sekunti koko vuoden ajan. Seuraukset olisivat olleet entistä vähäisemmät, jos huomioon olisi otettu sisätiloissa vietetty aika osan päivästä ja ravintoaineiden saannin rajoitukset.
- On oletettu, että kaikki syöty ruoka on peräisin siitä paikasta, jossa arvioidut henkilöt asuvat. Elintarvikkeiden tuonti saastumattomista paikoista olisi vähentänyt vaikutuksia entisestään.

6. Päätelmä

On arvioitu säteilyvaikutuksia lähimaiden asukkaille Värön niemimaalle suunnitellun ydinvoimalan reaktorisydämen sulamiseen johtavasta hypoteettisesta onnettomuudesta aiheutuvasta säteilypäästöstä. 1-vuotiaan ja aikuisen säteilyannokset on laskettu 800 kilometrin etäisyydelle päästöpaikasta. Lasketut elinikäiset annokset 50 kilometrin etäisyydellä, joka vastaa lähintä asuttua Ruotsin ulkopuolista maa-aluetta (Tanskan Läsö), ovat alle 10 mSv sekä 1-vuotiaalla että aikuisella. Yli 250 kilometrin etäisyydellä päästöpaikasta elinikäiset annokset ovat alle 1 mSv, mikä vastaa suunnilleen väestön tavanomaista vuosittaista taustasäteilyannosta Ruotsissa.

³ Suojatoimenpiteitä ovat mm. sisätiloissa oleskelu, joditablettien ottaminen ja elintarvikkeiden käytön rajoitukset.