

Ympäristövaikutusten arviointi
Ydinvoimalaitosten suunnitelma
Norrundet, Gävlen kunta

Tämä käännös on tehty tekoälyn avulla.

Tilaaaja: Blykalla AB

Konsulttiyritys: Ympäristövaikutusten arvioinnin on koonnut Structor Miljöbyrå Stockholm AB. Blykalla AB on laatiminut kuvauksen reaktoreista, tekniikasta ja jätehuollosta sekä paikannuksen valinnan, varautumisalueiden suunnittelun ja radioaktiivisten aineiden päästöjä koskevan selvityksen. Jäähdytysveden päästöjen mallinnuksen on suorittanut DHI. Alustavat arviot lämmitetyn jäähdytysveden päästöjen vaikutuksista vesieliöihin on tehnyt Pelagia. Ekologiryhmä on laatiminut selvityksen luontoarvojen esiintymisestä ja niiden vaikutusten arvioinnista. Geologiset olosuhteet on selvittänyt Structor Geoteknik. Ympäristöriskit on arvioitu yleisellä tasolla Structor Riskbyrån toimesta.

Päivämäärä: 2026-10-07

Tiivistelmä

Ydinvoimalaitosten uuden lupaprosessin mukaisesti hallitus voi hakemuksen perusteella tehdä päätöksen laitoksen hyväksymisestä. Hallitus vastaa anläggningsplanin (laitossuunnitelman) laatimisesta, joka on hyväksyttävä ennen hyväksyntäpäätöksen tekemistä, sekä kyseisen anläggningsplanin strategisesta ympäristöarvioinnista. Hallituksen hyväksyntää hakevalla on mahdollisuus toimittaa aineistoa strategiseen arviointiin.

Tämä asiakirja on ympäristövaikutusten arviointi osana strategista ympäristöarviointia, jonka suorittamiseksi hallitus on antanut tehtävän Gävleborgin lääninhallitukselle (Länsstyrelsen i Gävleborg). Blykalla on aiemmin toimittanut strategista ympäristöarviointia varten tarkoitettua aineistoa hallitukselle yhdessä ydinvoimalaitoksen hyväksyntähakemuksen kanssa. Aineisto on muodostanut pohjan lääninhallituksen järjestämälle rajaalkuulemiselle (avgränsningssamråd), jonka jälkeen tämän ympäristövaikutusten arvioinnin on laatinut lääninhallituksen, Blykallan ja Strutorin yhteistyönä.

Ympäristövaikutusten arvioinnissa tarkastellaan ympäristövaikutuksia, joita voi syntyä suunnitelmaehdotuksen mahdollistamasta laitoksesta. Tässä vaiheessa arviointi tehdään yleisellä tasolla tarkoituksena selvittää, onko suunnitellulle maankäytölle edellytyksiä ympäristökaaren (miljöbalken) 3 ja 4 lukujen talouskäyttömääräysten perusteella.

Suunnitelmaehdotuksen tarkoituksena on mahdollistaa ydinvoimatoiminnan perustaminen Norrsundetiin, Gävlen kuntaan, rakentamalla ja käyttööpanemalla puisto, jossa on kuusi Blykalla AB:n kehittämää lyijyjäähdytteistä pientä modulaarista reaktoria (SEALER-reaktorit). Suurin osa ehdotetusta anläggningsplan-alueesta (laitossuunnitelma-alueesta) sisältää suunnitellun ydinvoimatoiminnan alueen. Suunnitelma-alueen loput osat käytetään tukitoimintoihin, kuten varastointiin, tutkimukseen ja kehitykseen sekä muuhun toimintaan.

Norrsundet on rannikkoyhteisö, jonka historia on tiiviisti kytköksissä teolliseen kehitykseen. Nykyään Norrsundetin teollisuusalueella, suunnitelma-alueen kaakkoispuolella, harjoitetaan teollisuus- ja satamatoimintaa. Alueen ympärillä on hyvät tieyhteydet, ja lähimmät asuinrakennukset sijaitsevat noin kilometrin päässä Norrsundetin nykyisestä alueesta etelään.

Suunnitelmaehdotus voi aiheuttaa vaikutuksia maan käyttöön ottamisella, melulla, veden otolla ja päästöillä, pohjaveden poistolla, raaka-aineiden ja kemikaalien kulutuksella, jätteiden syntymisellä, energiankulutuksella sekä päästöillä ilmaan.

Riskitunnistus on suoritettu, ja siinä on tunnistettu suunnitelmaehdotukseen liittyvät erilaiset riskilähteet konventionaalisten riskien osalta. Radiologiset riskit kattavat potentiaaliset suunnittelemattomat tapahtumat, joissa yleisölle kohdistuvan sädeannoksen vaatimuksena käytetään hyväksymiskriteerejä. Ydinvoimalaitokset on rakennettava siten, että edustavan henkilön saama annos yleisöstä on pienempi kuin kunkin tapahtumaluokan hyväksymiskriteeri. Erittäin epätodennäköisten tapahtumien (vakavien onnettomuuksien) varalta suunnitellaan varautumistoimenpiteitä (beredskapsåtgärder) ydinvoimalaitosten ympärille perustettavilla varautumisalueilla (beredskapszoner). SEALER-puiston, jossa on kuusi SEALER-reaktoria, arvioidut maksimivarautumisalueet on ilmoitettu olevan viidennes olemassa olevien ydinvoimaloiden säteestä, eli sisempi varautumisalue on noin 1 kilometri ja ulompi varautumisalue noin 5 kilometriä. Ei ole epätodennäköistä, että lopulliset varautumisalueet tulevat olemaan pienempiä, mutta tämä riippuu tulevien yksityiskohtaisten analyysien tuloksista ja viranomaisten näistä tekemistä päätöksistä.

Suunnitelmaehdotuksen mahdollisten ympäristövaikutusten arviointi perustuu varhaisiin relevanttien ympäristönäkökohtien selvityksiin, ja se on mukautettu ja rajattu nykyisen tietopohjan sekä anläggningsplanin (laitossuunnitelman) tarkoituksen mukaisesti tässä varhaisessa vaiheessa.

Suunnitelmaehdotus tarkoittaa luonnonmaan käyttöön ottamista välittömässä yhteydessä olemassa olevaan teollisuustoimintaan, mikä johtaa nykyisen teollisuusalueen laajentamiseen. Ehdotettu perustaminen ei koske suojelualueita. Käyttöön otettava maa on käytetty metsämaata, jolla on yleisesti alhaisemmat luontoarvot ja rajoitetut arvot suojeltujen lajien elinympäristöihin liittyen, lukuun ottamatta suunnitelma-alueen lounaiskärkeä, jossa on korkeammat luontoarvot. Tiettyjä lajiesiintymiä on, ja ne vaativat jatkoinventointia ja selvityksiä.

Alueen läheisyydessä ja arvioitujen maksimivarautumisalueiden sisällä on ammattikalastuksen valtakunnallisen edun aluetta (riksintresse). Mikäli jäähdytysveden otto ja päästö tulevat ajankohtaisiksi, kalastukseen kohdistuvat vaikutukset on otettava huomioon. Norrsundetin teollisuusalueiden rannikon ulkopuoliset sedimentit ovat aikaisemman teollisuuden saastumien vaikutuksesta. Siksi mahdollisten jäähdytysvesijohtojen sijoittaminen on tehtävä siten, ettei päätettyjen ympäristölaatunormien (miljökvälitetsnormer) vaarana ole heikentyä. Ulomman varautumisalueen sisällä on luonnonhoidon, merenkulun väylien, ammattikalastuksen ja rautateiden valtakunnallisen edun alueita (riksintresse). Muita suojeltuja luonto- tai kulttuuriarvoja tai muita valtakunnallisia etuja ei esiinny. Tunnettuja virkistysarvoja ei ole, ja suunnitelmaehdotuksen arvioidaan sopivan lähellä olevaan teolliseen ympäristöön.

Kokonaisuutena arvio on, että ehdotetulle perustamiselle on edellytyksiä ympäristökaaren (miljöbalken) 3 ja 4 luvussa mainittujen yleisten etujen perusteella. Jäähdytysveden mahdolliseen ottoon ja päästöön tarvitaan mukautuksia ja suojatoimenpiteitä vesieliöihin ja veden ympäristölaatunormien vaikutusten rajoittamiseksi, sekä todennäköisesti suojeltujen lajien suojaamiseksi.

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO	6
2. STRATEGINEN YMPÄRISTÖARVIOINTI	7
3. SUUNNITELMAEHDOTUKSEN JA ALTERNATIIVIEN KUVAUS	9
4. METODIIKKA	23
5. ARVIOINTIPERUSTEET	27
6. PAIKKAOLOSUHTEET	33
7. VAIKUTUSTEKIJÄT	46
8. YMPÄRISTÖSEURAUKSET	52
9. KUMULATIIVISET VAIKUTUKSET	61
10. NOLLAVAIHTOEHDON YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET	62
11. YHTEENVETOARVIO VAIKUTUKSISTA	63
12. VIITTEET	70

1. JOHDANTO

Ruotsin tavoitteena on saavuttaa kasvihuonekaasupäästöjen nettonollataso vuoteen 2045 mennessä (Naturvårdsverket, 2026). Tavoitteen saavuttamiseksi tarvitaan enemmän fossiilitonta sähköntuotantoa. Ydinvoimalla on kapasiteetti tuottaa merkittäviä määriä sähköä rajoitetulla pinta-alalla, ja sen odotetaan näyttelevän keskeistä roolia Ruotsin tulevaisuuden sähköjärjestelmän laajentamisessa.

Tätä taustaa vasten Blykalla suunnittelee pienten modulaaristen lyijyjäähdytteisten reaktoreiden (SMR) perustamista Norrsundetiin, Gävlen kuntaan. Nämä reaktorit ovat huomattavasti pienempiä kuin perinteiset ydinvoimalat, ja tekniikka on joustavampaa ja skaalautuvampaa, mikä mahdollistaa tuotannon mukauttamisen tuleviin tarpeisiin ja suunniteltavan sähkön tuottamisen sähköverkkoon.

Ydinvoimalaitosten uuden lupaprosessin mukaisesti, joka astuu voimaan 17. kesäkuuta 2026, hallitus voi hakemuksen perusteella hyväksyä ydinvoimalaitoksen. Tällainen hyväksyntä edellyttää, että hallitus on sitä ennen hyväksynyt ydinvoimalaitosten anläggningsplanin (laitossuunnitelman), joka kattaa hakemuksessa tarkoitetun alueen ja laitokset. Päätöstä laitossuunnitelman hyväksymisestä on edeltävä strateginen ympäristöarviointi ympäristökaaren (miljöbalken) 6 luvun mukaisesti. Hallitus vastaa strategisen ympäristöarvioinnin toteuttamisesta, mutta hallituksen hyväksyntää hakevalla on mahdollisuus toimittaa aineistoa tämän arvioinnin tueksi.

Gävleborgin lääninhallitus (Länsstyrelsen i Gävleborgs län) vastaa strategisen ympäristöarvioinnin toteuttamisesta hallituksen antaman tehtävän perusteella. Blykalla on toimittanut strategista ympäristöarviointia varten tarkoitettua aineistoa hallitukselle yhdessä ydinvoimalaitoksen hyväksyntähakemuksen kanssa. Aineisto on muodostanut pohjan lääninhallituksen toteuttamalle rajauskuulemiselle (avgränsningssamråd), jonka jälkeen tämän ympäristövaikutusten arvioinnin on laatinut lääninhallituksen, Blykallan ja Structorin yhteistyönä.

Ympäristövaikutusten arvioinnissa tarkastellaan ympäristövaikutuksia, joita voi syntyä suunnitelmaehdotuksen mahdollistamasta laitoksesta. Tässä varhaisessa vaiheessa arviointi tehdään yleisellä tasolla tarkoituksena selvittää, onko suunnitellulle maankäytölle edellytyksiä ympäristökaaren (miljöbalken) 3 ja 4 lukujen talouskäyttömääräysten perusteella.

2. STRATEGINEN YMPÄRISTÖARVIOINTI

2.1. Prosessi

Ympäristöarvioinnin tarkoituksena on integroida ympäristöhuomioinnit varhaisessa vaiheessa suunnitelmien, ohjelmien sekä lupavelvollisten toimintojen tai toimenpiteiden päätösprosesseihin. Ympäristöarvioinnin tavoitteena on ehkäistä negatiivisia ympäristövaikutuksia ja edistää kestävästä kehitystä.

Tämä asiakirja on ympäristövaikutusten arviointi osana strategista ympäristöarviointia (SMB) ympäristökaaren (miljöbalken) 6 luvun mukaisesti. Strateginen ympäristöarviointi on suoritettava osana prosessia, jossa hallitus hyväksyy ydinvoimalaitoksen anläggningsplanin (laitossuunnitelman) muun muassa lain (2026:585) 12 §:n mukaisesti (lagen om regeringens godkännande av kärntekniska anläggningar). Saman lain 10 §:ssä säädetään, että hallitus voi ydinvoimalaitoksen hyväksyntähakemuksen jälkeen hyväksyä anläggningsplanin (laitossuunnitelman) ohjeeksi päätöksille siitä, miten maa- ja vesialueita käytetään.

Laitossuunnitelman hyväksymisessä on sovellettava ympäristökaaren perus- ja erityisiä talouskäyttömääräyksiä, ja on tehtävä arvio siitä, onko laitoksen rakentaminen yhteensopivaa ympäristökaaren 3 ja 4 luvussa mainittujen valtakunnallisten yleisten etujen (riksintressen) kanssa.

Laitossuunnitelman strateginen ympäristöarviointi etenee seuraavien päävaiheiden mukaisesti ympäristökaaren 6 luvun 9 §:n mukaan:

- Rajauskuuleminen (avgränsningssamråd) 6 luvun 9–10 §:n mukaisesti
- Ympäristövaikutusten arvioinnin (YVA) laatiminen
- Mahdollisuus antaa näkemyksiä suunnitelmaehdotuksesta ja YVA:sta
- YVA:n ja annettujen näkemysten huomioiminen
- Päätös suunnitelmasta ja paikannuksesta. Hallitus päättää paikannuksen soveltuvuudesta, ja anläggningsplan (laitossuunnitelma) hyväksytään aineistona tulevaa lupaprosessia varten ympäristökaaren tai ydinenergialain (kärntekniklagen) mukaisesti sekä tarvittaessa myös tulevaa suunnitteluprosessia varten suunnittelu- ja rakennuslain (plan- och bygglagen) mukaisesti.

Strategisen ympäristöarvioinnin ympäristövaikutusten arvioinnin sisältöä säätelee ympäristökaaren (miljöbalken) 6 luku. Yksityiskohtaisuustaso on mukautettava suunnitelman tarkoituksen mukaan ja keskityttävä kysymyksiin, jotka koskevat paikan soveltuvuuden arviointia ydinvoimalaitoksen perustamiseksi sekä etujen punnitsemista maa- ja vesialueiden käytön talouskäyttömääräysten mukaisesti ympäristökaaren 3 ja 4 luvun perusteella. Arvioinnin on varmistettava, että suunnitelmaehdotus on yhteensopiva alueen pitkän aikavälin asianmukaisen käytön kanssa eikä aiheuta merkittävää haittaa valtakunnallisille eduille (riksintressen) tai muille ympäristökaaren mukaisille arvoille. Yksityiskohtaisemmat kysymykset, kuten rakennusten tarkka sijoittelu tai tekniset ratkaisut, käsitellään tulevissa lupaprosesseissa.

2.2. Rajauskuuleminen

Suunnitellun toiminnan oletetaan aiheuttavan merkittävää ympäristövaikutusta. Koska suunnitellun toiminnan oletetaan aiheuttavan merkittävää ympäristövaikutusta, selvityskuulemista (undersökningssamråd) ei ole suoritettu. Rajauskuulemisen (avgränsningssamråd) on toteuttanut Gävleborgin lääninhallitus (Länsstyrelsen i Gävleborgs län), ja se on tapahtunut kirjallisesti asianomaisten viranomaisten ja kuntien kanssa 10. heinäkuuta – 4. syyskuuta 2026 välisenä aikana. Kuulemisessa lähetetyt asiakirjat olivat Blykalla AB:n hallitukselle jättämä ydinvoimalaitoksen hyväksyntähakemus.

Rajauskuulemisen tarkoituksena oli tunnistaa, mitä ympäristönäkökohtia on käsiteltävä ympäristövaikutusten arvioinnin puitteissa sekä mikä laajuus ja yksityiskohtaisuustaso on asianmukainen laitossuunnitelman (anläggningsplan) tarkoitusta ajatellen. Rajaus on kattanut kysymyksen siitä, mitä ympäristövaikutuksia voidaan arvioida sillä strategisella tasolla, jolla laitossuunnitelma on, ja mitkä kysymykset on käsiteltävä myöhemmissä vaiheissa, esimerkiksi yksityiskohtaisessa suunnittelussa tai tulevilla lupaprosesseissa.

Yhteenveto annetuista näkemyksistä ja niiden käsittelystä esitetään kuulemis selvityksessä (samrådsredogörelse). Ympäristövaikutusten arviointiin tehdyt täydennykset ja tarkennukset toteutetun rajauskuulemisen jälkeen koskevat pääasiassa seuraavia:

- Pinta- ja pohjavesiesiintymät (kohta 6.3.5)
- Jäähdytysveden otto ja päästöt (kohta 8.4.2)
- Jätteen väliinvarastointi (kohta 3.1.2)
- Maantieteellinen rajaus ja rajat ylittävät ympäristövaikutukset (kohta 4.2.1)
- Veden ympäristölaatu normit (kohdat 5.4 ja 8.4)
- Luonnonhoidon valtakunnallinen etu (riksintresse) (kohdat 6.2.1 ja 8.3)
- Arvokkaiden aineiden ja mineraalien valtakunnallinen etu (riksintresse) (kohta 6.2.1)
- Pinta- ja pohjavesiesiintymät (kohta 6.3.5)
- Ilman ympäristölaatu normit, päästöt ilmaan (kohdat 6.3.6 ja 8.1.2)
- Tulevaisuuden ilmasto (kohdat 6.3.7 ja 8.2)
- Saastuneet sedimentit (kohdat 6.3.8 ja 8.4.2)
- Melu (kohdat 7.2 ja 8.1.1)
- Hulevedet (kohdat 7.3 ja 8.4.1)
- Radiologiset tapahtumat ja vaikutukset infrastruktuuriin (kohdat 7.10.2 ja 8.1.5)
- Pohjaveden laskeminen (kohta 8.2)
- Ammattikalastuksen valtakunnallinen etu (riksintresse) (kohta 8.5)
- Kulttuuriympäristö (kohta 8.6)

3. SUUNNITELMAEHDOTUKSEN JA ALTERNATIIVIEN KUVAUS

Tässä osiossa tiivistetään anläggningsplanin (laitossuunnitelman) kohteena oleva suunnitelmaehdotus. Ydinvoimalaitosten hyväksymistä koskevan lain 11 §:n mukaan anläggningsplanissa (laitossuunnitelmassa) on määriteltävä:

1. Mitä tyyppisiä ja kuinka monta ydinvoimalaitosta saa rakentaa ja mihin ne saa sijoittaa, ja
2. mikä alue on otettava käyttöön, jotta ydinvoimalaitokset voidaan rakentaa ja käyttää.

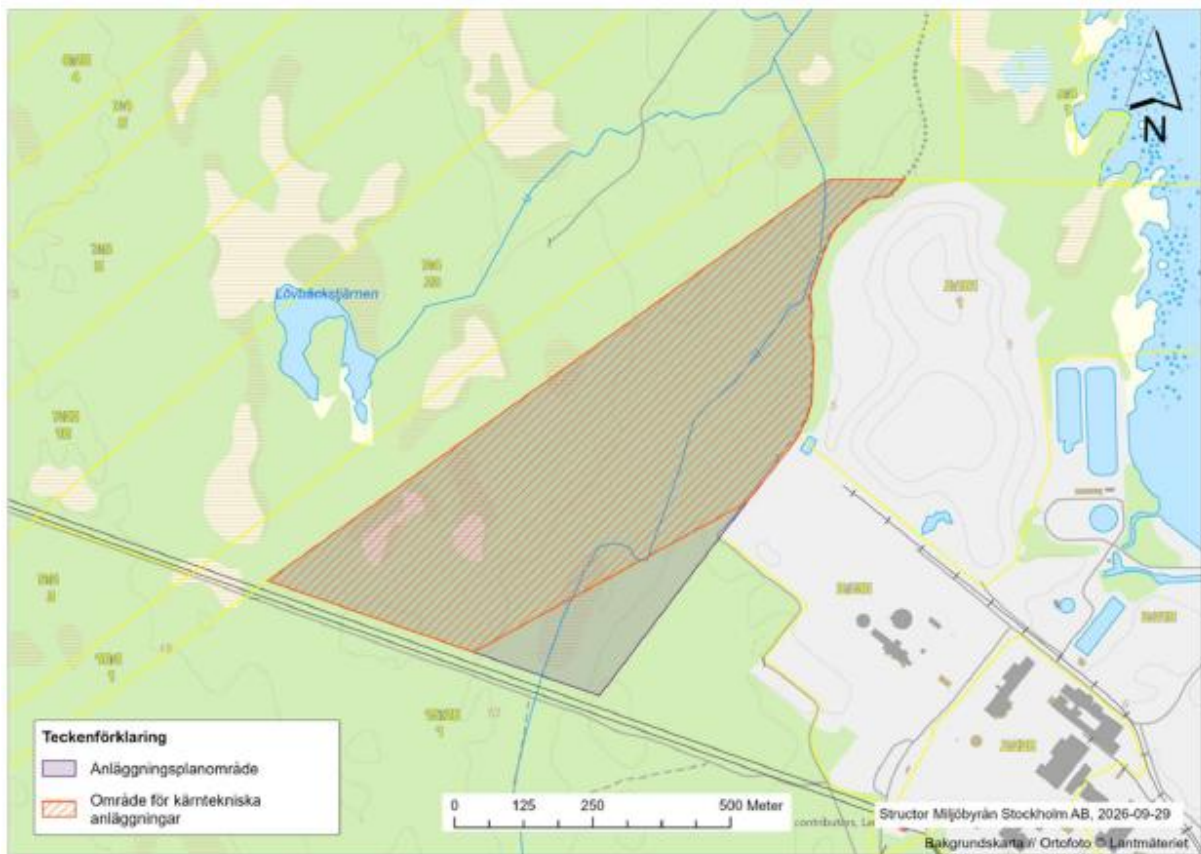
3.1. Suunnitelmaehdotus

Suunnitelmaehdotuksen tarkoituksena on mahdollistaa ydinvoimatoiminnan perustaminen rakentamalla ja käyttööpanemalla puisto, jossa on kuusi lyijyjäähdytteistä pientä modulaarista reaktoria (SMR) sekä ydinjätteiden väliinvarastointitila. Reaktori-puiston sähkötehon on suunniteltu olevan noin 330 MWe.

SMR (Small Modular Reactor) on pieni ydinreaktori, joka perustuu samaan peruseriaatteeeseen kuin nykyiset suuret reaktorit, mutta pienemmässä ja standardoidummassa muodossa (valmiit moduulit). Reaktorissa uraani halkeaa, mikä vapauttaa lämpöä. Lämpöä käytetään veden keittämiseen ja höyryn muodostamiseen, joka pyörittää turbiinia ja generaattoria sähköä tuottamiseksi. SMR on pieni ja kompakti, ja se rakennetaan moduuleina tehtaalla, mikä tekee sen rakentamisesta nopeampaa ja yksinkertaisempaa. Kun maa ja rakennukset on valmisteltu, reaktori voidaan kuljettaa ja asentaa laitokseen. Blykalla AB:n kehittämiä reaktoreita kutsutaan nimellä SEALER; niissä on sisäänrakennetut turvajärjestelmät ja ne jäähdytetään lyijyllä. Reaktoreita käytetään sähköenergian tuotantoon ja tarvittaessa teolliseen lämmöntuotantoon.

Suunniteltu laitos koostuu reaktorirakennuksista, joissa on ohjaushuoneet, pukuhuoneet, lastaus- ja purkutilat, turbiinihalli, generaattorihalli sekä muut tukitoiminnot. Reaktori-rakennusten yhteyteen rakennetaan höyrysolu, jossa reaktorista tuleva höyry muunnetaan liike-energiaksi turbiinissa, joka pyörittää sähköä tuottavaa generaattoria. Alueelle suunnitellaan myös tiloja ja rakennuksia radioaktiivisten jätteiden ja käytetyn ydinpolttoaineen väliinvarastointiin, joita syntyy laitoksen käytön aikana, sekä tarvittaessa tiloja radioaktiivisten materiaalien ja polttoaineiden tutkimukseen ja analysointiin.

Ehdotettu anläggningsplan (laitossuunnitelma) kattaa yhteensä noin 40 hehtaarin alueen Norrsundetissa, Gävlen kunnassa (katso Kuva 2-1 aluetta koskevasta alustavasta kartasta). Suurin osa alueesta on ydinvoimalaitosten aluetta (noin 35 hehtaaria). Alueen loput osat käytetään tukitoimintoihin, kuten varastointiin, tutkimukseen ja kehitykseen sekä muuhun toimintaan.



Kuva 2-1. Kartta anläggningsplan-alueesta (laitossuunnitelma-alueesta), sisältäen ydinvoimalaitosten alueen.

Seuraavissa osioissa kuvataan alueen suunniteltua toimintaa tarkemmin.

3.1.1. Reaktoreiden rakenne ja käyttö



Kuva 3-1. Visualisointi puistosta, jossa on kuusi reaktorirakennusta. Kuva on yleisluontoinen ja havainnollistaa esimerkkiä siitä, miltä laitos voi tulla näyttämään.

SEALER on SMR-tyyppinen nopea lyijyjäähdytetty reaktori (LFR, Lead-cooled Fast Reactor). ”Nopea” tarkoittaa tässä, että reaktori hyödyntää ei-moderoituja neutroneja, toisin kuin esimerkiksi nykyiset kevytvesireaktorit (LWR, Light Water Reactor), joissa neutronit moderoidaan eli hidastetaan. Reaktoriydin jäähdytetään nestemäisellä lyijyllä suljetussa järjestelmässä. Lyijy kiertää niin kutsutussa primääripiirissä, ja lyijyn lämpö siirretään höyrygeneraattoreissa veteen (höyryyn) niin kutsutussa sekundääripiirissä, joka on myös suljettu järjestelmä. Höyryä käytetään sähkön tuottamiseen höyryturbiinin ja generaattorin avulla.

Sekundääripiiriin jäähdyttämiseksi tutkitaan eri vaihtoehtoja. Yksi vaihtoehto on ilmajäähdytys, jossa vesi/höyry kiertää suljetussa järjestelmässä, joka jäähdytetään ilman avulla. Toisessa vaihtoehdossa jäähdytys tapahtuu sen sijaan meriveden avulla. Merivesi ei tule kosketuksiin minkään prosessimateriaalin kanssa, eikä veden kontaminaatiota siten tapahdu ennen sen palauttamista vastaanottajaan (recipient).

Primääripiirille on myös passiivinen ilmajäähdytysjärjestelmä, joka mahdollisen onnettomuusskenaarion sattuessa (jossa sekundääripiiriin normaali jäähdytys ei toimisi kuten tarkoitettu) jäähdyttää primäärijärjestelmän siten, että ydinvario voidaan välttää. Se, että ilmajäähdytys on passiivinen, tarkoittaa, että se toimii riippumatta sähköstä ja operaattorin toimenpiteistä.

SEALER-puisto koostuu reaktorirakennuksista ja oheisrakennuksista (varastot jne.). Itse reaktorit sijaitsevat maanpinnan alapuolella. Korkeimpien rakennusosien odotetaan nousevan noin 40 metriin maanpinnasta mahdollisen ilmajäähdytyksen yhteydessä, tai muuten noin 20 metriin maanpinnasta.

Polttoaineena käytetään matala-anastettua urania, jota kutsutaan nimellä HALEU (High-Assay Low-Enriched Uranium), tässä tapauksessa rikastusasteen ollessa noin 12 % ja 19 % välillä U-235, uraaninitridin tai uraanidioksidin muodossa. Laitoksessa käytetään ensisijaisesti uraanidioksidia. Uraaninitridiä arvioidaan tulevana vaihtoehtoisena polttoaineena, ja sitä voidaan käyttää edellytyksellä, että polttoaine voidaan muun muassa hyväksyä ydinenergiain (kärntekniklagen) mukaisessa jatkuvassa vaiheittaisessa lupaprosessissa.

Turvallisuus

SEALER-reaktoreiden turvallisuus saavutetaan käyttämällä ydinreaktoreille koeteltuja yleisiä periaatteita esteistä ja syväpuolustuksesta.

Esteet

Ydinreaktoreissa on useita fyysisiä esteitä peräkkäin. Jos yksi este ei toimi, seuraava astuu voimaan. Esteiden tarkoituksena on viivästyttää tai estää radioaktiivisten aineiden leviämistä mahdollisen onnettomuuden sattuessa. SEALER-reaktoreissa on seuraavat esteet:

1. Polttoainepelletit

Suurin osa ydinreaktorissa syntyvästä radioaktiivisesta materiaalista syntyy itse polttoaineesta; siellä tapahtuu ydinfissio, joka synnyttää useita eri radioaktiivisia aineita. Polttoaine koostuu kovista pelleteistä, joihin suuri osa näistä radioaktiivisista aineista jää niiden syntyessä.

2. Polttoainekotelo

Polttoainepelletit on koottu metallisiin polttoainetankoihin. Tämä metallikotelo estää polttoainepelleteistä vapautuvien radioaktiivisten aineiden leviämisen reaktoriytimen jäähdytysaineeseen.

3. Primäärijärjestelmä

Reaktoriydin ja lyijyjäähdytysaine on suljettu reaktorisäiliöön, putkistoihin ja metallisiin höyrygeneraattoreihin. Jos polttoainekotelo vaurioituu, radioaktiiviset aineet jäävät silti primääripiiriin.

4. Reaktorin sisäkotelo

Vaikka primäärijärjestelmä vaurioituisi, radioaktiivisten aineiden lisävuodot estetään metallisella reaktorin sisäkotelolla (reaktorin sisäinen suojaus).

01

Bränslekuts

02

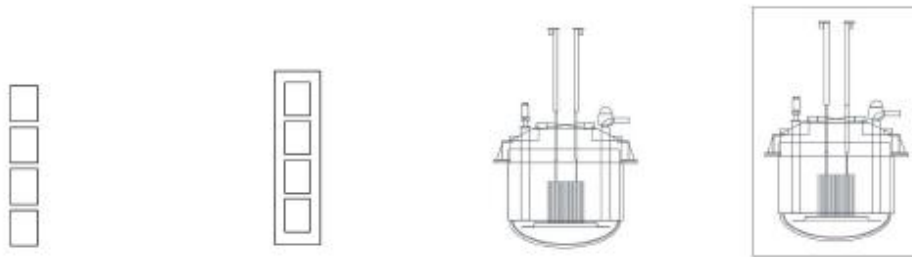
Bränslekapsling

03

Primärsystem

04

Reaktorinneslutningen



Kuva 3-2. Periaatekaavio, joka havainnollistaa fyysisiä estevaiheita.

Syväpuolustus

SEALER-reaktoreiden turvallisuus on rakennettu niin kutsutun syväpuolustusperiaatteen mukaisesti. Syväpuolustus kattaa kaikki turvallisuuden muodostavat näkökulmat, ja se koostuu SEALER-reaktoreiden kohdalla (kuten nykyisten kevytvesireaktoreidenkin kohdalla) viidestä tasosta (huomioikaa, että nämä syväpuolustustasot eivät ole samoja asioita kuin edellä mainitut esteet):

1. Rakenteen, käytön ja kunnossapidon laatu, jotta toimintahäiriöt ja muut virheet voidaan ehkäistä.
2. Toimintahäiriöiden havaitseminen ja hallinta siten, etteivät ne johda onnettomuuksiin ja että ydinreaktori voidaan palauttaa normaalikäyttöön.
3. Onnettomuuksien seurausten minimointi ja laajojen polttoaine-vaurioiden torjunta.
4. Varmistaminen, että onnettomuuksien aiheuttamat radioaktiiviset päästöt laajojen polttoaine-vaurioiden yhteydessä ovat niin alhaisia kuin on mahdollista ja kohtuullista.
5. Radioaktiivisten päästöjen seurausten lieventäminen.

SEALER-reaktoreissa hyödynnetään lyijyn ainutlaatuisia ominaisuuksia jäähdytysaineena turvallisuuden vahvistamiseksi. SEALER toimii lähellä ilmanpaineen tasoa, mikä tarkoittaa, ettei reaktoriojärjestelmä ole riippuvainen korkeasta paineesta toimiakseen. Lyijyllä on erittäin korkea kiehumispiste (+1749 °C), mikä estää kiehumisen lämpötilan noustessa normaalikäytöstä poikkeavalla tavalla. Lyijy kiertää reaktorin suljetussa järjestelmässä ja jäähdyttää ytimen. Mahdollisen jäähdytysaineen vuodon sattuessa lyijy jähmettyy, kun sen lämpötila laskee sulamispisteen (+328 °C) alapuolelle.

Lyijy toimii myös säteilysuojana, koska lyijy on voimakas säteilyä suojaava materiaali ja sitä käytetään usein säteilysuojana eri sovelluksissa. Sillä on myös voimakas kyky sitoa haihtuvia

fissiotuotteita (kuten cesiumia ja jodia), mikä vähentää radioaktiivisten aineiden mahdollisia päästöjä onnettomuustilanteessa.

SEALER käyttää passiivista ilmajäähdytysjärjestelmää primäärijärjestelmän jäähdyttämiseen mahdollisen onnettomuuden sattuessa. Se, että ilmajäähdytys on passiivinen, tarkoittaa, että se toimii riippumatta sähköstä ja operaattorin toimenpiteistä. Tämä on ero nykyisiin reaktoreihin, jotka ovat riippuvaisia sähkönsyötöstä (ulkoisesta sähköstä tai paikallisesta varavoimasta) ytimen jäähdyttämiseksi.

Skenaarioiden hallitsemiseksi, joissa kaikesta korkeasta turvallisuudesta huolimatta pahimman mahdollinen onnettomuus silti jostain syystä tapahtuisi, perustetaan varautumisalueita (beredskapszoner) (Blykalla, 2026).

Fyysinen suojaus

Laitoksen fyysinen suojaus suunnitellaan ydinreaktoreille asetettujen vaatimusten ja periaatteiden mukaisesti. SEALERin sisäänrakennetut turvaominaisuudet – mukaan lukien toiminta ilmanpaineessa, passiivinen jäähdytys ja liijyn kyky sitoa haihtuvia fissiotuotteita – yhdessä sen sijoittamisen maanpinnan alapuolelle kanssa tarkoittavat, että vastustajan (antagonist) mahdollisuudet aiheuttaa merkittävää radiologista vahinkoa ovat rajoitetut.

3.1.2. Radioaktiivisten jätteiden ja käytetyn ydinpolttoaineen väliinvarastointi

Ydinvoimalaitosten alueelle suunnitellaan tiloja laitoksen käytön aikana syntyvien radioaktiivisten jätteiden, mukaan lukien käytetyn ydinpolttoaineen, väliinvarastointiin. Laitoksen sisäinen väliinvarastointi on välivaihe ennen loppusijoitusta. Väliinvarastointiin suunnitellaan tapahtuvan tiloissa, jotka on suunniteltu suojaamaan jätteet turvallisesti ja estämään säteilyn tai saastumisen leviämisen ympäristöön. Jätteitä väliinvarastoidaan, kunnes ne voidaan vapauttaa valvonnasta (friklassas) ja lähettää ulkoiseen jätehuoltoon, ulkoiseen väliinvarastointiin tai suoraan loppusijoitukseen. Polttoaine väliinvarastoidaan laitoksen sisäisiin kuivavarastoihin lisensoiduissa säiliöissä tai erillisissä tiloissa.

Kuivavarastointi on passiivinen varastointimenetelmä. Kaikki turvatoiminnot, eli sisällyttäminen, säteily suojaus, kriittisyysturvallisuus ja jälkilämmön poisto, toteutetaan lisensoidulla säiliöllä tai tarkoitukseen sovitetulla tilalla. Jälkilämpö poistuu ympäröivän ilman luonnollisen konvektion avulla, minkä vuoksi menetelmä ei ole riippuvainen sähkönsyötöstä, pumpuista tai jäähdytysaineesta. Menetelmä on koeteltu yli neljän vuosikymmenen kaupallisen käytön myötä useissa maissa. Paikan ominaisuuksilla on siten vähäisempi merkitys väliinvarastointiin säteilyturvallisuukselle, ja kuivavarastointia voidaan soveltaa turvallisesti periaatteessa paikasta riippumatta. Paikalla on kuitenkin merkitystä seuraavissa asioissa, joiden kaikkien arvioidaan olevan suotuisia:

- passiivinen jäähdytys mitoitetaan ympäröivän ilman lämpötilan mukaan, ja Ruotsin ilmasto antaa merkittävän marginaalin niihin lämpötiloihin, joille kaupallisesti saatavilla olevat säiliöjärjestelmät on lisensoitu
- alhainen seisminen aktiivisuus aiheuttaa alhaiset mitoitukskuormat varastopinta-alalle, jonka on kannettava raskaasti kuormattuja säiliöitä
- erillinen ja yhtenäinen toiminta-alue mahdollistaa yhteisen fyysisen suojauksen reaktoreille ja väliinvarastolle
- tekniikka on modulaarista, joten kapasiteettia voidaan laajentaa polttoaineen syntymisen tahdissa.

Laitoksen käytetyn ydinpolttoaineen arvioidun määrän on määrä olla noin 260 tonnia uraania suunnitellun 50 vuoden käyttöiän aikana. Määrä on suunnilleen arvio ja sitä voidaan tarkentaa

laitoksen rakenteen tarkentuessa ja polttoaineen rikastusasteen lopullisesti määräytyessä. Väliinvaraston kertyneen määrän odotetaan vastaavan sitä käytettyä ydinpolttoainetta, jonka odotetaan syntyvän toiminnan koko käyttöiän aikana. Määrä kasvaa asteittain käyttöiän aikana polttoaineen poistuessa reaktoreista, ja väliinvarastokapasiteetti mitoitetaan tämän mukaisesti.

Ydinvoimalan käytetty ydinpolttoaine on korkea-aktiivista jätettä. Kaikki tämän edellyttämät turvatoiminnot toteutetaan edellä kuvatulla kuivavarastointijärjestelmällä.

Käytettyä ydinpolttoainetta väliinvarastoidaan, kunnes uusien reaktoreiden käytetylle ydinpolttoaineelle tarkoitettu uusi loppusijoitus on valmistunut. Väliinvarastotilojen on täytettävä ydinenergialain (kärntekniklagen) ja SSM:n (Strålsäkerhetsmyndigheten) määräysten mukaiset fyysisen suojauksen vaatimukset, sisältäen toimenpiteet luvattoman pääsyn, sabotaasin ja luvattoman ydinaineen käsittelyn estämiseksi. Radioaktiivisten jätteiden ja käytetyn polttoaineen väliinvarastotilat on varustettava säteily- ja fyysisellä suojauksella, ilmanvaihdolla ja valvontajärjestelmillä, jotta jätteet eivät muodosta riskiä henkilöstölle tai ympäröivälle ympäristölle. Väliinvarastoidut radioaktiiviset jätteet ja käytetty polttoaine tarkastetaan säännöllisesti ja säteilytasoja valvotaan.

Lähtökohtana on, että jätteitä on väliinvarastoitava, kunnes asianmukaiset loppusijoitusratkaisut on otettu käyttöön ja tehty uusien toimijoiden saataville. Alueen väliinvarastokapasiteetti mitoitetaan tämän mukaisesti. Samanaikaisesti selvitetään myös mahdollisuutta väliinvarastoida käytetty ydinpolttoaine keskitettyyn väliinvarastoon. Tällainen ratkaisu voisi tarjota mittakaavaetuja säteily- ja fyysisen suojauksen, turvallisuuden ja kustannustehokkuuden osalta, mutta se edellyttää erillisiä lupia ja infrastruktuurisopimuksia. Pitkän aikavälin väliinvarastointistrategia tarkennetaan tulevan vaiheittaisen lupaprosessin puitteissa.

3.1.3. Varautumisalue

Ydinvoimalan ympäröivä alue on jaettu kahteen varautumisalueeseen (beredskapszoner), sisempään ja ulompaan varautumisalueeseen. Eri vyöhykkeille on suunniteltu useita kiireellisiä suojatoimenpiteitä (katso kohta 7.10.2).

3.1.4. Infrastruktuuri ja kuljetukset

Toiminta voi aiheuttaa tarpeen uusille tai mukautetuille infrastruktuuriratkaisuille. Henkilöstön ja laitosaosien kuljetusten kulkukelpoisuuden varmistamiseksi tarvitaan uusia liittymäteitä ja olemassa olevien teiden vahvistuksia nykyiselle julkiselle tielle asti. Lähellä sijaitsevaa satamaa käytetään mahdollisuuksien mukaan sekä laitosaosien että polttoaineen kuljetuksiin. Sataman kapasiteettia saatetaan joutua laajentamaan.

Käyttövaiheeseen liittyy yleisesti ottaen suhteellisen vähän kuljetuksia. Kuljetukset koostuvat pääasiassa kulutustarvikkeiden toimituksista, konventionaalisten ja radioaktiivisten jätteiden kuljetuksista sekä henkilöstön kuljetuksista laitokselle ja sieltä pois. Arvioidaan, että kuljetukset tapahtuvat pääasiassa tieliikenneajoneuvoilla.

Rakentamisvaiheen aikana lisääntyvät moduulien ja muiden laitosaosien, maa- ja kiviaineksen sekä rakennusmateriaalien kuljetukset toiminta-alueelle ja sieltä pois.

Mikäli sekundäärijäähdytykseen otetaan jäähdytysvettä, otopisteestä laitokselle vedetään putkistot. Lisäksi saatavuudesta ja olemassa olevan vesi- ja viemäriverkon kapasiteetista riippuen voidaan tarvita oman veden tuotanto- ja puhdistusjärjestelmän sekä viemäroinnin rakentamista.

Ydinreaktorit rakennetaan tiukkojen turvavaatimusten mukaisesti, mikä tarkoittaa, että edes epätodennäköiset tapahtumat eivät saa aiheuttaa vakavia radiologisia seurauksia ympäristölle. Jotta yhteiskunta voi suojella ihmisiä erittäin epätodennäköisiltä tapahtumilta, perustetaan varautumisalueita (beredskapszoner), joissa on valmistellut suojatoimenpiteet. Päätös varautumisalueiden perustamisesta sekä suojatoimenpiteiden suunnittelu on viranomaisten toimivaltana. Ydinvoimalan käyttäjä (luvan haltija) ei siis päättä varautumisalueiden tyypistä tai koosta. Luvan haltijan velvollisuutena on kuitenkin analysoida, millaisia radioaktiivisia päästöjä tällainen erittäin epätodennäköinen tapahtuma voisi enintään aiheuttaa, ja tällainen analyysi

(yhdessä viranomaisen varmentavan analyysin kanssa) muodostaa pohjan päätökselle laitoksen ympärillä olevien varautumisalueiden tyypistä ja koosta.

3.2.2. Potentiaalisten alueiden kansallinen kartoitus

Energimyndigheten (Energiavirasto) vastaa energian tuotannon valtakunnallisten etualueiden (riksintresseområden) määrittämisestä (ympäristökaaren 3 luku). Nykyisin on kahdeksan energian tuotannon – lämpövoiman – valtakunnallista etualuetta:

- Barsebäck, Kävlinge
- Brofjorden, Lysekil
- Forsmark, Östhammar
- Malmön satama (Öresundsverket), Malmö
- Oskarshamn, Oskarshamn
- Ringhals-Väröhalvön, Varberg
- Stenungsund, Stenungsund
- Sternö-Stillerydshamnen, Karlshamn

Hallitus antoi Energiavirastolle maaliskuussa 2024 tehtävän kartoittaa alueita, joilla on potentiaalia fossiilittomaan energian tuotantoon ja jakeluun, sekä tarkastella nimettyjä fossiilittoman energian valtakunnallisia etuja.

Energiavirasto on osaraportissaan selvittänyt fyysisiä resursseja tai rajoituksia uuden ydinvoiman perustamiselle (Energimyndigheten, 2024). Energiaviraston osaraportin mukaan ydinvoimalat ovat sääntöisesti laajoja laitoksia, jolloin tarvitaan suuri käytettävissä oleva pinta-ala. Ydinvoimaloiden tuottama suuri sähkömäärä edellyttää merkittävää alueellista sähköntarvetta ja mahdollisuutta liittää laitos kantaverkkoon. Lisäksi reaktorit ovat riippuvaisia tehokkaasta jäähdytyksestä. Nykyisin käytettävät tekniikat ovat yleensä vesijäähdytteisiä, ja Ruotsissa kaikki reaktorit jäähdytetään merivedellä. Siksi nykyiset ydinvoimalat sijaitsevat rannikolla ja sataman yhteydessä, mikä mahdollistaa myös käytetyn ydinpolttoaineen merikuljetukset.

Nykyinen hallitus on ryhtynyt useisiin toimenpiteisiin esteiden poistamiseksi ja uusien ydinvoimaloiden laajentamisen edellytysten luomiseksi Ruotsissa. Hallitus on poistanut ympäristökaaren aiemman rajoituksen paikoista ja määrästä, mikä sallii uusien reaktoreiden sijoittamisen muuallekin kuin Forsmarkin, Ringhalsin ja Oskarshamnin nykyisten ydinvoimaloiden paikoille, sekä sen, että yli kymmenen reaktoria saa olla käytössä samanaikaisesti.

Energiaviraston osaraportista käytään lisäksi ilmi, että uusien reaktoreiden paikannus voi olla joustavampaa SMR-tekniikan avulla. Pienemmän koon ja alhaisemman tehon ansiosta tällainen tekniikka voi soveltua asennettavaksi useampiin mahdollisiin paikkoihin kuin suurimittaiset konventionaaliset reaktorit. Myös alhaisemmat vaatimukset jäähdytysveden saatavuudelle tai suurten kuljetusten kulkukelpoisuudelle voivat olla mahdollisia. SMR-laitosten varautumisalueet voisivat myös olla pienempiä, mikä voi helpottaa paikannusta esimerkiksi energaintensiivisen teollisuuden läheisyyteen. Paikallinen hyväksyntä nostetaan esiin tärkeänä kysymyksenä, jos reaktoreita halutaan sijoittaa asutuksen läheisyyteen.

Kokonaisuutena Blykalla on harkinnut, mutta arvioinut, ettei paikannus nimettyjen energian tuotannon – lämpövoiman – valtakunnallisten etualueiden sisällä ole kohtuullinen vaihtoehto, koska Blykalla ei hallitse mitseäkään näistä paikoista. Samanaikaisesti joustava SMR-tekniikka on luonut edellytykset tutkia ja arvioida muita paikannuksia, jotka eivät ole tähän asti olleet ajankohtaisia ydinvoiman perustamiselle.

3.2.3. Lyijyjäähdytteisten SMR-laitosten paikannuksen perusvaatimukset

Blykalla on lähtenyt seuraavista yleisistä valintakriteereistä reaktori-puistojen paikannuksessa:

- Hyöty sähköjärjestelmälle
- Alue, johon reaktori-puisto ja välttämätön tukitoiminta mahtuvat marginaalilla
- Riittävä etäisyys suojelualueisiin (etäisyys suojelluun luontoon, ristiriitaisiin valtakunnallisiin etuihin ja vastaaviin)
- Riittävä etäisyys yhtenäiseen asutukseen
- Paikallinen hyväksyntä
- Geologiset edellytykset reaktori-puiston perustamiselle
- Sopiva etäisyys alueverkkoon
- Vaadittava infrastruktuuri
- Jäähdytysveden saatavuus
- Maan saatavuus

Reaktori-puiston arvioidut maksimivarautumisaluet on ilmoitettu olevan viidennes olemassa olevien ydinvoimaloiden säteestä, eli sisempi varautumisalue on noin 1 kilometri ja ulompi varautumisalue noin 5 kilometriä (Blykalla, 2026). Ei ole epätodennäköistä, että lopulliset varautumisalueet tulevat olemaan pienempiä, mutta tämä riippuu tulevien yksityiskohtaisten analyysien tuloksista ja viranomaisten näistä tekemistä päätöksistä.

3.2.4. Paikannusprosessin menetelmäkuvaus

Paikannusprosessi toteutetaan vaiheittain. Vaiheessa 1 tehdään ensimmäinen valinta paikoista, jotka täyttävät Blykallan perusvaatimukset ja joissa kyseinen kunta on kiinnostunut perustamisesta. Paikat, jotka kokonaisarvion perusteella täyttävät perusvaatimukset, etenevät vaiheeseen 2.

Vaiheessa 2 tehdään yksinkertaistettu kartoitus karttialyysien, pöytä tutkimusten ja muiden menetelmien avulla selvittääksesi, onko edellytykset vaatimusten ja kriteerien täyttämiseksi olemassa. Paikat, jotka kriteerien kokonaisarvion jälkeen ovat edelleen kiinnostavia, etenevät vaiheeseen 3.

Vaiheessa 3 suoritetaan paikannustutkimus, jossa aloitetaan tarvittaessa selvitykset ja mallinnukset, kuten geotekniset tutkimukset ja jäähdytysveden mallinnukset.

Vaiheessa 4 laaditaan hakemus hallituksen hyväksynnästä ydinvoimalaitokselle (regeringens godkännande av kärnteknisk anläggning) toiminnan perustamiseksi valitulle paikalle.

3.2.5. Harkitut vaihtoehdot

Blykallan strategia paikannustyössä on ollut tunnistaa useita potentiaalisia paikkoja ja viedä eri paikannusvaihtoehtoja eteenpäin rinnakkain. Tämän tarkoituksena on löytää mahdolliset paikannukset mahdollisimman tehokkaasti ja edistää Ruotsin ilmastotavoitteen saavuttamista, jonka mukaan kasvihuonekaasupäästöjä ilmakehään ei saisi olla nettonollaan viimeistään vuoteen 2045 mennessä.

Blykallan tavoitteena on ollut arvioida eri paikannuksia laajalla otteella sekä tehdä vaihteellaisia analyyseja ja selvityksiä löytääkseen Ruotsista paikkoja, joilla on edellytykset pienten modulaaristen ydinvoimaloiden perustamiselle. Liiketoiminnallisista syistä paikkoja ei mainita nimeltä, mutta paikannustyö on tuottanut useita potentiaalisia paikkoja Ruotsissa. Aluksi tunnistettiin suuri määrä kiinnostavia alueita, ja näiden alueiden ydinvoimaloiden perustamiseen liittyvien edellytysten yksityiskohtaisempien arviointien jälkeen useampaa

aluetta on tutkittu tarkemmin. Alueet, jotka on arvioitu soveltuviksi, voivat kaikki olla ajankohtaisia Blykallan reaktoreiden tulevaisu perustamisissa.

3.2.6. Perusteet paikan valinnalle

Blykalla on arvioinut Norrsundetin, joka sijaitsee rannikolla noin 40 kilometrin päässä Gävleestä pohjoiseen, soveltuvaksi paikaksi reaktoripuistolle (katso kuva 3-3). Norrsundetilla on pitkä teollinen historia ja hyvin kehittynyt olemassa oleva infrastruktuuri, mukaan lukien satamalaitokset, tieyhteydet ja alueverkon liitântä, mikä yhdessä antaa erinomaiset logistiset edellytykset tämän mittakaavan projektille. Paikan päällä tehdyt esitutkimukset, jotka kattavat muun muassa geologian, hydrologian ja luontoarvot, ovat osoittaneet paikan soveltuvuuden. Lähialue on harvaan asuttu, mutta sijaitsee samalla suhteellisen lähellä suurempaa kaupunkia, mikä tarjoaa suotuisan tasapainon etäisyyden ja saavutettavuuden välillä.



Kuva 3-3. Yleiskartta anläggningsplan-alueen (laitossuunnitelma-alueen) paikannuksesta.

Sähkön kysynnän ja sähköverkkoon liittämisen osalta Norrsundet on erittäin hyvässä asemassa. Alueellinen 70 kV:n verkkoliitântä on saatavilla ja kantaverkko sijaitsee alle 20 kilometrin päässä. Alueella on merkittävä ja kasvava sähkön kysyntä, jota ajavat pääasiassa datakeskuskehittäjät sekä vihreä teollisuus. Verkon omistaja on ilmaissut erittäin positiivisen suhtautumisen uuden sähköntuotannon paikannukseen alueella, ja alustava positiivinen vastaus on saatu 330 MW:n liitântäkapasiteetille tavoitteena 2030-luvun ensimmäinen puolisko. Gävlen kunnan elinkeinoelämän tiekartassa todetaan, että yksi kunnan painopistealueista on sähköintensiivinen valmistava teollisuus sekä että siirtyminen fossiilittomaan energianhuoltoon luo uusia liiketoimintamahdollisuuksia, kun teollisuuden ja ajoneuvokannan energian tarve

voidaan tuottaa paikallisesti. Todetaan myös, että Gävlellä on hyvä tilanne sähköinfrastruktuurin osalta (Gävle kommun, 2022).

Jotta reaktoripuiston juomavesi- ja viemärointitarpeet voitaisiin täyttää, alueen kapasiteettia on vahvistettava. Asiaa selvitetään vuoropuhelussa kunnan kanssa.

Paikallisen hyväksynnän osalta Blykalla on ollut aktiivisesti mukana kunnassa lähes kolmen vuoden ajan, ja vaste on tähän asti ollut pääosin positiivinen. Blykalla tulee jatkamaan tiedottamista ja avoimen vuoropuhelun ylläpitämistä poliitikkojen, kunnan ja laajemman paikallisyhteisön kanssa projektin edetessä.

Yleiset geotekniset tutkimukset osoittavat, että alueella on pääasiassa pintaläheistä kalliota ja ohut maakerros. Geoteknisten olosuhteiden perusteella paikka arvioidaan soveltuvaksi suunniteltuun perustamiseen.

Varautumisen näkökulmasta paikka on erittäin soveltuva. Jopa arvioituilla maksimivarautumisalueilla (beredskapszoner) on vain rajoitettu määrä asukkaita ja toimijoita, mikä helpottaa suunnittelua ja kiireellisten suojatoimenpiteiden toteuttamista. Sijainti tarjoaa hyvät yhteydet satamaan, rautatiehen ja tiehen, mikä helpottaa mahdollisen varautumistapahtuman lyhyen ja pitkän aikavälin hallintaa.

Paikka tarjoaa hyvät edellytykset laitoksen fyysiselle suojaukselle saatavilla olevien pinta-alojen ja asianmukaisen eristyneisyyden osalta.

Suunnitelma-alueella ei ole nimettyjä valtakunnallisen edun alueita (riksintresseområden) tai suojelualueita (katso kuva 6-2 ja kuva 6-3 kohdassa 6.2). Pieni osa sisemmästä varautumisalueesta (1 kilometri) kuuluu ammattikalastuksen valtakunnalliseen etuun. Ulomman varautumisalueen (5 kilometriä) sisällä on luonnonhoidon, merenkulun väylien, ammattikalastuksen ja rautateiden valtakunnallisen edun alueita. Ulomman varautumisalueen sisällä on myös Natura 2000 -alue, Hådells gammelskog, noin 3 kilometrin etäisyydellä alueesta. Myös Näsetin luonnonpuisto sijaitsee ulomman varautumisalueen sisällä, samoin Lössenåsenin ja Hamrångefjärdenin vesisuojelualueet, jotka sijaitsevat noin 3 kilometrin etäisyydellä.

Käyttöön otettava maa on käytetty metsämaata, jolla on yleisesti alhaiset luontoarvot ja rajoitetut arvot suojeltujen lajien elinympäristöihin liittyen, lukuun ottamatta suunnitelma-alueen lounaiskärkeä, jossa on korkeammat luontoarvot. Tiettyjä lajiesiintymiä on, ja ne vaativat jatkoinventointia ja selvityksiä.

Taulukko 3-1. Paikan soveltuvuuden alustava arviointi. Vihreä merkintä tarkoittaa, että paikka arvioidaan soveltuvaksi ilman esteitä tai rajoitetuilla esteillä. Keltainen merkintä tarkoittaa, että paikan edellytykset voivat aiheuttaa haasteita, mutta haasteiden/vaikutusten arvioidaan olevan hallittavissa. Punainen merkintä osoittaa, että edellytykset muodostavat esteitä, jotka tekevät toiminnan perustamisesta sopimatonta/vaikeaa.

Taulukko 3-1

Arviointikriteeri	Arvio	Perustelu
Blykallan perusvaatimukset		

Arviointikriteeri	Arvio	Perustelu
Hyöty sähköjärjestelmälle	●	Alueella on kysyntää lisäsähkölle ja sähköinfrastruktuurin tilanne on hyvä.
Alueen koko	●	Ehdotettu suunnitelma-alue on noin 40 hehtaaria, ja se on siten riittävän suuri suunnitellulle reaktoripuistolle.
Suojelualueet (etäisyys suojellusta luonnosta, ristiriitaisista valtakunnallisista eduista ja vastaavista)	●	Yhden kilometrin säteellä on ainoastaan ammattikalastuksen valtakunnallinen etu ja rannikonsuojelu (tosin suunnitelma-alueen ulkopuolella). Muuten yhden kilometrin säteellä ei ole valtakunnallisia etuja tai suojelualueita. Lähin luonnonhoidon valtakunnallinen etu sijaitsee noin 2 kilometrin etäisyydellä, ja Natura 2000 -alue sekä luonnonpuisto ovat noin 3 kilometrin etäisyydellä.
Luontoarvot ja lajit	●	Käytetty metsämaa, jolla on yleisesti alhaiset luontoarvot, lukuun ottamatta lounaiskärkeä, jossa on korkeammat luontoarvot. Tiettyjä lajiesiintymiä on, ja ne vaativat jatkoinventointia ja selvityksiä.
Etäisyys asutukseen	●	Alueen kaakkoispuolella hieman yli kilometrin päässä on Norrsundetin taajama, ja yli 3 kilometrin päässä länteen on Bergbyn taajama. Muuten alue on harvaan asuttu.
Paikallinen hyväksyntä	●	Blykalla on ollut aktiivisesti mukana kunnassa lähes kolmen vuoden ajan, ja vaste on tähän asti ollut pääosin positiivinen.
Geologia	●	Alueella on pääasiassa pintaläheistä kalliota ja ohut maakerros. Geoteknisten olosuhteiden perusteella paikka arvioidaan soveltuvaksi ehdotettuun perustamiseen.
Alueverkon saatavuus	●	Alueellinen 70 kV:n verkkoliitäntä on saatavilla paikan päällä ja kantaverkko sijaitsee alle 20 kilometrin päässä. Kapasiteetin vahvistamista vaaditaan.
Infrastruktuuri	●	Hyvin kehittynyt olemassa oleva infrastruktuuri, johon kuuluu satama, tieyhteydet ja rautatieyhteys. Vesi- ja viemärikapasiteetin vahvistamista vaaditaan.

Arviointikriteeri	Arvio	Perustelu
Jäähdytysveden saatavuus	●	Arvioidaan, ettei jäähdytysveden otolle tai päästöille ole esteitä. Jatkoselvityksiä vaaditaan.
Maan saatavuus	●	Sopimukset maanomistajien kanssa on tehty.
Yleiset vaatimukset		
Soveltuvuus ympäristökaaren 3 luvun perusteella	●	Suunnitelma-alueella ei ole nimettyjä valtakunnallisen edun alueita ympäristökaaren 3 luvun mukaisesti. Pieni osa sisemmästä varautumisalueesta kuuluu ammattikalastuksen valtakunnalliseen etuun; lisäksi ulommalla varautumisalueella on merenkulun väylien, rautateiden sekä luonnonhoidon valtakunnallisia etuja.
Soveltuvuus ympäristökaaren 4 luvun perusteella	●	Suunnitelma-alueella tai sisemmän varautumisalueen sisällä ei ole nimettyjä valtakunnallisen edun alueita ympäristökaaren 4 luvun mukaisesti.
Soveltuvuus varautumisen näkökulmasta	●	Arvioidut maksimivaraudumisalueet kattavat rajoitetun määrän asukkaita ja toimijoita. Hyvät yhteydet satamaan, rautatiehen ja tiehen helpottavat mahdollisen varautumistapahtuman hallintaa.

3.3. Nollavaihtoehto

Nollavaihtoehto tarkoittaa, ettei hallitus päätä hyväksyä anläggningsplania (laitossuunnitelmaa) Norrsundetiin eikä ydinvoimatoimintaa perusteta. Alueen maankäyttöä leimaa jatkossakin metsätalous, ja nykyiset ympäristöolosuhteet säilyvät. Samanaikaisesti nollavaihtoehto tarkoittaa, ettei toiminnan tarkoittamaa energiaa syötetä sähköverkkoon eikä kyseisellä paikalla edistetä Ruotsin fossiilittoman sähköjärjestelmän laajentamista.

4. METODIIKKA

4.1. Suunnitelman yhteensopivuuden arviointi yleisten etujen kanssa

Ympäristövaikutusten arvioinnissa selvitetään anläggningsplanin (laitossuunnitelman) yhteensopivuus ympäristökaaren (miljöbalken) 3 ja 4 luvussa mainittujen yleisten etujen kanssa, sen vaikutus ympäristölaatumormeihin sekä sen vastaavuus relevantteihin kansallisen tason suunnitelmiin ja tavoitteisiin.

Arviointi suoritetaan punnitsemalla paikan edellytyksiä ja arvoja suhteessa suunnitelmaehdotuksen vaikutuksiin. Tämän punnitsemisen tukena käytetään asetettuja arviointiperusteita. Tapauksissa, joissa tunnistetaan negatiivisia vaikutuksia, huomioidaan suojoitoimenpiteiden tarve vaikutusten välttämiseksi, vähentämiseksi tai kompensoimiseksi.

Kokonaisarvio tehdään kolmiportaisen asteikon perusteella (katso Taulukko 4-1), jossa suunnitelman soveltuvuutta arvioidaan tunnistettujen etujen, vaikutusten ja näiden hallittavuuden perusteella.

Taulukko 4-1. Arviointiasteikko

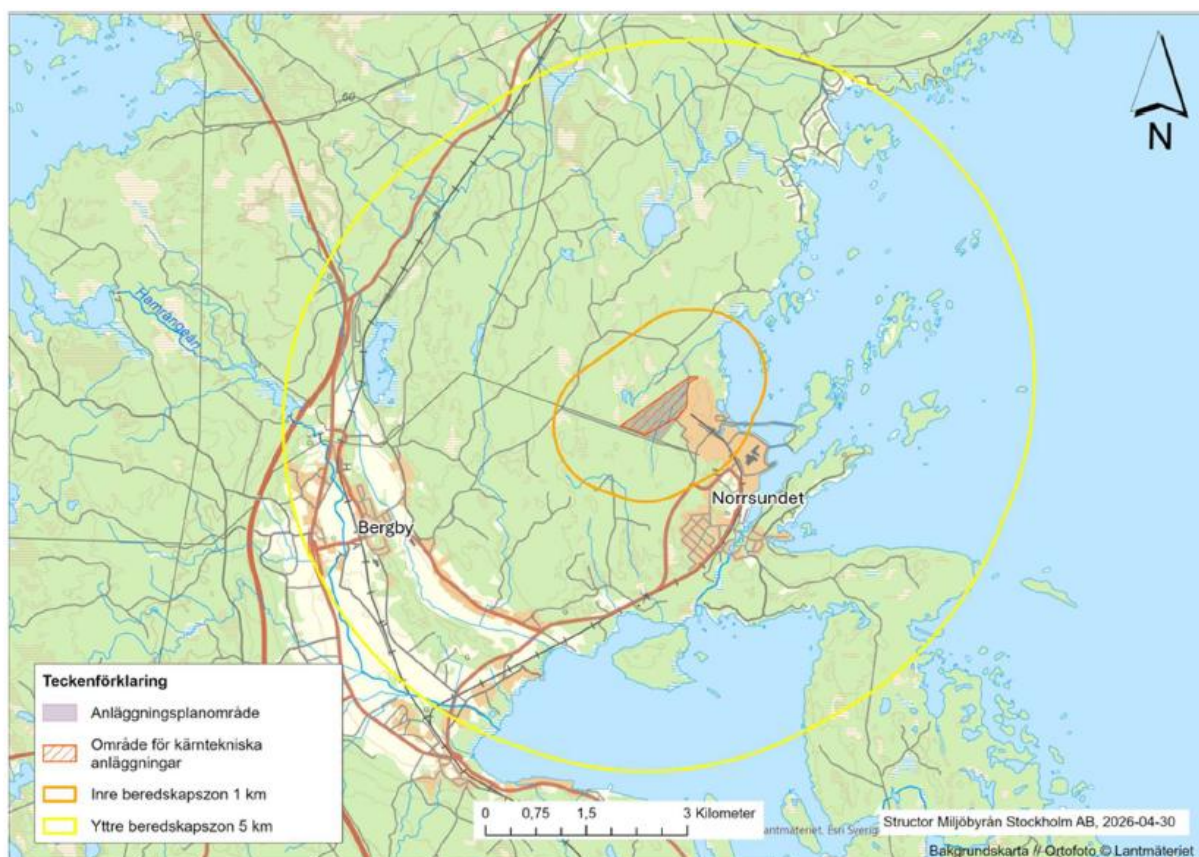
Arvio	Kuvaus
	Suunnitelmaehdotus arvioidaan soveltuvaksi paikan edellytysten ja anläggningsplanin (laitossuunnitelman) ennakoidun vaikutuksen perusteella ilman esteitä tai rajoitetuilla esteillä.
	Suunnitelmaehdotus voi aiheuttaa haasteita paikan edellytysten ja anläggningsplanin (laitossuunnitelman) ennakoidun vaikutuksen perusteella, mutta haasteiden arvioidaan olevan hallittavissa tietyillä toimenpiteillä.
	Paikan edellytysten ja anläggningsplanin (laitossuunnitelman) ennakoidun vaikutuksen perusteella on esteitä, jotka tekevät suunnitelmaehdotuksen toteuttamisesta sopimatonta/vaikeaa.

4.2. Rajaukset

4.2.1. Maantieteellinen raja

Ympäristövaikutusten arviointi kattaa sen maantieteellisen alueen, johon suunnitelmaehdotuksen toteuttaminen voi vaikuttaa. Tämä sisältää sekä suoran vaikutusalueen alueella, jossa maankäyttö muuttuu, että ympäröivät alueet, joilla ympäristövaikutuksia voisi syntyä – esimerkiksi lähialueen vastaanottajat (recipient), joihin mahdollinen jäähdytysveden otto ja päästö vaikuttavat (lämpötilavaikutuksen laajuus), sekä suunnitelma-alueen yhteydessä olevat asutukset ja luontoalueet. Maantieteellinen raja on myös mukautettu kattamaan arvioidun maksimin sisemmän ja ulomman varautumisalueen (beredskapszon) alueen.

Anläggningsplan-alue sijaitsee noin 13 mailin etäisyydellä lähimmästä ulkomaisesta valtiosta (Ahvenanmaan ulkosaaret). Etäisyyden ja vaikutusalueen laajuuden perusteella arvioidaan, ettei suunnitelmaehdotus aiheuta merkittävää rajat ylittävää ympäristövaikutusta normaalikäytön aikana. Etäisyys arvioidun maksimin ulomman varautumisalueen ja lähimmän valtiorajan välillä on myös merkittävä. Onnettomuusskenaariot ja niihin liittyvät päästölaskelmat käsitellään tulevaisuuden lupaprosesseissa.



Kuva 4-1. Kartta, joka osoittaa maantieteellisen rajauksen, sisältäen ydinvoimalaitosten alueen, anläggningsplan-alueen (laitossuunnitelma-alueen) sekä arvioidut maksimin sisemmän ja ulomman varautumisalueen.

4.2.2. Ajallinen rajaus

Ympäristövaikutusten arviointi sisältää seurauksien arvioinnin täydellisen laajennuksen osalta nykyisen suunnitelmaehdotuksen mukaisesti. Myös rakennusvaiheen ympäristövaikutuksia kuvataan yleisellä tasolla niissä ympäristönäkökohtissa, joissa se arvioidaan relevantiksi.

Anläggningsplanin (laitossuunnitelman) puitteissa suunnitellun ydinvoimatoiminnan käyttöäksi ennakoidaan noin 50 vuotta.

Kysymykset, jotka koskevat alueen kehitystä toiminnan purkamisen (avveckling) jälkeen, kuvataan tässä strategisen ympäristöarvioinnin aineistossa hyvin yleisellä tasolla, sillä ydinvoimalaitosten purkamista edeltää erityinen lupaprosessi.

4.2.3. Sisällöllinen rajaus

Ympäristövaikutusten arviointi on laadittu kuvaamaan vaiheittain suunnitelmaehdotuksen vaikutuksia ja ympäristöseurauksia sen tarkoituksen mukaisesti. Suunnitellun toiminnan vaikutukset suunnitelma-alueella kuvataan useiden tunnistettujen vaikutustekijöiden perusteella (katso Taulukko 4-2).

Ympäristöseuraukset kuvataan kohdassa 8 punnitsemalla paikan arvoja (kohta 6) ja vaikutustekijöitä (kohta 7).

Kohdassa 11 tehdään kokonaisarvio anläggningsplanin (laitossuunnitelman) ympäristöseurauksista ympäristökaaren (miljöbalken) 3 ja 4 luvussa mainittujen erityisten maankäyttöetujen, ympäristölaatunormien sekä muiden kansallisten ympäristötavoitteiden ja yleiskaavan perusteella.

Kussakin osiossa kuvatut ympäristönäkökohtia/edut on koottu alla olevaan Taulukkoon 4-2.

Taulukko 4-2

Vaikutustekijä	Ympäristöseuraukset	Erityiset maankäyttöedut ympäristökaaren 3 ja 4 luvun mukaan
● Maan käyttöön ottaminen ja visuaalinen vaikutus	● Ihmisten terveys (äänimaisema, ilma, radioaktiiviset päästöt, virkistys ja ulkoilu sekä riski ja turvallisuus)	● Maan käyttöön ottaminen
● Melu ja värinä	● Luonnonympäristö ja lajit	● Ekologia ja biologinen monimuotoisuus
● Veden otto ja päästöt	● Kulttuuriympäristö ja maisemakuva	● Maan- ja metsätalous
● Pohjaveden poisto	● Maaperän saastuminen ja pohjavesi	● Poronhoito, ammattikalastus, vesihuolto
● Raaka-aineet ja kemikaalit	● Vesien ympäristö ja vaikutus ympäristölaatunormeihin	● Kulttuuriympäristö, ulkoilu, virkistys ja luonnonympäristö
● Jätteet	● Maan ja veden talouskäyttö	● Arvokkaat aineet tai materiaalit
● Energiankäyttö ja energian tuotanto		● Muut teolliset tai huoltovarmuuteen liittyvät edut
● Päästöt ilmaan		● Valtakunnalliset edut (riksintressen) ympäristökaaren 4 luvun mukaan
● Radioaktiiviset päästöt normaalikäytön aikana		● Ympäristölaatunormit ympäristökaaren 5 luvun mukaan

Vaikutustekijä	Ympäristöseuraukset	Erityiset maankäyttöedut ympäristökaaren 3 ja 4 luvun mukaan
● Riski ja turvallisuus		● Muut suunnitelmat, ohjelmat ja päätökset

Taulukko 4-2. Vaikutustekijöiden, ympäristöseurauksien ja yleisten etujen rajausta, jotka huomioidaan tässä strategisen ympäristöarvioinnin aineistossa.

4.3. Arvioinnin epävarmuustekijät

Anläggningsplanin (laitossuunnitelman) laatiminen ja hallituksen hyväksyntä ovat ensimmäinen vaihe vaiheittaisessa päätösprosessissa. Toiminnan aloittamista edeltää ympäristökaaren (miljöbalken) sekä ydinenergiain (kärntekniklagen) mukainen lupaprosessi ja mahdollinen suunnittelu- ja rakennuslain (plan- och bygglagen) mukainen suunnitteluprosessi. Laadittavan strategisen ympäristöarvioinnin on oltava päätöksen sisällön ja yksityiskohtaisuustason mukainen, riippuen siitä, missä vaiheessa päätösprosessia päätös tehdään ja missä määrin tiettyjen kysymysten arvioidaan olevan parempi käsitellä päätösprosessin muilla tasoilla, jotta vältetään arvioinnin tekeminen kahdesti.

Ympäristövaikutusten arvioinnin arviot perustuvat relevanttien ympäristönäkökohtien selvityksiin, jotka on mukautettu ja rajattu tietopohjan sekä anläggningsplanin (laitossuunnitelman) tarkoituksen mukaisesti tässä varhaisessa vaiheessa. Tällä hetkellä on tehty selvityksiä paikan geoteknisistä, hydrologisista ja ekologisista olosuhteista. Paikasta on suoritettu yleinen geotekninen tutkimus sekä yleinen ympäristötekniinen maaperätutkimus. Alustava hydromallinnus on tehty toiminnan mahdollisen jäähdytysveden oton ja päästöjen arvioimiseksi yhdessä arvion kanssa siitä, mitä seurauksia lämmitetyn jäähdytysveden päästöillä on merieläimille. Lisäksi paikan päällä on suoritettu luontoarvo-inventointi.

Selvityksissä käytetyissä malleissa ja simuloinneissa on aina tietty aste epävarmuutta. Laskelmien ja mallien epävarmuudet johtuvat mallien rajoituksista ja todellisuuden yksinkertaistamisista. Myös arviointimenetelmissä ja käytetyissä arviointiasteikoissa on tiettyjä epävarmuuksia. Olemassa olevia epävarmuuksia hallitaan tekemällä laskelmissa ja arvioinneissa konservatiivisia oletuksia.

5. ARVIOINTIPERUSTEET

Tämän aineiston ympäristönäkökohtien arviointi on mukautettu siten, että voidaan arvioida, onko kyseiselle toiminnalle edellytyksiä ympäristökaaren (miljöbalken) 3 ja 4 luvussa mainittujen maankäyttöetujen sekä ympäristölaatunormien ja kansallisten ympäristötavoitteiden perusteella.

Arviointiperusteita käytetään lähtökohtana arvioidessa, onko tunnettujen edellytysten perusteella mahdollista täyttää voimassa olevat vaatimukset, muun muassa kohtuullisilla suojele- tai mukautustoimenpiteillä, jos niitä pidetään ajankohtaisina.

Jos arvioidaan, että suunnitellulle maankäytölle on edellytyksiä kunkin ympäristönäkökohdan perusteella, se tarkoittaa, ettei kysymyksen arvioida olevan ratkaiseva este paikan soveltuvuudelle, vaikka myöhemmissä vaiheissa voidaan vaatia yksityiskohtaisempia selvityksiä ja mahdollisia toimenpiteitä.

5.1. Ihmisten terveys

5.1.1. Melu

Meluvaikutusten arviointi perustuu sovellettaviin ohjearvoihin ja ohjeistuksiin eri melutyypeille. Tässä vaiheessa arvioinnin tarkoituksena on selvittää yleisellä tasolla, onko suunnitellulle maankäytölle edellytyksiä melun näkökulmasta, eli arvioidaan, voidaanko voimassa olevat ohjearvot pitää rajoissa kohtuullisilla suojele- ja mukautustoimenpiteillä.

Rakennusmelu

Rakennus- ja anläggnings-töiden melun arviointi perustuu Naturvårdsverketin yleisiin ohjeisiin NFS 2004:15 rakennustyömaiden melusta. Ohjeet sisältävät ekvivalentin ja maksimaalisen äänitason ohjearvot riippuen paikan herkkyydestä (esim. asunnot, koulut) ja työaikojen sijoittelusta (päivä, ilta, yö). Arvioinnissa otetaan huomioon työn luonne, kesto ja melua vähentävien toimenpiteiden mahdollisuudet.

Liikennemelu

Liikennemelun osalta sovelletaan asuinrakennusten liikennemelua koskevan asetuksen (2015:216) ohjearvoja sekä käytäntöä uuden tai muuttuneen rakentamisen ja infrastruktuurin arvioinnissa.

Teollisuusmelu

Teollisuustoiminnan, laitosten ja muiden ääniä tuottavien toimintojen melun arviointi perustuu Naturvårdsverketin raportin 6538 ohjeistukseen. Sovellettavat ohjearvot vaihtelevat riippuen siitä, minkä tyyppinen alue altistuu (asunnot, koulut, terveydenhuollon tilat jne.) ja mihin vuorokaudenaikaan melu syntyy.

5.1.2. Ilman saastuminen

Ulkoilman ympäristölaatunormit

Ulkoilman laatuasetuksessa (2010:477) määritellään Ruotsin ulkoilman ympäristölaatunormit. Normit määrittävät eri saasteiden korkeimmat sallitut pitoisuudet ilmassa ihmisten terveyden ja ympäristön suojelemiseksi. Ympäristölaatunormit ovat oikeudellisesti sitovia määräyksiä, jotka on laadittu ympäristökaaren (miljöbalken) yhteydessä. Ympäristölaatunormeja on tällä hetkellä typen dioksidille, hiukkasille (PM10 ja PM2,5), bentseenille, hiilimonoksidille, rikkidioksidille, otsonille, bentso(a)pyreenille, arseniikille, kadmiumille, nikkelille ja lyijylle.

Suunnittelu ei saa myötävaikuttaa ympäristölaatunormin ylittymiseen.

Ympäristönlautunormit määrittävät ilman saastepitoisuuksien ohjearvot sekä pitkälle että lyhyelle altistusajalle. Terveysuojelun näkökulmasta on tärkeää, että sekä ilman saasteiden keskimääräinen altistus on alhainen (vastaa vuosiympäristöarvoa) että lyhyen ajan korkeiden pitoisuuksien määrä on minimoitu (vuorokauseristys- ja tuntiarvot). Jotta ympäristönlautunormi täytyisi, yhtäkään normiarvosta ei saa ylittyä.

5.1.3. Virkistys ja ulkoilu

Virkistykseen ja ulkoiluun kohdistuvien vaikutusten arviointi perustuu ympäristökaaren määräyksiin maan ja veden talouskäytöstä sekä ulkoilun kannalta merkittävien alueiden suojelusta (3 luku 6 §). Arvioinnin tarkoituksena on selvittää, vaikuttaako suunnitelma ihmisten mahdollisuuksiin virkistykseen ja ulkoiluun kyseisellä alueella. Seuraavat näkökulmat huomioidaan:

- Valtakunnallisen edun (riksintresse) esiintyminen ulkoilun osalta tai muiden suojeltujen/edistettyjen ulkoilualueiden, kuten taajaman läheisen luonnon tai luonnonpuistojen, esiintyminen.
- Alueet, joita käytetään paikallisesti vapaa-ajan toimintaan.

5.1.4. Radiologiset päästöt

Säteilyannos yleisön edustavalle henkilölle

Säteilyturvaviraston (Strålsäkerhetsmyndigheten) määräysten (SSMFS 2018:1) mukaisesti yleisön säteilyannos on laskettava hypotettiselle henkilölle, joka edustaa niitä yleisön ryhmiä, joiden odotetaan saavan korkeimmat säteilyannokset toiminnasta (edustava henkilö).

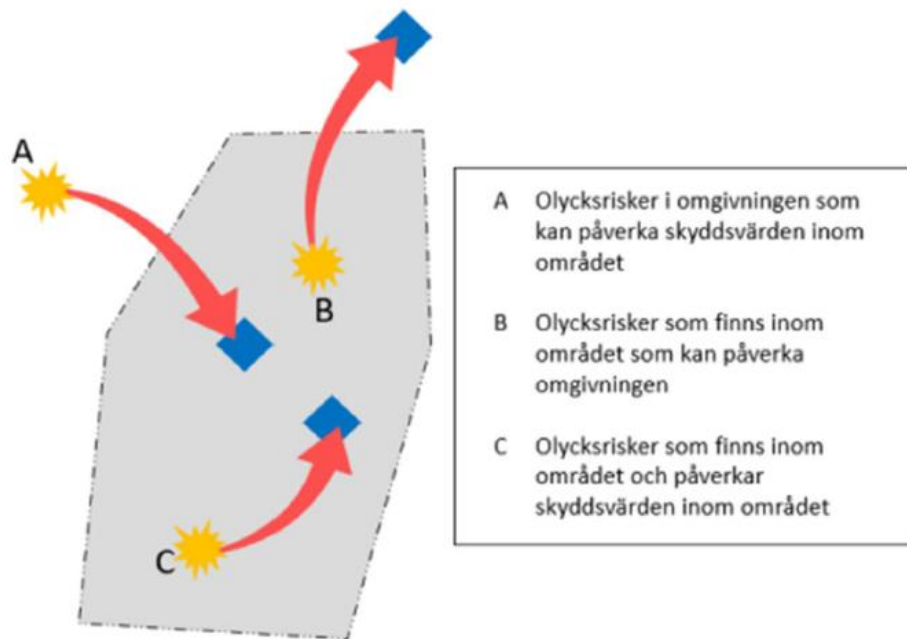
Säteilyannoksen laskenta on suoritettava ikäryhmille 0–5 vuotta, 6–15 vuotta ja 16–70 vuotta.

Ydinvoimalaitosten osalta on asetettu vaatimus, jonka mukaan saman maantieteellisen alueen laitosten aiheuttama yhteisvaikutus yleisön edustavan henkilön saamaan säteilyannokseen ei saa ylittää 0,1 mSv vuodessa. Annusvaatimusta on siten sovellettava yhteisesti kaikkiin alueen ydinvoimalaitoksiin. Annosta on myös rajoitettava niin paljon kuin on mahdollista ja kohtuullista.

5.1.5. Riski ja turvallisuus

Konventionaaliset riskit

Konventionaalisilla riskeillä tarkoitetaan riskejä, jotka eivät ole radiologisia. Ympäristökaaren (miljöbalken) mukaan onnettomuusriskit on huomioitava niissä punnitsemisissa, joita tehdään kyseisen tyyppisen laitoksen rakentamista ja käyttöä varten, ja nämä on esitettävä aineistossa. Vaatimukset tarkoittavat, että ihmisten terveys ja ympäristö on suojeltava vahingoilta ja haitoilta, ja toimintaa harjoittavan tai aikovan harjoittaa tahon on toteutettava ne suojatoimenpiteet, noudatettava ne rajoitukset ja ryhdyttävä muihin varotoimiin, joita tarvitaan estämään, torjumaan tai vastustamaan sitä, että toiminta tai toimenpide aiheuttaa vahinkoa tai haittaa ihmisten terveydelle tai ympäristölle. Onnettomuusriskejä koskevat näkökulmat, jotka on käsiteltävä, on tiivistetty Kuvassa 5-1.



Kuva 5-1. Huomioitavat onnettomuusriskien näkökulmat (MSB, 2012).

Kuva 5-1

A Ympäristön onnettomuusriskit, jotka voivat vaikuttaa alueen suojeluarvoihin

B Alueen sisäiset onnettomuusriskit, jotka voivat vaikuttaa ympäristöön

C Alueen sisäiset onnettomuusriskit, jotka vaikuttavat alueen suojeluarvoihin

Useat muut lainsäädännöt sekä niihin liittyvät asetukset ja määräykset asettavat myös vaatimuksia onnettomuusriskien hallinnalle ja huomioimiselle, kuten laki (1999:381) vakavien kemikaalionnettomuuksien seurausten ehkäisemisestä ja rajoittamisesta (Sevesolagen), suunnittelu- ja rakennuslaki (2010:900), laki (2003:778) onnettomuussuojelusta sekä laki (2010:1011) syttyivistä ja räjähtävistä aineista.

Radiologiset riskit

Ydinreaktorin turvallisuusanalyysissä tunnistetaan mahdolliset suunnittelemattomat tapahtumat, niiden odotettu esiintymistiheys (esiintymistaajuus) ja niiden aiheuttamat vaikutukset. Tapahtumat luokitellaan esiintymistaajuuden mukaan (kategoriat H2, H3, H4A/B ja H5), ja jokaiselle kategorialle on määritetty hyväksymiskriteeri yleisön edustavalle henkilölle aiheutuvan maksimaalisen annoksen osalta. Jos analyysi osoittaa annoksen ylittävän tämän hyväksymiskriteerin, reaktorin rakennetta on parannettava; vaikka hyväksymiskriteeri alittuisi, rakenteen on oltava optimoitu siten, että annos on niin alhainen kuin on kohtuullista.

Hyväksymiskriteerit ovat korkeammat epätodennäköisemmille tapahtumille ja alhaisemmat todennäköisemmille. Erittäin epätodennäköisille tapahtumille (suuri onnettomuus) ei ole annettu hyväksymiskriteeriä, vaan niitä hallitaan varautumisalueiden (beredskapszoner) ja valmisteltujen varautumistoimenpiteiden avulla.

Uusille ydinreaktoreille, jotka eivät ole kevytvesityyppisiä (kuten SEALER), ei ole vielä asetettu hyväksymiskriteerejä. Säteilyturvavirasto (SSM) on kuitenkin laatinut ehdotuksia hyväksymiskriteereiksi, jotka esitetään raportissa SSM2023-3711-11 *Utredningsrapport - Radiologiska acceptanskriterier för nya kärnkraftsreaktorer*. SEALERin suunnittelutyö toteutetaan toistaiseksi näiden ehdotettujen hyväksymiskriteerien mukaisesti.

5.2. Maaperän saastuminen ja pohjavesi

Naturvårdsverket on laatinut yleiset ohjearvot saastuneelle maaperälle. Ohjearvoja käytetään arvioimaan saastumisen määrää ja sen aiheuttamia riskejä. Ohjearvot erottelevat herkän ja vähemmän herkän maankäytön. Vähemmän herkkään maankäyttöön kuuluvat toimistot, teollisuus, tiet jne. Tiukempi ohjearvo (herkkä maankäyttö) tarkoittaa, ettei maaperän laatu saa rajoittaa maan tai pohjaveden käytön valintaa. Tätä ohjearvoa käytetään yleisesti asuinrakentamisessa. Ohjearvot eivät ole oikeudellisesti sitovia.

- Herkkä maankäyttö (KM), jossa maaperän laatu ei rajoita maankäytön valintaa. Kaikki ihmisryhmät (lapset, aikuiset, vanhukset) voivat oleskella alueella pysyvästi koko elämänsä ajan. Useimmat maaperän ekosysteemit sekä pohja- ja pintavedet suojataan.
- Vähemmän herkkä maankäyttö (MKM), jossa maaperän laatu rajoittaa maankäytön valinnan esimerkiksi toimistoihin, teollisuuteen tai teihin. Altistuneiden ryhmien oletetaan olevan henkilöitä, jotka oleskelevat alueella työaikanaan, sekä lapset ja vanhukset, jotka oleskelevat alueella tilapäisesti. Maaperän laatu mahdollistaa maaperän toiminnot, jotka ovat merkittäviä vähemmän herkkässä maankäytössä; esimerkiksi kasvillisuutta voidaan perustaa ja eläimet voivat oleskella alueella tilapäisesti. Noin 200 metrin etäisyydellä oleva pohjavesi sekä pintavedet suojataan.

Yleisten ohjearvojen lisäksi on olemassa Naturvårdsverketin laatimat tasot vähäistä riskiä pienemmän luokitukselle (MRR) rakennustöiden jätteiden kierrätyksen arvioimiseksi¹ sekä Avfall Sverigen kriteerit vaaralliselle jätteelle (FA)², jotka ovat merkittäviä massojen käsittelyssä.

5.3. Luonnonympäristö ja lajit

Luonnonympäristöön kohdistuvien vaikutusten arviointi perustuu ympäristökaaren (miljöbalken) yleisiin huomiointisääntöihin (2 luku), 3 lukuun maan ja veden talouskäytöstä sekä lajisuojeluasetuksen (2007:845) suojeluun liittyviin määräyksiin. Lisäksi huomioidaan luonnonpuistot, biotoppisuoja, Natura 2000 ja muut suojelumuodot.

Ruotsissa on standardi luontoarvo-inventoinnille (SS 199000). Luontoarvo-inventoinnin yhteydessä tehdään luokitus seuraavien neljän tason mukaisesti:

- Korkein luontoarvo – Tämän luokan kohteiden arvioidaan olevan erityisen merkittäviä biologisen monimuotoisuuden kannalta kansallisella tai kansainvälisellä tasolla.
- Korkea luontoarvo – Kohteiden arvioidaan olevan erityisen merkittäviä biologisen monimuotoisuuden ylläpitämiseksi alueellisella tai kansallisella tasolla, ja niitä tulee mahdollisimman paljon suojata toimenpiteiltä, jotka voivat vahingoittaa luonnonympäristöä.
- Merkittävä luontoarvo – Kohteiden ei tarvitse olla merkittäviä biologisen monimuotoisuuden kannalta alueellisella, kansallisella tai globaalilla tasolla, mutta ne ovat sen sijaan erityisen merkittäviä, jotta tällaisten alueiden kokonaispinta-ala voidaan säilyttää ja niiden ekologiset laadut ylläpitää tai parantaa.
- Tietty luontoarvo – Kohteiden ei tarvitse olla merkittäviä biologisen monimuotoisuuden ylläpitämiseksi alueellisella, kansallisella tai globaalilla tasolla. On kuitenkin merkittävää säilyttää tai laajentaa näiden alueiden kokonaispinta-alaa ja ylläpitää tai parantaa niiden ekologista laatua.

Lajisuojeluasetus

Lajisuojeluasetus (artskyddsförordningen) sisällyttää EU:n lintidirektiivin ja elintärkeiden elinympäristöjen direktiivin (habitatdirektiivi) Ruotsin lainsäädäntöön. Asetuksen tarkoituksena on säilyttää biologinen monimuotoisuus suojelemalla kaikkia villiä lintuja sekä tiettyjä eläimiä ja kasveja, jotka on lueteltu lajisuojeluasetuksen liitteissä. Vaikutuksia arvioidaan suhteessa lajin

esiintymiseen, elinympäristövaatimuksiin ja suojelustatusseen, sekä siihen, voiko suunnitelma aiheuttaa riskin lisääntymisalueiden tai lepovaiheiden häiriintymiselle tai vaurioittumiselle.

5.4. Vesien ympäristö ja vaikutus ympäristölaatunormeihin

Vesien ympäristöön ja ympäristölaatunormeihin kohdistuvien vaikutusten arviointi perustuu siihen, missä määrin suunnitelmaehdotus vaikuttaa vesiesiintymien tilaan, edistää heikkenemistä tai vaikeuttaa voimassa olevien ympäristölaatunormien saavuttamista. Vesiesiintymien laadun hallintaa ohjaa vesienhallinta-asetus (2004:660).

Veden ympäristölaatunormit määrittävät, mikä tila jokaisella vesiesiintymällä on oltava tietyssä ajankohtana. Normi määrittää sallitun alimman tason, mikä tarkoittaa, ettei toiminta saa vaikuttaa vesiesiintymään siten, että laatu heikkenee normissa määritetyn tilan alapuolelle.

Pintavesille on ympäristölaatunormit kemiallisen tilan (ympäristömyrkyt ja saasteet) ja ekologisen tilan (biologiset, fysikaalis-kemialliset ja hydromorfologiset laatutekijät) osalta. Pohjavedelle on ympäristölaatunormit kemiallisen tilan ja kvantitatiivisen tilan osalta (eli on oltava tasapaino pohjaveden otton ja uudistumisen välillä). Tavoitteena on, että kaikki vesiesiintymät saavuttavat hyvän tilan.

Meriympäristön laadun hallintaa ohjaa meriympäristöasetus (2010:1341). Siinä merialueet (vesi ja merenpohja) on jaettu maantieteellisiin alueisiin, niin kutsuttuihin arviointialueisiin.

Arviointialueiden ympäristötilan arvioimiseksi meriympäristön indikaattoreita valvotaan jatkuvasti, ja tuloksia verrataan asetettuihin kriteereihin. Jokaisen arviointialueen ympäristötila määritetään sitten punnitsemalla ja painottamalla tuloksia kokonaisarviossa.

Ympäristölaatunormina on, että arviointialueet saavuttavat hyvän tilan. Ympäristölaatunormi on normi ympäristökaaren 5 luvun 2 §:n 4 kohdan mukaan, ei 5 luvun 4 §:n mukaan, mikä käytännön mukaan tarkoittaa, että sitä on huomioitava ympäristökaaren 2 luvun soveltamisessa.

Seurataksaan merissä olevien keinotekoisien alkuperän radioaktiivisten aineiden pitoisuuksia valvotaan cesium-137:ää kampaloissa, silliin ja merivedessä. Valvonta suoritetaan vuosittain, ja vesinäytteiden ja kalojen tiedot kootaan vuosikeskiarvoiksi ja verrataan kynnysarvoihin.

Kynnysarvo sillille ja kampaloille on 20 Bq/kg raakapainona ja pintavedelle 40 Bq/m³. Jotta arviointialueen voidaan katsoa saavuttavan hyvän tilan, cesium-137:n kynnysarvojen on oltava alitettut.

5.5. Luonnonvarojen talouskäyttö

Suunnitelmaehdotuksen vaikutusten arviointi luonnonvarojen talouskäyttöön perustuu ympäristökaaren (miljöbalken) 3 ja 4 lukujen määräyksiin sekä toisen luvun yleisiin huomiointisääntöihin. Arvioinnin tarkoituksena on selvittää, missä määrin suunnitelma edistää tai vastustaa luonnonvarojen pitkän aikavälin kestävästä käytöstä. Tämä sisältää sen tunnistamisen, koskeeko anläggningsplan (laitossuunnitelma) rajoitetusti saatavilla olevia resursseja. Arvioinnissa huomioidaan myös se, miten anläggningsplan (laitossuunnitelma) suhtautuu kansallisiin tavoitteisiin hyvästä talouskäytöstä ja resurssitehokkuudesta.

5.6. Kulttuuriympäristö ja maisemakuva

Kulttuuriympäristöä ja maisemakuvaa koskevat arviointiperusteet kattavat:

- Kulttuuriympäristön hoidon valtakunnallisen edun (riksintresse) esiintymisen (MB 3 luku 6 §).
- Kulttuuriympäristölain mukaiset suojellut rakennukset tai ympäristöt.
- Yleiskaavan tai kulttuuriympäristöohjelman mukaiset erityisen kulttuurihistoriallisen arvон alueet.

- Visuaalisen vaikutuksen maisemakuvaan. Muutokset näkymissä, topografiassa, rakennusten mittakaavassa tai sijoittelussa arvioidaan maiseman herkkyyden ja luonteen perusteella.

Kulttuuriympäristöön ja maisemakuvaan kohdistuvien vaikutusten arviointi perustuu siihen, missä määrin suunnitelmaehdotus vaikuttaa kulttuurihistoriallisiin arvoihin, maiseman visuaaliseen kokemukseen ja paikan historialliseen luonteeseen.

6. PAIKKAOLOSUHTEET

6.1. Aluekuvaus

Norrundet on rannikkoyhteisö, joka sijaitsee Gävleborgin lääniin kuuluvalla alueella Gävleestä pohjoiseen. Sen historia on tiiviisti kytköksissä teolliseen kehitykseen ja rannikon elinkeinoihin. Norrsundetin teollisuusalue alkoi muodostua 1800-luvun lopulla sahakone- ja massateollisuuden perustamisen yhteydessä, mikä houkutteli työvoimaa ja edisti asutuksen, palveluiden ja infrastruktuurin kasvua. 1900-luvulla teollisuus keskittyi erityisesti puu- ja paperituotantoon. 1920-luvulla rakennettiin myös sulfaattitehdas paperimassan valmistukseen. Nykyään Norrsundetin teollisuusalueella harjoitetaan edelleen teollisuus- ja satamatoimintaa.

Paikannuksen kohteena oleva alue on kooltaan noin 40 hehtaaria ja sijaitsee välittömästi Norrsundetin teollisuusalueen luoteispuolella, noin kilometrin päässä Norrsundetin taajamasta ja 40 kilometrin päässä Gävleestä, kiinteistöllä Gävle Norrsundet 15:28 (1). Alue koostuu tuotantometsästä. Alueen itäpuolella sijaitsee jätealue ja lounaispuolella kulkee linjakaistale.

Alueella on hyvät tieyhteydet. Noin 9 kilometrin ajomatkan päässä alueelta sijaitsee E4-tie, jonne pääsee teiden 575, 583 ja 303 kautta. Alueella on myös teollisuusraide, joka liittyy Ostkustbanan-rataan, sekä satama lähialueella. Lähimmät asuinrakennukset sijaitsevat noin kilometrin päässä alueesta etelään, Norrsundetissa. Aluetta ei ole määritelty yleiskaavassa tai asemakaavassa.



Kuva 6-1. Ehdotettu suunnitelma-alue Norrsundetin taajaman pohjoispuolella.

6.2. Valtakunnalliset edut ja muut suojellut alueet ja kohteet

Ympäristökaaren (miljöbalken) 3 ja 4 lukujen mukaan maa- ja vesialueita on käytettävä niihin tarkoituksiin, joihin ne ovat kaikkein soveltuvimpia, huomioiden muun muassa luonto- ja

kulttuuriarvojen säilyttämisen sekä luonnonvarojen pitkän aikavälin talouskäytön. Alueet, jotka ovat erityisen merkittäviä yhden tai useamman yleisen edun kannalta, voidaan nimetä valtakunnallisiksi eduiksi (riksintressen). Näillä on kansallinen merkitys, ja niitä on suojeltava toimenpiteiltä, jotka voivat merkittävästi vahingoittaa niiden arvoja.

Valtakunnalliset edut voivat koskea esimerkiksi luonnonhoitoa, kulttuuriympäristöä, ulkoilua, viestintää ja kuljetuksia, energian tuotantoa ja maanpuolustusta.

Tässä osiossa esitetään, mitkä valtakunnalliset edut koskevat aluetta tai sen sisempää ja ulompaa varautumisaluetta (beredskapszon).

6.2.1. Valtakunnalliset edut ympäristökaaren 3 luvun mukaan

Ammattikalastus (MB 3 luku 5 §)

Ammattikalastuksen valtakunnallinen etu rannikolla ympäristökaaren 3 luvun 6 §:n mukaisesti ulottuu pintavesiesiintymien Norrsundet ja Fårholmen yli toiminta-alueen itäpuolella ja sijaitsee sisemmän varautumisalueen sisällä (katso Kuva 6-2).

Luonnonhoito (MB 3 luku 6 §)

Ulomman varautumisalueen sisällä on kaksi luonnonhoidon valtakunnallista etua: Lindön-Björnön-Iggösundet noin 2 kilometrin etäisyydellä ja Hamrångeån noin 5 kilometrin etäisyydellä anläggningsplan-alueesta (laitossuunnitelma-alueesta). Lindön-Björnön-Iggösundetille on ominaista vesialueet, jotka vaihtelevat murtovedestä oligotrofiseen makeaan veteen, sekä erilaiset suomalaiset alueet, jotka osoittavat maannousuun perustuvaa suon kehitystä. Lindön-Björnön-Iggösundetissa on myös kasvitieteellisesti ja ornitologisesti arvokasta rannikkometsää. Alueella esiintyvä suometsäkasvillisuus muodostaa ratkaisevan ekologisen lokeron tietyille tikkojen lajeille ja on suurta arvoa myös muille lintulajeille. Vesialue Lindönin ja Iggönin välillä on erityisen arvokas kalojen kutu- ja kasvialueena (Naturvårdsverket registerblad, pvm. tuntematon).

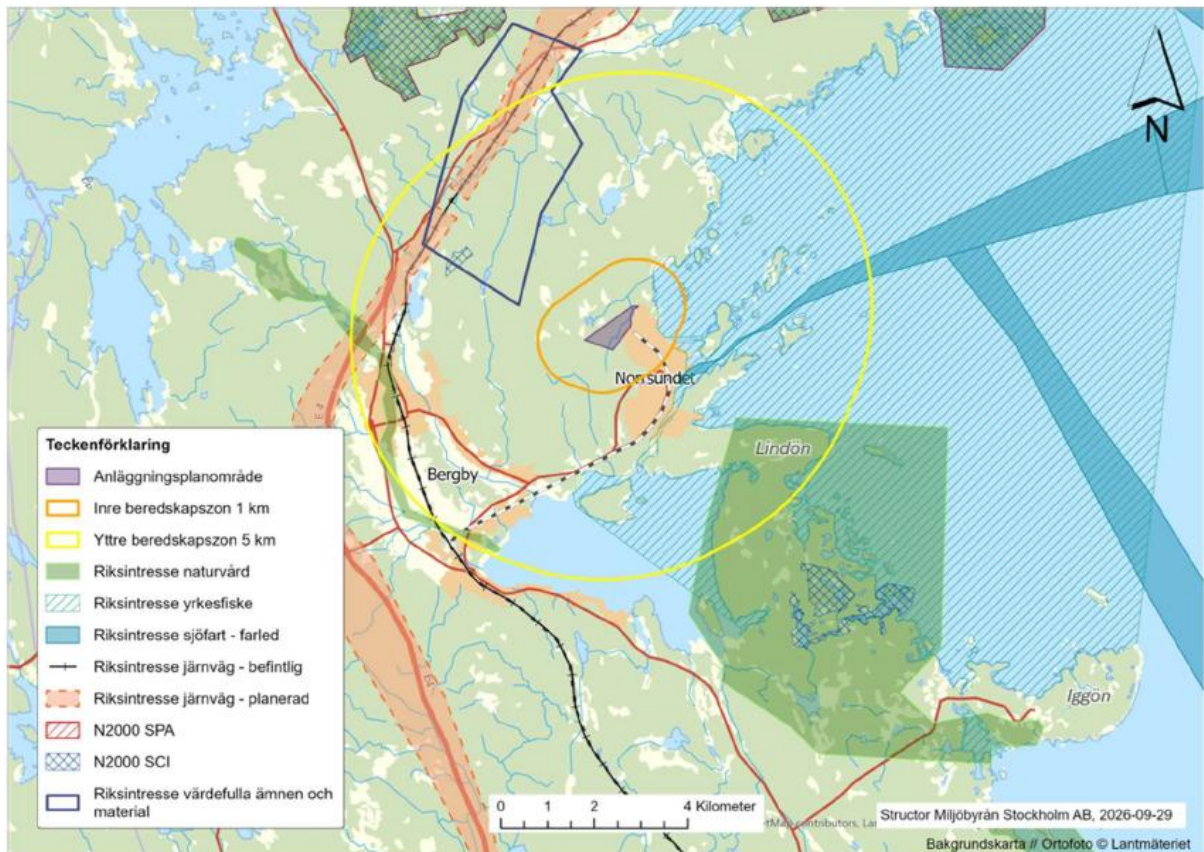
Arvokkaat aineet ja mineraalit (MB 3 luku 7 §)

Ympäristökaaren 3 luvun 7 §:n mukaan maa- ja vesialueet, jotka sisältävät arvokkaita aineita tai materiaaleja, on suojeltava mahdollisimman hyvin toimenpiteiltä, jotka voivat merkittävästi vaikeuttaa niiden hyödyntämistä.

Anläggningsplan-alueen (laitossuunnitelma-alueen) ulkopuolella, noin 1,7 km luoteeseen, on nimetty arvokkaiden aineiden ja mineraalien valtakunnallinen etu, nimeltään Bergby, joka koskee litiumia (katso kuva 6-2). Arvioidaan, ettei anläggningsplan vaikuta tähän valtakunnalliseen etuun.

Viestintä ja kuljetukset (MB 3 luku 8 §)

Satama-alueen itäpuolella on merenkulun väylien valtakunnallinen etu (Välkommen - Norrsundet) sisältäen puskurivyöhykkeet ympäristökaaren 3 luvun 8 §:n mukaisesti (katso Kuva 6-2). Väylä sijaitsee ulomman varautumisalueen sisällä. Olemassa oleva rautatie ja E4-tie sekä suunniteltu Ostkustbanan Gävle-Kringlan ja Kringlan-Dingersjö sijaitsevat arvioidun maksimin ulomman varautumisalueen sisällä.



Kuva 6-2. Nykyinen alue arvioiduine maksimin sisemmine ja ulommine varautumisalueineen suhteessa lähialueen valtakunnallisiin etuihin (Lähde: Naturvårdsverket 2022, Naturvårdsverket 2025, Trafikverket 2024, Havs- och vattenmyndigheten 2025).

6.2.2. Valtakunnalliset edut ympäristökaaren 4 luvun mukaan

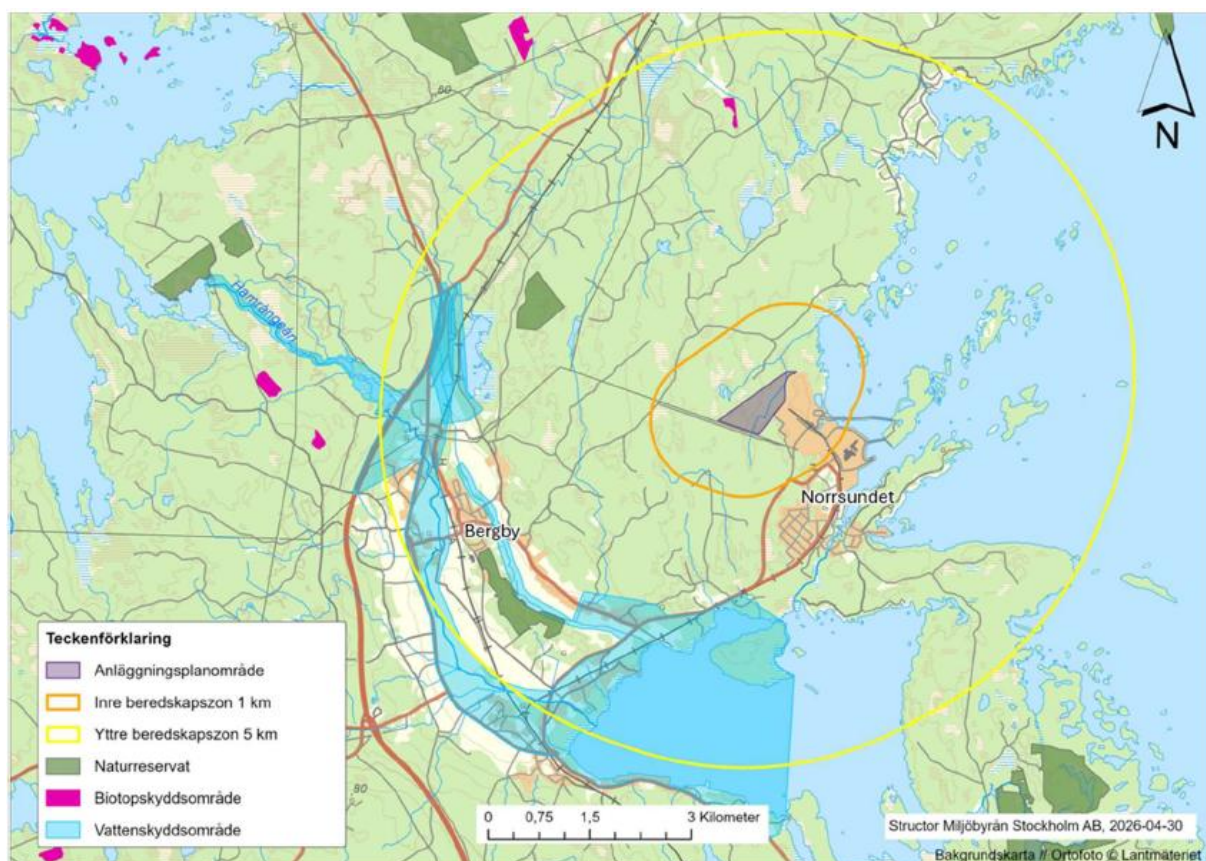
Natura 2000 -alueet (MB 4 luku 8 §)

Natura 2000 -alue, Hådells gammelskog, sijaitsee ulomman varautumisalueen sisällä noin 3 kilometrin etäisyydellä.

6.2.3. Ympäristökaaren 7 luvun mukaisesti suojellut alueet

Alueella on yleisesti 100 metrin rannikonsuojelu (strandskydd). Kyseinen alue sijaitsee lähimmillään hieman yli 300 metrin päässä rantaviivasta, eikä siten kosketa rannikonsuojelua. Nordsundetin teollisuusalueella rannikonsuojelu on kumottu.

Ulomman varautumisalueen sisällä on vesisuojealueet Lössenåsen ja Hamrångfjärden, noin 3 kilometrin etäisyydellä. Myös luonnonpuistot Hådells gammelskog ja Näset sijaitsevat varautumisalueen sisällä (katso Kuva 6-3).



Kuva 6-3. Suojellut alueet nykyisen alueen läheisyydessä (Lähde: Naturvårdsverket 2025, Skogsstyrelsen 2025).

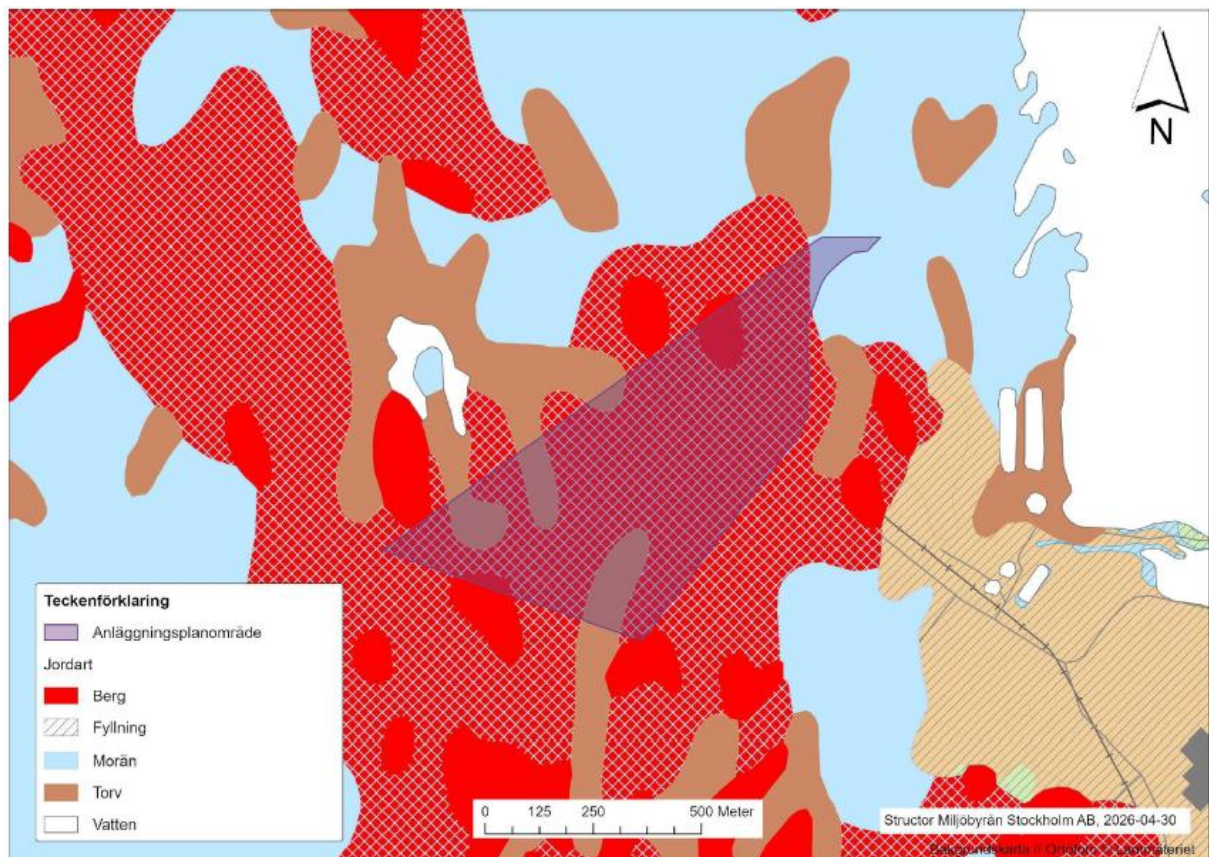
6.3. Maaperän olosuhteet

6.3.1. Geologia ja topografia

Tutkimusalueen yleinen maanpinnan taso vaihtelee noin +10,8 ja +7,5 välillä Structor Geoteknik Stockholm AB:n helmikuussa 2026 suorittamien geoteknisten tutkimusten mukaan.

Tutkimukset osoittivat, että alueen maaperä koostuu pintaläheisestä kalliosta, jota peittää ohut moreenikerros. Moreenin paksuuden arvioidaan vaihtelevan noin 0–6,3 metrin välillä. Turvetta esiintyy osissa aluetta, ja sen paksuuden arvioidaan vaihtelevan noin 0,5–1 metrin välillä. Turvekerrosten alla on moreenia. Kuvassa 6-4 esitetään yleisellä tasolla alueen esiintyvät maaperätyypit.

Kallioperän pinnan taso vaihtelee tutkituissa pisteissä noin -1,1 ja +11,1 välillä, mikä vastaa noin 6,8–0,2 metriä maanpinnan alapuolella.



Kuva 6-4. Alueen maaperätyypit (SGU, 2025).

6.3.2. Romahdus- ja vyöryriski

Tutkimusalue koostuu kiinteästä maaperästä, jossa on rajoitetut turvekerrokset, mikä tarkoittaa pientä romahdus- ja vyöryriskiä. Siten tutkimusalueella ei ole nimettyjä riskialueita (katso Kuva 6-5). Vyöryriskialueita (aktsamhetsområden) esiintyy rannikon läheisyydessä Lövbäckstjärnenin ympärillä, joka sijaitsee alueen luoteispuolella, sekä rannikkokaistaleella tutkimusalueen länsipuolella.



Kuva 6-5. Alueen ympärillä olevat vyöryriskialueet (Lähde: SGU 2024).

6.3.3. Pohjavesi

Suoritetut geotekniset tutkimukset (helmikuu 2026) osoittivat, että painetaso vaihtelee noin +10 ja +6 välillä. Tämä vastaa pohjavedentasoa noin 0,2 metriä maanpinnan alapuolella kussakin pohjavesiputkessa, joissa mittaukset suoritettiin. Kahdessa putkessa painetaso oli maanpinnan yläpuolella.

Pohjaveden virtaussuunta seuraa pitkälti topografiaa ja virtaa kohti suunnitelma-alueen läpi kulkevaa ojaa. Ohut maakerros tarkoittaa, että maaperän pohjavesivarasto on rajoitettu (Structor Geoteknik Stockholm AB, 2026).

6.3.4. Pintavedet

Alueen läpi virtaa vesistö, joka koostuu pääasiassa ojamaiseksi uomaksi, joka on monessa kohdassa uudelleenkaivettu. Vesistö on suurimmaksi osaksi hitaasti virtaava, mutta siinä on muutamia lyhyitä osuuksia, joissa vesi virtaa heikosti, erityisesti pohjoisessa. Vesistön valuma-alue on rajoitettu, mikä tarkoittaa, että uoma todennäköisesti kuivuu kesäkauden aikana.

Alueen luoteispuolella sijaitsee Lövbäckstjärnen. Itään päin sijaitsee Itämeri ja sen pintavesiesiintymät (katso kohta 6.3.5).

6.3.5. Pinta- ja pohjavesiesiintymät

Toiminta-alueen itäosan välittömässä läheisyydessä on rannikkoveden pintavesiesiintymä Norrsundet (WA87973988) ja alueen kaakkoispuolella on rannikkoveden pintavesiesiintymä Fårholmen (WA77566993). Hamrångeån laskee Fårholmenin vesiesiintymään. Fårholmen-niemen kaakkoispuolella on rannikkoveden pintavesiesiintymä S S M Bottenhavets kustvatten (WA34434970).

Sekä Norrsundetin että Fårholmenin vesiesiintymät on luokiteltu kohtalaisen ekologisen tilan mukaan, eivätkä ne saavuta hyvää kemiallista tilaa. Riskiarviointi osoittaa, että ympäristölaatum normien vaarana on jäädä täyttymättä seuraavan hallintajakson aikana.

Norrsundet ei saavuta hyvää ekologista tilaa pääasiassa kohonneiden ei-dioksiinin kaltaisten PCB-yhdisteiden pitoisuuksien vuoksi. Vesiesiintymän tila on myös heikentynyt virtausmuutosten, morfologisten muutosten ja jatkuvuuden osalta, mutta näiden tekijöiden osalta riskiarviointi on epävarma epävarmojen luokitusten ja biologisten aineistojen puutteen vuoksi.

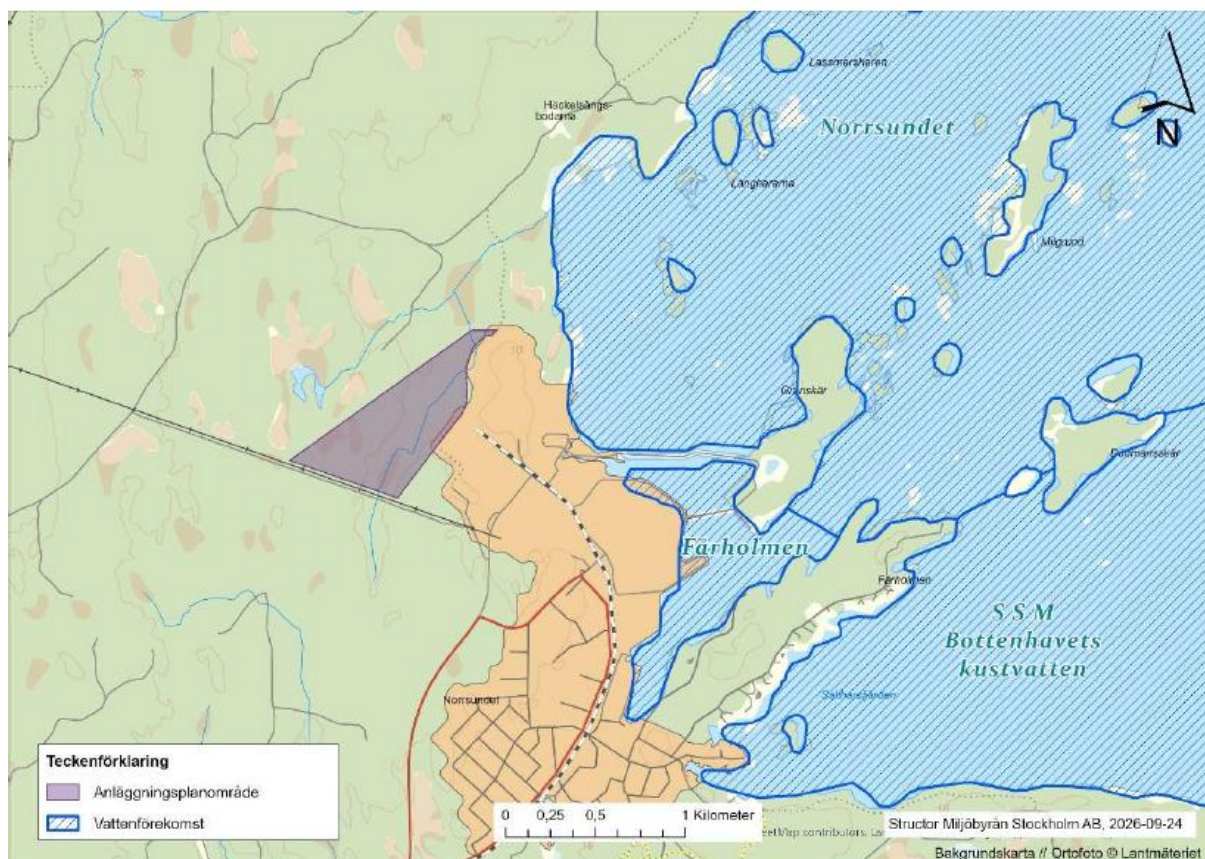
Hyvää kemiallista tilaa ei saavuteta, koska antraseenin, kadmiumin ja kadmiumyhdisteiden sekä bentso(a)pyreenin pitoisuudet ylittävät voimassa olevat raja-arvot. Hyvää kemiallista tilaa ei saavuteta myöskään kaikkialla ylittävien bromattujen difenyylietterien, elohopean sekä dioksiinien ja dioksiinin kaltaisten yhdisteiden vuoksi, joiden arvioidaan ylittävän raja-arvot koko Bothnianlahdessa.

Fårholmen ei saavuta hyvää ekologista tilaa pääasiassa morfologisten muutosten ja puutteellisen jatkuvuuden vuoksi. Myös virtausmuutokset, tietyt erityiset saasteaineet ja rehevöityminen vaikuttavat tilaan, mutta riskiarviointi on epävarma aineiston puutteen vuoksi. Hyvää kemiallista tilaa ei saavuteta kaikkialla ylittävien bromattujen difenyylietterien, elohopean sekä dioksiinien ja dioksiinin kaltaisten yhdisteiden vuoksi, joiden arvioidaan ylittävän raja-arvot koko Bothnianlahdessa.

S S M Bottenhavets kustvatten on luokiteltu hyvän ekologisen tilan mukaan, mutta se ei saavuta hyvää kemiallista tilaa. Hyvää kemiallista tilaa ei saavuteta kaikkialla ylittävien bromattujen difenyylietterien, elohopean sekä dioksiinien ja dioksiinin kaltaisten yhdisteiden vuoksi, joiden arvioidaan ylittävän raja-arvot koko Bothnianlahdessa.

Meriympäristönormien arviointialue, joka sijaitsee anläggningsplan-alueen (laitossuunnitelma-alueen) vieressä, on Bottenhavet (MarineUnitID: BAL-SE-AA-B_Bottenhavet). Kaikki kolme mainittua vesiesiintymää – Norrsundet, Fårholmen ja S S M Bottenhavets kustvatten – kuuluvat tähän arviointialueeseen. Vuoden 2024 radionuklidipitoisuuksien indikaattorin arvioinnissa, jossa mitattiin cesium-137:n vuosikeskiarvot kampaloista, sillistä ja pintavedestä, todettiin indikaattorin täyttyvän. Indikaattorin kriteeristatus on siten hyvä (HaV, 2026).

Lähin pohjavesiesiintymä on Totran pohjavesiesiintymä noin kolmen kilometrin etäisyydellä suunnitelma-alueesta.



Kuva 6-6. Pintavesiesiintymät anläggningsplan-alueen (laitossuunnitelma-alueen) läheisyydessä (Lähde: VISS 2024).

6.3.6. Ilman ympäristölaatu- ja päästöt ilmaan

Östra Sveriges Luftvårdsförbund valvoo ilman saastumista muun muassa Gävleborgin lääniin kuuluvalla alueella. Alueellisista pitoisuuskartoista (SLB-analys | Miljöförvaltningen) käy ilmi, että typen dioksidin ja PM10-hiukkasten pitoisuudet ovat paikan päällä huomattavasti ympäristölaatu- ja päästöt ilmaan

Muiden ilmansaasteiden osalta alueellisia pitoisuuskartoja ei ole. Ilmanlaityliiton vuoden 2025 vuosiraportin perusteella tehtyjen mittauksen perusteella arvioidaan kuitenkin, etteivät myöskään nämä muut ilmansaasteet ylitä mitään ympäristölaatu- ja päästöt ilmaan

6.3.7. Alavat kohdat, rankkasateet ja tulevaisuuden ilmasto

Rannikkosijaintinsa vuoksi alue on potentiaalisesti alttiina tulvariskeille merenpinnan nousun vuoksi, mutta myös tulevaisuuden muuttuneen ilmaston aiheuttamien rankkasateiden seurauksena. Alue sijaitsee lähimmillään hieman yli 300 metrin päässä rannikosta, ja korkeustaso on +10,8 ja +7,5 välillä. Gävlen tuleva keskimerenpinta vuonna 2100 on korkean päästöskenaariossa SSP5-8,5 mukaan +27 senttimetriä (RH2000). Tämä vastaa 13 senttimetrin nousua verrattuna vertailujaksoon 1995–2014 (SMHI, 2026).

Tulevat ilmastomuutokset johtavat lämpötilojen nousuun Itämeressä. Pintaveden keskimääräinen kesälämpötila nousee 3,3 °C:een skenaariossa, jossa hiilidioksidipäästöt

pysyvät korkeina (RCP 8,5) (Gröger et al, 2019). Kesäkuukauden, heinäkuun ja elokuun keskilämpötila vuosina 2022–2026 oli 15,1 °C Saltharsfjärdenissä, joka sijaitsee noin kolmen kilometrin päässä anläggningsplan-alueesta (laitossuunnitelma-alueesta) kaakkoon (HaV, 2026b).

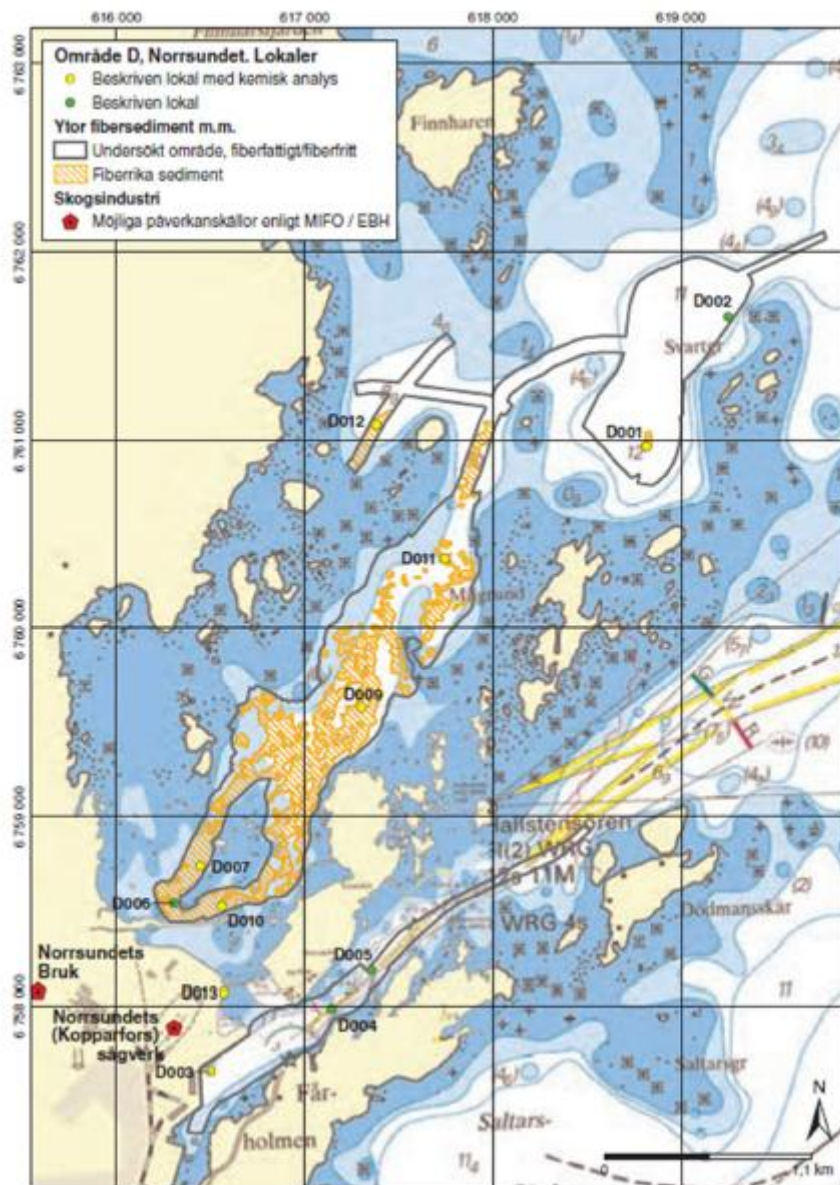
6.3.8. Maaperäympäristö ja saastuminen

Structor Miljöbyrå Stockholm AB on suorittanut yleisen ympäristötekniikan tutkimuksen. Tutkimuksen tulokset eivät osoita saastumista maaperässä tai pohjavedessä alueella (Structor Miljöbyrå Stockholm AB, 2026).

Heti alueen itäpuolella, Norrsundetin teollisuusalueella, sijaitsee vanha teollisuusjätealue. Kyseisellä alueella esiintyy maaperän pitoisuuksia, jotka ylittävät Naturvårdsverketin ohjearvot.

Norrsundetin teollisuusalueen ulkopuolella rannikolla esiintyy saastuneita ja kuitopitoisia sedimenttejä, jotka ovat peräisin kahdesta suuremmasta metsäteollisuuden laitoksesta (saha ja sulfaattimassan tehdas), jotka sijaitsivat aiemmin paikalla. Sulfaattimassatehdas, joka perustettiin vuonna 1925, laski jätevetensä puhdistamattomana mereen vuoteen 1964 asti. Massakuitu on siten levinnyt koilliseen päästöpiisteestä rannassa massatehtaan pohjoispuolella ja edelleen mereen. Ruotsin geologinen tutkimuslaitos (SGU) on kartoittanut alueet, joilla on kuitopitoisia sedimenttejä, ja suorittanut sedimenttinäytteitä (katso kuva 6–7). Kartoitus osoitti, että kuitopitoisia sedimenttejä esiintyy erityisesti yhtenäisellä alueella Norrsundetin vesiesiintymän länsi- ja pohjoisosissa. Viereisessä Fårholmenin vesiesiintymässä, massatehtaan poistoputken kaakkoispuolella, kuitopitoisia sedimenttejä ei sen sijaan ole, paitsi Norrsundetin sataman laiturin reunalla. S S M Bottenhavets kustvatten -vesiesiintymä sijaitsee kaukana massatehtaasta, eikä siellä ole suoritettu kartoitusta. Vesiesiintymien kartta on esitetty kuvassa 6–6. Koska SGU:n kartoitus on tehty veneellä, kaikkein matalimpia osia päästöpiisteen ympärillä ei ole voitu tutkia; siellä olevat kuitopitoiset sedimentit puuttuvat siis kuvasta 6–7.

Kuitopitoisten sedimenttien alue on suhteellisen avoin ja matala rannikkoalue, jossa on vaihteleva pohjatopografia, ja se kattaa yhteensä 520 000 m² pinta-alan. Kuitopitoiset sedimentit ovat ajan myötä kertyneet pohjan painanteisiin ja kuoppiin, joissa sedimenttien kuljetus on hitaampaa. Vaikka massakuidun päästöt loppuivat noin 60 vuotta sitten, matalilta alueilta syvempään veteen tapahtuu todennäköisesti edelleen jonkin verran kuljetusta. Kuitopitoisista sedimenteistä otetut näytteet osoittavat, että orgaanisten ympäristömyrkkyjen pitoisuudet ovat erittäin korkeat useissa näytteenottopisteissä; erityisesti dioksiinit, heksaklooribentseeni, PAH-yhdisteet ja DDT-yhdisteet sekä tietyt metallit erottuvat (SGU, 2016).



Kuva 6–7. Kuitopitoisten sedimenttien laajuus Norrsundetin ympärillä. Pisteet merkitsevät paikkoja, joissa on suoritettu sedimenttinäytteenotto; keltaisissa pisteissä on havaittu kuitua ja suoritettu kemiallinen analyysi (SGU, 2016).

Kuitupäästöt loppuivat 60-luvun puolivälissä, jolloin jätevedet ohjattiin sen sijaan sedimentaatioaltaan kautta. Kesti kuitenkin vuoteen 2002, ennen kuin laajennettu biologinen puhdistus otettiin käyttöön (SGU, 2016) (Malmaeus, 2012).

6.4. Luontoarvot

Ekologigruppen suoritti 10. huhtikuuta 2026 luontoarvo-inventoinnin suunnitelma-alueella sekä syventävän inventoinnin lintujen, sammakkoeläinten ja lepakoiden elinympäristöistä (raporttia laaditaan).

Luontoarvo-inventointi osoitti, että alue koostuu pääasiassa käytetystä metsämaasta, jolla on yleisesti alhaisemmat luontoarvot ja rajoitetut arvot suojeltujen lajien elinympäristöihin liittyen, lukuun ottamatta alueen lounaiskärkeä, jossa on korkeammat luontoarvot (katso Kuva 6.7).

Alueella on kaksi luontoarvoluokan 2 (korkea luontoarvo) aluetta, jotka koostuvat

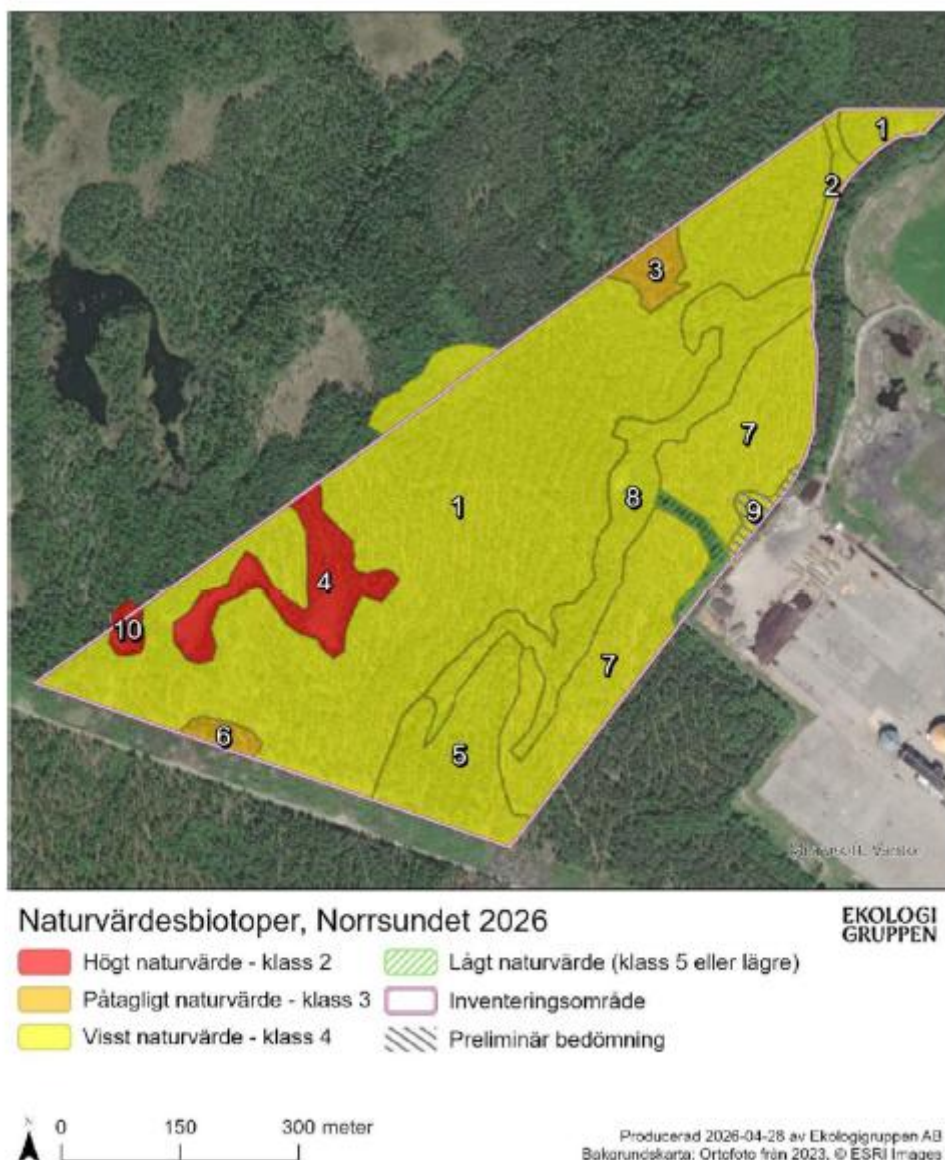
mäntymetsäsuosta sekä vanhemmasta sekametsästä. Kahden mäntymetsän ja kallio-mäntymetsän alueen arvioidaan olevan merkittävän luontoarvon (luokka 3) kohteita, kun taas muut nuorten, samanikäisten ja vaikuttaneiden metsien alueet kuuluvat luokkaan 4 (tietty tai alhaisempi luontoarvo).

Arvokaslajeja esiintyy pääasiassa inventointialueen lounaisosissa, alueilla, joilla on pidempi jatkuvuus, mutta tuotantometsässä esiintyy myös muutamia satunnaislöydöksiä. Alueella esiintyy seitsemän suojeltua lajia, joista neljä on lintuja. Seitsemän lajia on punalistattu, joista jäkälä (garnlav) ja vihertikka (grönfink) ovat uhanalaisia haavoittuvien lajien (VU) kategoriassa, ja loput ovat lähes uhanalaisia lajeja (NT), jotka liittyvät kuollut puuhun: kääpäläiset ja jäkälät (vedskivlav, ullticka, blanksvart spiklav, kolflarnlav ja kortskaftad ärgspik).

Alueella ei huomattu erityisesti suojeluarvoisia puita tai invasiivisia lajeja.

Lintujen elinympäristöinventoinnissa arvioitiin, että suurin osa alueesta on mahdollisia ympäristöjä yleisille lintulajeille, joilla on vähäiset vaatimukset elinympäristöilleen. Vain pienet alueet muodostavat erittäin sopivia elinympäristöjä metsosotkalle (lintidirektiivi - FD) (ulostetta havaittiin) sekä sopivia elinympäristöjä esimerkiksi metsäkanalle (FD), keltaiselle varpuselle, pienelle tikalle ja mäntytiäiselle (kaikki NT).

Lepakoiden elinympäristöinventoinnin mukaan alueella on alhaiset arvot lepakoiden osalta arvokkaiden rakenteiden ja ympäristöjen puutteen vuoksi, jotka mahdollistaisivat kolonin muodostumisen ja talvehtimisympäristöt. Sopivat lepakkoympäristöt koostuvat pääasiassa mahdollisista ravinnonhakualueista kosteassa lehtimetsässä, suon läheisyydessä ja metsätieiden varsilla. Rannikkosijainti tarkoittaa, että alue voisi tarjota tiettyjä arvoja muuttaville lepakoille.



Kuva 6.7. Ekologigruppen huhtikuussa 2026 suorittaman luontoarvo-inventoinnin tulokset.

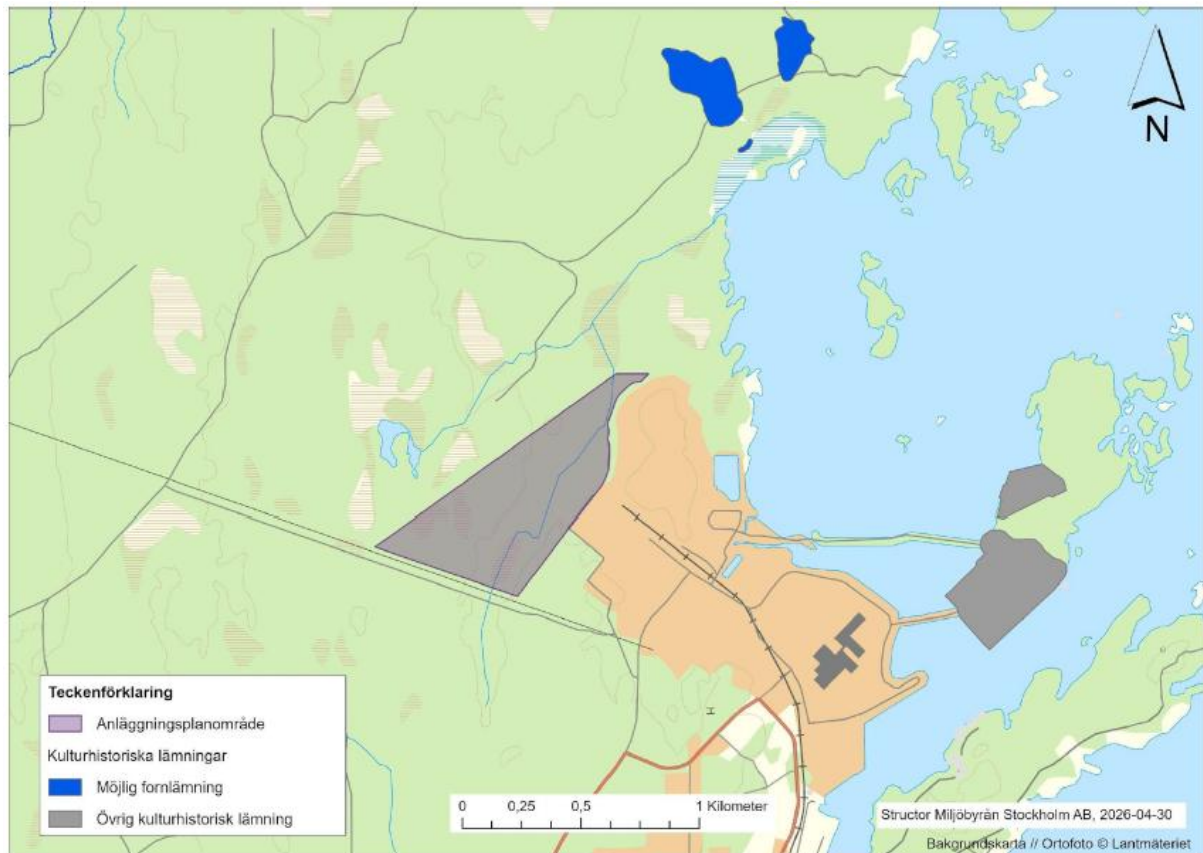
Sammakkoeläinten osalta puuttuvat pääasiassa tärkeimmät elinympäristöt potentiaalisten kutuvesien muodossa. Alueella on muutama pieni vesialue, jotka voisivat toimia kutuvesinä, mutta yleisesti ottaen vesikertymillä on liian voimakas virtaus, ne ovat varjoisia, niistä puuttuu sopiva kasvillisuus ja/tai ne ovat liian happamia ollakseen erittäin sopivia. Kenttäkäynnin aikana ei tehty löytöjä sammakkoeläimistä, ei aikuisista yksilöistä eikä munasarjoista.

6.5. Kulttuurihistorialliset arvot

Riksantikvarieämbetin (Kansallinen muinaismuistohallitus) tietojen mukaan alueella ei ole rekisteröityjä kulttuurihistoriallisia jääniteitä (katso Kuva 6-8). Alueella tai sen ympärillä ei esiinny myöskään kulttuuriympäristöjä, joihin liittyisi yleisiä tai erityisiä huomiointivaatimuksia. Norrsundetin sataman ulkopuolella rannikolla on rekisteröityjä vene- ja alusjääniteitä, joista ei ole tehty antikvaristista arviota.

Gävlen kunnan kulttuuriympäristöohjelmassa Norrsundetin asutus on määritelty korkean arvon omaavaksi kulttuurihistorialliseksi asutukseksi. Alue kuvataan rannikkokaupungiksi, joka on

rakennettu 1900-luvun taitteessa sahan ja sulfaattitehtaan ympärille (Gävle kommuns kulturmiljöprogram, 2017).



Kuva 6-8. Kulttuurihistorialliset jäänteet alueen läheisyydessä. Kartta näyttää vain rekisteröidyt mahdolliset muinaismuistot ja muut kulttuurihistorialliset jäänteet. Muita kulttuuriympäristörekisterin kohteita ei esitetä (Lähde: Riksantikvarieämbetet 2025).

6.6. Lähialueen käynnissä olevat/suunnitellut projektit

Norrsundetin teollisuusalueella on nykyään metalliraffinaderia, satama- ja logistiikkatoimintaa sekä lopetettu jätealue. Laiturilla käsitellään erilaisia tavaroita, kuten puutuotteita, koksia ja jätteitä. Satama-alueella varastoidaan (sekä sisä- että ulkotiloissa) käsiteltyjä tuotteita sekä maaleja, maa-aineksia ja lietteitä, ja siellä on koneiden pysäköintialueita.

Norrsundetin teollisuusalue ja siihen kuuluva satama, alueen eteläpuolella, on määritelty yleiskaavassa toimintojen selvitysalueeksi. Norrsundetin teollisuusalueen pohjoisosa on asemakaavoitettu teollisuuskäyttöön. Suunnitelma-alueen pohjoisessa on mahdollistettu lupa Seveso-laitokselle bioraffinaderian muodossa. Asemakaava tuli voimaan 25. maaliskuuta 2022. Lupa bioraffinaderian rakentamiseen ja käyttöön ympäristökaaren mukaisesti myönnettiin joulukuussa 2024, mutta suunnitelmia ei ole vielä toteutettu.

7. VAIKUTUSTEKIJÄT

Tässä luvussa kuvataan ympäristövaikutuksia, joita suunnitelmaehdotus ja siihen liittyvä ydinvoimatoiminta voivat aiheuttaa, sekä niitä vaikutustekijöitä ja edellytyksiä, jotka muodostavat seurauksien arvioinnin pohjan. Luvussa 8 kuvataan, miten suunnitelmaehdotuksen aiheuttamat muutokset vaikuttavat ympäröivään ympäristöön.

7.1. Maan käyttöön ottaminen ja visuaalinen vaikutus

Maan käyttöön ottamisella tarkoitetaan sitä maata, jonka laitos ottaa käyttöönsä käyttövaiheen aikana. Anläggningsplanin (laitossuunnitelman) maankäyttö tarve on noin 40 hehtaaria. Maankäyttö tarkoittaa, että olemassa olevaa maanpintaa voidaan käyttää rakennuksiin ja päällystettyihin pintoihin. Reaktoreiden suunnitellaan sijaitsevan noin 15 metrin syvyydessä maanpinnan alapuolella, missä sijaitsevat myös komponentit, kuten höyrygeneraattorit ja jäähdytysjärjestelmät. Kaivutöiden seurauksena syntyy massoja, joita pyritään mahdollisimman paljon uusiokäyttämään alueella. Mahdolliset ylimääräiset massat on kuljetettava pois.

Laitoksen maanpäälliset osat koostuvat reaktorirakennuksista sekä niihin liittyvistä käyttö- ja huoltorakennuksista. Reaktorirakennuksissa suunnitellaan olevan savupiiput, jotka nousevat rakennusten yläpuolelle (noin 20 metriä maanpinnasta), ja sekundääripiirin ilmajäähdytyksen yhteydessä jäähdytyslaitteiston korkeus voi olla noin 40 metriä maanpinnasta.

Rakennusvolyymien aiheuttama visuaalinen vaikutus maiseman ja kulttuuriympäristöjen kokemiseen riippuu maiseman luonteesta, mittakaavasta ja käytöstä. Rakennetut ja käyttöön otetut maisemat ovat muuttuvampia ja kestävämpiä vaikutuksille kuin koskematon luonto, jossa muutokset ovat harvinaisia ja hitaita. Vaikuttamattomilla luonto- ja kulttuuriympäristöalueilla suurimittainen maiseman muutos voi aiheuttaa riskin maisemakuvan ja kulttuuriympäristön heikentymiselle verrattuna jo rakennettuun ja käyttöön otettuun maisemaan.

Luonnonympäristöön ja ihmisten terveyteen, ulkoilun ja virkistykseen kautta, vaikuttaa laitos. Seurauksia kuvataan kohdissa 8.1 ja 8.3. Myös maisemakuvaan ja kulttuuriympäristöön vaikuttaa laitos, mikä kuvataan kohdassa 8.6.

7.2. Melu ja tärinä

Suunnitelmaehdotuksen toteuttamisesta aiheutuvaa melua voi syntyä sekä rakennusvaiheessa että käyttövaiheessa.

Käytön aikana melua syntyy liikkuvista laitosaosista, kuten ilmanvaihtojärjestelmistä ja generaattoreista. Laitos rakennetaan ympäristökaaren (miljöbalken) vaatimusten mukaisesti, ja eri laitosaosien hankinnoissa asetetaan meluvaatimuksia. On myös mahdollista tarvittaessa toteuttaa melua vähentäviä suojatoimenpiteitä, jotta ohjearvot voidaan pitää rajoissa.

Ulkoisten kuljetusten arvioidaan olevan lukumäärällisesti suhteellisen vähäisiä toiminta-alueen ulkopuolella. Myös rakennusvaiheessa syntyy melua. Melun vaikutusten rajoittamiseksi ympäristöön sovelletaan Naturvårdsverketin yleisiä ohjeita (NFS 2004:15) rakennustyömaiden melusta rakennusalueen töissä ja kuljetuksissa. Mikäli jokin työvaihe uhkaa ylittää NFS 2004:15:ssä määritellyt ohjearvot, ryhdytään suojatoimenpiteisiin.

Paikallista tärinää voi syntyä räjäytysten, paalutuksen, tiivistämisen sekä raskaiden kuljetusten yhteydessä. Ympäristövaikutusten arviointi tärinän osalta suoritetaan ja sitä seurataan rakennusvaiheen aikana.

Melun aiheuttamia seurauksia ihmisten terveydelle arvioidaan kohdassa 8.1.

7.3. Veden otto ja päästöt

Pintojen päällystäminen ja rakennusten rakentaminen tuottavat hulevesiä, joiden saastumistasoon vaikuttaa suunnitelma-alueen toiminta. Hulevesi on sade- tai sulamisvettä, joka valuu katoilta, teiltä ja muilta päällystetyiltä pinnoilta. Rankkasateiden tai nopean lumen sulamisen aikana vesi voi kerätä näiltä pinnoilta saasteita, kuten öljyjä, metalleja, kemikaaleja ja roskia. Saasteet kulkeutuvat sitten huleveden mukana vastaanottajaan (recipient). Pintojen päällystäminen ja rakennusten rakentaminen suunnitelma-alueella tuottavat hulevesiä, joiden saastumistasoon vaikuttaa myös harjoitettava toiminta. Hulevesille ei ole kansallisesti hyväksyttyjä ohje- tai raja-arvoja. Hulevesien käsittelyn on kuitenkin tapahduttava siten, ettei päästöillä ole vaaraa vaarantaa ympäristölaatu normeja (katso 5.4). Myöhemmin lupaprosessissa laaditaan hulevesiselvitys, jossa lasketaan virtaukset ja saastumispiitoisuudet sekä selvitetään hulevesien viivytys- ja puhdistustarpeet.

Reaktoreiden jäähdytysjärjestelmä perustuu ensisijaisesti lyijyjäähdytykseen. Tämä tarkoittaa, että lämmön siirtämiseen reaktorista käytetään nestemäistä lyijyä veden sijasta, jota käytetään konventionaalisissa kevytvesireaktoreissa. Lämpö ohjataan primäärijäähdytysjärjestelmästä pois ilmajäähdytyksen avulla. Primääripiiristä lämpö siirretään veteen suljetussa sekundääripiirissä, jossa syntyvää höyryä käytetään sähkön tuottamiseen.

Sekundääripiirin kondensaattori jäähdytetään merivedellä tai suljetulla jäähdytyslaitteistolla, joka jäähdytetään ilman avulla. Merivesi ei tule kosketuksiin minkään prosessimateriaalin kanssa, eikä veden kontaminaatiota siten tapahdu ennen sen palauttamista vastaanottajaan (recipient).

Sekundääripiirin vesijäähdytys aiheuttaa veden tarvetta käytön aikana, ja merivesijäähdytyksen odotetaan aiheuttavan suurimman veden tarpeen. Laitos tarvitsee vettä myös höyryntuotantoon (kiertävä vesi) sekä juomaveteen ja muihin vesi- ja viemärointitoimintoihin (VA-toiminnot) toiminta-alueella. Tarkka veden tarve riippuu siitä, mikä jäähdytysmenetelmä valitaan laitoksen lopulliseen suunnitteluun. Prosessissa käytettävä vesi on mahdollisesti esikäsiteltävä (puhdistettava) käyttötarkoituksesta riippuen.

Mikäli sekundääripiiriin jäähdytykseen käytetään merivettä (ilmajäähdytyksen sijaan), jäähdytysveden tarpeen arvioidaan olevan noin $18 \text{ m}^3/\text{s}$ kuuden SEALER-reaktorin toimiessa. Palautettaessa veden lämpötilan nousun arvioidaan olevan enintään $10 \text{ }^\circ\text{C}$ verrattuna ottoon. Päästöpaikka on sijoitettava ja suunniteltava siten, että saavutetaan hyvä sekoittuminen ympäröivään meriveteen, jotta vastaanottajaan (recipient) kohdistuva terminen vaikutus voidaan rajoittaa.

Laitoksessa on prosessivettä, joka voi sisältää radioaktiivisuutta. Prosessiveden käsittelyyn tutkitaan eri vaihtoehtoja, ja puhdistuksen jälkeen sitä voidaan päästää vastaanottajaan.

7.4. Pohjaveden poisto

Reaktorit suunnitellaan sijoitettavaksi noin 15 metrin syvyyteen maanpinnan alapuolelle, mikä tarkoittaa, että osa laitoksesta sijaitsee pohjaveden painetaso alapuolella. Käyttövaiheessa mahdollisesti poistettavan veden määrä riippuu ympäröivän maan pohjaveden virtauksesta sekä siitä, missä määrin tiivistys voidaan toteuttaa. Pohjaveden poisto voi johtaa ympäröivän maan painumiin, kosteikkojen kuivumiseen ja rannikkoalueilla suolaisen veden tunkeutumisriskiin.

Rakennusvaiheen aikana pohjaveden on oltava tilapäisesti poistettuna. Pohjaveden laskemista valvotaan säännöllisesti, ja rakennustöiden aloittamista edeltäen laaditaan valvontaohjelma

sekä pohjaveden poistolle että (tarvittaessa) pumppausveden valvonnalle ja puhdistukselle. Suojelukohteet kartoitetaan ja tarvittavat ennaltaehkäisevät toimenpiteet toteutetaan ennen rakennustöiden aloittamista.

Pohjaveden poiston seurauksia kuvataan kohdassa 8.2.

7.5. Raaka-aineet ja kemikaalit

SEALER-reaktoreissa käytetään jäähdytysaineena nestemäistä lyijyä. Sulatettu lyijy kuuluu suljettuun piiriin. Lyijyn määrä on 1000–1500 tonnia per reaktori.

Käytön aikana käytetään kemikaaleja, kuten typpikaasua, argonia ja happea, sekä tulevan jäähdytysveden puhdistukseen tarkoitettuja kemikaaleja. Esimerkkejä huoltokemikaaleista ovat voiteluöljyt, rasvat, liuottimet ja puhdistusaineet. Kaikki kemiallisten tuotteiden käsittely noudattaa voimassa olevia lakivaatimuksia, ja kaikki nestemäiset kemikaalit varastoidaan turvallisesti suojavallien tai vastaavien avulla. Vuotojen käsittelyyn on saatavilla imeytysmateriaaleja.

7.6. Jätteet

7.6.1. Radioaktiivinen jäte ja käytetty polttoaine

Tavoitteena on soveltaa jätehierarkiaa ja toimia aktiivisesti radioaktiivisen jätteen syntymisen ehkäisemiseksi sekä uusiokäyttää, kierrättää ja käsitellä jätettä mahdollisimman paljon ympäristövaikutusten minimoimiseksi sekä jätteen määrän ja monimuotoisuuden vähentämiseksi. Tämä helpottaa puolestaan turvallista käsittelyä, kuljetusta ja lopullista huolehtimista. Tämän näkemyksen on läpistävä koko laitoksen elinkaari – suunnittelusta ja rakentamisesta käyttöön ja purkamiseen. Jo suunnitteluvaiheessa materiaalien, tekniikan ja prosessien valinta vaikuttaa syntyvän radioaktiivisen jätteen tyyppiin ja määrään. Käytön aikana valvotut käyttöolosuhteet, suunniteltu kunnossapito ja tarkka käyttöhistorian dokumentointi mahdollistavat jätetiedon minimoinnin ja jätteen oikean luonnehdinnan. Suurimpien jätemäärien odotetaan syntyvän purkamisen yhteydessä, ensisijaisesti rakennusten, järjestelmien ja komponenttien purkamisen seurauksena.

Käytetty ydinpolttoaine ja radioaktiivinen jäte käsitellään niin, että syntyy vakaita ja hyvin luonnehdittuja jätemuotoja, jotka täyttävät sääntelyvaatimukset ja ovat yhteensopivia varastointi-, kuljetus- ja loppusijoitusjärjestelmien kanssa.

Toiminnassa syntyvää radioaktiivista jätettä ja käytettyä polttoainetta käsitellään ja luokitellaan asetettujen rutiinien mukaisesti materiaalityypin ja aktiivisuuspitoisuuden perusteella.

Radioaktiivinen jäte, mukaan lukien kiinteät, nestemäiset ja kaasumaiset fraktiot sekä käytetty polttoaine, varastoidaan alueella sovitetuissa väliinvarastotiloissa. Näissä on tarvittava säteily- ja fyysinen suojaus, ilmanvaihto ja valvontajärjestelmät, jotta varmistetaan, ettei jäte muodosta riskiä henkilöstölle tai ympäröivälle ympäristölle. Väliinvarastoitu radioaktiivinen jäte ja käytetty polttoaine tarkastetaan säännöllisesti ja säteilytasoja valvotaan jatkuvasti.

Uraanidioksidi on laitoksen ensisijainen polttoaine. Se on vakiintunut polttoaine, jolla on korkea tekninen kypsyys ja laaja maailmanlaajuinen käyttökokemus. Uraanidioksidi polttoaineena on yhteensopiva KBS-3-menetelmän³ perusperiaatteiden kanssa, eikä sen loppusijoittamiseen tämän tai vastaavien tulevien loppusijoitusratkaisujen mukaisesti ole tunnistettu teknisiä esteitä. SEALER-reaktoreiden vaatima korkeampi rikastusaste voi, yhdessä polttoaineen ominaisuuksien kanssa käytön jälkeen (kuten jälkilämpö, isotooppikoostumus ja mahdollinen eri palamisaste), poiketa nykyisistä kevytvesireaktorien polttoaineista, mikä tarkoittaa, että

loppusijoituksen hyväksymiskriteerien täyttämiseksi voidaan tarvita tiettyjä mukautuksia. Tätä käsitellään jatkossa teknisessä kehityksessä ja lupaprosessissa.

Uraaninitridiä arvioidaan mahdollisena tulevana vaihtoehtoisena polttoaineena. Mahdollinen käyttö edellyttää, että polttoaine voidaan hyväksyä ydinenergiain (kärntekniklagen) mukaisessa jatkuvassa vaiheittaisessa lupaprosessissa ja että se arvioidaan taloudellisesti perustelluksi.

SEALER on niin kutsuttu silta-reaktori (bridreaktor), mikä mahdollistaa käytetyn polttoaineen kierrätyksen ja suljetun polttoainekierron. Jos polttoaine kierrätetään, sekä jätemäärä että pitkäikäisten radionuklidien määrä voivat vähentyä merkittävästi, millä on positiivisia vaikutuksia pitkän aikavälin ympäristö- ja säteilyturvallisuuteen. Polttoaineen kierrätys on kuitenkin pitkän aikavälin mahdollisuus.

7.6.2. Konventionaalinen jäte

Toiminta aiheuttaa konventionaalista jätettä, kuten poltettavaa sekajätettä, pakkauksia, toimistojätettä sekä kunnossapito- ja käyttövaiheen jätettä.

Jätehuolto tapahtuu voimassa olevan lainsäädännön, kunnan jäteasetusten ja ympäristökaaren (miljöbalken) 15 luvun mukaisen jätehierarkian periaatteen mukaisesti. Jätteistä huolehtii hyväksytty jäteurakoitsija, jolla on tarvittavat luvat kuljetukseen ja käsittelyyn. Mahdolliset muutokset jätevirroissa tai erityisten jätetyyppien syntyminen dokumentoidaan ja seurataan toiminnan omanvalvonnan puitteissa.

Jätteisiin liittyviä seurauksia arvioidaan kohdassa 8.5.

7.7. Energiankäyttö ja energian tuotanto

Yhden SEALER-reaktorin pyörittämiseen tarvitaan yhteensä noin 2,5 MW sähkötehoa. Kuuden reaktorin käytössä tarvitaan yhteensä noin 15 MW sähkötehoa. Sähkönsyöttöä tarvitaan pumppujen ja kiertojärjestelmien, ohjaus- ja turvajärjestelmien sekä ilmanvaihdon pyörittämiseen. Sähkönsyötön varmistamiseksi sähköverkon katkon sattuessa käytetään varavoimalaitteistoa, kuten dieselgeneraattoreita tai akkuja. SEALER-reaktorit käyttävät täysin passiivista ilmajäähdytystä primäärijärjestelmän (ja siten lyijyn ja ytimen) jäähdyttämiseen mahdollisen onnettomuuden sattuessa. Ilmajäähdytys on täysin riippumaton sähköstä tai operaattorin toimenpiteistä.

Norrsundetissa laitos tuottaa ensisijaisesti sähköenergiaa ja tarvittaessa teollista lämpöä.

7.8. Päästöt ilmaan

Rakennusvaiheen aikana tieliikenne lisääntyy merkittävästi, mikä tarkoittaa kuljetusten aiheuttamien ilmapäästöjen kasvua sekä rakennustöiden aiheuttamaa lisääntynyttä pölyä.

Käyttövaiheeseen liittyy yleisesti ottaen suhteellisen vähän kuljetuksia. Kuljetukset koostuvat pääasiassa kulutustarvikkeiden toimituksista, jätekuljetuksista sekä henkilöstön kuljetuksista laitokselle ja sieltä pois.

Sekundääripiirin kondensaattorin ylimääräisen lämmön poistamiseen voidaan käyttää ilmajäähdytystä. Yleisperiaatteena on, että vesi jäähdytetään haihtumisen avulla. Tämä prosessi aiheuttaa tiettyä veden kulutusta, ja tapahtuva haihtuminen voi aiheuttaa näkyvää höyryä.

Ilmapäästöjen aiheuttamia seurauksia ihmisten terveydelle arvioidaan kohdassa 8.1.

7.9. Radioaktiiviset päästöt normaalikäytön aikana

Käyttövaiheen aikana reaktoreista poistetaan ilmanvaihtokanavien kautta ilmaa, joka sisältää erittäin pieniä määriä radioaktiivisia aineita. Syntyy myös prosessivettä, joka voi sisältää radioaktiivisuutta ja joka voidaan puhdistuksen jälkeen päästää vastaanottajaan (recipient). Ydinvoimalaitokselta vaadittuja sääntöjä ja vaatimuksia on noudatettava, ja on suoritettava varmentavat laskelmat osoittamaan, että yleisölle asetettu annosrajoitus voidaan noudattaa sekä että päästöt ovat niin alhaisia kuin on mahdollista ja kohtuullista.

Radioaktiivisten aineiden päästöjen seuraukset ihmisten terveydelle normaalikäytön aikana arvioidaan kohdassa 8.1.4.

7.10. Riski ja turvallisuus

7.10.1. Konventionaaliset riskit

Riskitunnistuksessa on tunnistettu useita riskilähteitä toiminnalle käyttövaiheessa:

- Ympäristölle tai terveydelle vaarallisten aineiden käsittely
- Syttyvien tai räjähtävien aineiden käsittely
- Tiettyjen vaarallisten aineiden käsittely, jotka voivat aiheuttaa vakavan kemikaalionnettomuuden
- Suurten määrien palavan tai orgaanisen materiaalin varastointi
- Korkean paineen tai korkean lämpötilan alla käsiteltävät aineet
- Jäähdytyslaitteet ja/tai alhaisessa lämpötilassa käsiteltävät aineet
- Ajoneuvoliikenne toimitusten tai kunnossapitotoimenpiteiden yhteydessä
- Pölyävät ympäristöt tai muu räjähdysvaarallisen ympäristön riski (ATEX)

Lyijyn mahdolliset leviämisreitit onnettomuustilanteissa on analysoitu SEALER-E:n, Blykallan sähköisen testireaktorin, osalta. Selvityksessä keskityttiin siihen, millaisissa olosuhteissa nestemäisen lyijyn vuoto jäähdytyspiiristä voi tapahtua ja onko skenaarioita, jotka voivat johtaa lyijyn leviämiseen, esimerkiksi laitteiston tai viereisten tilojen tulipalon yhteydessä. Selvityksessä ei tunnistettu fyysisiä edellytyksiä skenaarioille, joissa terveydelle vaarallisia määriä lyijyä leviäisi ympäristöön.

Vastaava analyysi nukleaarille reaktorille, SEALERille, suoritetaan jatkuvan lupatyön puitteissa.

Rakennusvaiheen aikana esiintyy rakennustyövaiheita, jotka sisältävät onnettomuusriskejä, kuten raskaat kuljetukset, raskaat nostot, kaivutyöt, räjäytykset, kuumat työt (heta arbeten) ja vastaavat.

7.10.2. Radiologiset riskit

Ydinreaktorin turvallisuusanalyysissä tunnistetaan potentiaaliset suunnittelemattomat tapahtumat, niiden arvioitu esiintymistajuus sekä mahdolliset seuraukset. Tapahtumat luokitellaan taajuuden mukaan, ja kunkin kategorian osalta sovelletaan hyväksymiskriteereitä yleisön edustavalle henkilölle aiheutuvan maksimaalisen säteilyannoksen osalta.

Uusille ydinvoimaloille, jotka eivät ole kevytvesityyppisiä, ei ole tällä hetkellä asetettu hyväksymiskriteerejä. SEALER-reaktoreiden suunnittelutyö perustuu siten ehdotettuihin kriteereihin (katso kohta 5.1.5). Yksityiskohtainen turvallisuusanalyysi suoritetaan myöhemmässä vaiheessa, kun yksityiskohtaisempi rakenne on valmis.

Vaatimukset tarkoittavat, että tunnistettujen tapahtumien aiheuttamat säteilyannokset yleisölle on oltava hyväksymiskriteerien alapuolella, ja vaikka hyväksymiskriteeri alittuisi, rakenteen on oltava optimoitu siten, että annos on niin alhainen kuin on kohtuullista.

Erittäin epätodennäköisille tapahtumille (vakavat onnettomuudet) ei sovelleta erityisiä annoskriteereitä, vaan niitä hallitaan varautumistoimenpiteiden suunnittelulla.

Ydinvoimalaitosten ympärille määritellään sisempi ja ulompi varautumisalue (beredskapszon). Nykyisillä kevytvesireaktoreilla nämä ovat noin 5 kilometriä (sisempi vyöhyke) ja 25 kilometriä (ulompi vyöhyke). SEALER-reaktoreiden, joilla on pienempi teho ja jotka käyttävät eri tekniikkaa, varautumisalueiden arvioidaan alustavasti voivan olla huomattavasti pienempiä, arviolta noin 1 kilometri (sisempi vyöhyke) ja 5 kilometriä (ulompi vyöhyke). Lopullinen vyöhykkeiden laajuus määritetään myöhemmässä vaiheessa.

Sisemmän varautumisalueen tarkoituksena on mahdollistaa nopea evakuointi onnettomuuden sattuessa suorien säteilyvaurioiden välttämiseksi. Ulomman varautumisalueen tarkoituksena on vähentää pitkäaikaisten terveysvaikutusten riskiä suunniteltujen suojatoimenpiteiden avulla.

Varautumisalueilla voi tulla ajankoasaiseksi joditablettien ennaltajakelu osana varautumistoimenpiteitä.

Laitoksen ympäristön viestintäinfrastruktuuuri (tiet, rautatiet, satama jne.) ei vaikuta laitokseen normaalikäytön tai pienten häiriöiden aikana. Ydinvoimalaitosten varautumissuunnittelu kattaa myös erittäin epätodennäköiset tapahtumat. Tällaisessa tapahtumassa odotetaan yleisön evakuointia sisemmästä varautumisalueesta ja ainakin osittain ulommalta varautumisalueelta, jotka tämän jälkeen suljetaan yleisöltä. Radioaktiivisten aineiden päästötapauksen sattuessa viestintäinfrastruktuuria voivat edelleen käyttää tapahtuman hallinnasta vastaavat toimijat, noudattaen asianmukaisia säteily-suojatoimenpiteitä. Tarkat toimenpiteet päätetään kunkin tapahtuman ja olosuhteiden, kuten sään, perusteella.

8. YMPÄRISTÖSEURAUKSET

Tässä osiossa kuvataan ympäristövaikutuksia ja seurauksia, joita suunnitelmaehdotuksen arvioidaan aiheuttavan. Pääasiassa kuvataan seurauksia suunnitelman toteuttamisen jälkeen (ydinvoimatoiminnan käytön aikana), mutta myös rakennusvaiheen näkökulmia kuvataan niissä kohdissa, joissa se on relevanttia paikan soveltuvuuden arvioinnin kannalta.

Ympäristöseurauksien arviointi on tehty suhteessa nollavaihtoehtoon.

8.1. Ihmisten terveys

8.1.1. Melu

Toiminta aiheuttaa melua sekä rakennus- että käyttövaiheessa. Koska lähimmät asuinrakennukset sijaitsevat noin kilometrin etäisyydellä, arvioidaan edellytysten olevan hyvät sille, että sovellettavat melun ohjearvot voidaan pitää rajoissa rakennus- ja käyttövaiheen aikana. Ulkoiset kuljetukset toiminta-alueen ulkopuolella ovat lukumäärällisesti suhteellisen vähäisiä. Tämän vuoksi niiden ei arvioida aiheuttavan merkittävää kasvua liikennemelutasoissa julkisella tieverkolla.

Arvio on, ettei suunnitelmaehdotus aiheuta haittaa ihmisten terveydelle melun vuoksi. Voimassa olevien ohjearvojen arvioidaan olevan saavutettavissa. Laitos rakennetaan ympäristökaaren (miljöbalken) vaatimusten mukaisesti, ja mahdollisuudet melua vähentäviin suojoitoimenpiteisiin arvioidaan hyviksi. Tämän perusteella arvioidaan, että ehdotetulle perustamiselle on edellytykset.

8.1.2. Ilma

Pääasialliset ilmapäästöt liittyvät kuljetuksiin tai mahdolliseen ilmajäähdytyslaitteistoon (vesihöyry).

Rakennusvaiheen aikana kuljetusten määrä lisääntyy, mikä voi tarkoittaa ilmapäästöjen kasvua. Rakennustyöt voivat lisätä pölyä paikan päällä. Käyttövaiheeseen liittyy yleisesti ottaen suhteellisen vähän kuljetuksia alueelle. Rakennus- ja käyttövaiheen kuljetukset aiheuttavat muun muassa hiukkas- ja typen dioksidipäästöjä. Nykyisen tietopohjan perusteella näiden lisäykset sekä alueellisesti että paikallisesti sekä rakennus- että käyttövaiheessa arvioidaan kuitenkin olevan merkityksettömiä.

Mikäli käytetään ilmajäähdytystä reaktoreiden sekundääripiirin kondensaattorin ylimääräisen lämmön poistamiseen, jäähdytys tapahtuu haihtumisen avulla, mikä voi aiheuttaa näkyvää höyryä. Veden esikäsitteily ennen käyttöä ja kemikaalien lisääminen voi olla tarpeen biologisen kasvun estämiseksi sekä legionellan leviämisen riskin minimoimiseksi aerosoleiden välityksellä.

Toiminnan ei odoteta aiheuttavan muita ilmapäästöjä normaalikäytön aikana. Radiologisia päästöjä kuvataan kohdassa 8.1.4.

Nykyisen tietopohjan perusteella arvioidaan, ettei suunnitelmaehdotus aiheuta haittaa ihmisten terveydelle tai ympäristölle ilmansaasteiden vuoksi. Arvioidaan myös, ettei suunnitelmaehdotus johda siihen, että ulkoilman laatuasetuksen (2010:477) mukainen ympäristölaatunormi ylittyisi. Tämän perusteella arvioidaan, että ehdotetulle perustamiselle on edellytykset.

8.1.3. Virkistys ja ulkoilu

Alueella tai sen lähistöllä ei ole ulkoilun valtakunnallista etua (riksintresse). Alue aidataan, mikä rajoittaa yleisön pääsyä alueelle. Virkistys ja ulkoilu voivat jatkua ympäröivällä metsäalueella.

Arvioidaan, ettei suunnitelmaehdotus aiheuta merkittävää vaikutusta virkistykseen ja ulkoiluun. Tämän perusteella arvioidaan, että ehdotetulle perustamiselle on edellytykset.

8.1.4. Radiologiset päästöt normaalikäytön aikana

Ydinvoimalaitokselta vaadittuja sääntöjä ja vaatimuksia on noudatettava, ja on suoritettava varmentavat laskelmat. Normaalikäytön aikana säteilyturvasäädöksen mukaan yleisölle asetettu annosrajoitus päästöistä on enintään 0,1 mSv/vuosi. Tämä annosrajoitus koskee koko ydinvoimalan päästöjä, johon voi kuulua useita ydinreaktoreita. Päästöjen annos lasketaan kuvitteelliselle yleisön henkilölle, joka asuu ydinvoimalan välittömässä läheisyydessä, samalla kun annos pienenee voimakkaasti etäisyyden kasvaessa ydinvoimalasta.

Vertailun vuoksi Ruotsin asukas saa keskimäärin täysin luonnollisen säteilyannoksen 1–2 mSv/vuosi (Strålsäkerhetsmyndigheten, 2025).

Lähimmät asuinrakennukset ovat Norrsundetissa, noin kilometrin päässä suunnitelma-alueesta.

Alueesta saatavilla olevan tiedon perusteella arvioidaan, ettei suunnitelmaehdotus aiheuta haittaa ihmisten terveydelle normaalikäytön radiologisten päästöjen vuoksi. Tämän perusteella arvioidaan, että ehdotetulle perustamiselle on edellytykset.

8.1.5. Riski ja turvallisuus

Konventionaaliset riskit

Ehdotetussa toiminnassa on tunnistettu onnettomuusriskejä näkökulmista, joita yleensä huomioidaan ympäristökaaren (miljöbalken) mukaisesti. Reaktoreissa käytetään lyijyä jäähdytysväliaineena suljetussa kierrossa määrissä, jotka ylittävät Seveso-lain korkeamman vaatimustason, mikä tarkoittaa, että laitoksesta tulee niin kutsuttu Seveso-laitos. Toiminnan yhteydessä käsitellään myös pieniä määriä muita vaarallisia aineita esimerkiksi vedenpuhdistusta, käyttöä ja kunnossapitoa sekä mahdollisesti varavoiman polttoaineena. Näihin liittyvien onnettomuusriskien ei arvioida olevan niin merkittäviä, että ne vaikuttaisivat laitoksen yleiseen paikantamiseen, mutta ne on huomioitava tulevilla vaiheilla.

Ympäristössä olevista onnettomuusriskeistä olennaisiksi arvioidut on tunnistettu seuraavasti:

● Vaarallisten tavaroiden kuljetukset

Suosittelun tieverkko vaarallisten tavaroiden kuljetuksille koostuu maakunnan tiestä 575 Norrsundsvägen (noin 800 metriä) sekä valtatiestä E4 (hieman yli neljä kilometriä). Vaarallisten tavaroiden rautatiekuljetuksia voi esiintyä teollisuusraiteella, joka liittyy Norrsundetiin etelästä ja sijaitsee lähimmillään noin 150 metrin etäisyydellä ydinenergiailaitosten ehdotetusta sijainnista. Vaarallisten tavaroiden kuljetusonnettomuuksien riskivaikutusten ei arvioida olevan niin merkittäviä, että ne vaikuttaisivat ehdotettuun paikantamiseen.

● Onnettomuusriskit Norrsundetin satama-alueella

Laiturilla käsitellään erilaisia tavaroita, kuten puutuotteita, koksia ja jätettä. Satama-alueella tapahtuu käsiteltävien tuotteiden varastointia (sekä sisä- että ulkotiloissa) sekä maalien, maa-aineksen ja lietteen varastointia sekä koneiden sijoittamista. Tällaisen toiminnan tyypilliset onnettomuusriskivaikutukset ympäristöön voivat sisältää tulipaloja, jotka aiheuttavat lämpösäteilyä (lähialueella) ja häiriöitä palosavun muodossa. Nykyinen etäisyys ydinenergiailaitoksen ehdotettuun sijaintiin tarkoittaa kuitenkin, ettei merkittävä onnettomuusriskivaikutusta arvioida olevan.

● Onnettomuusriskit mahdollisen tulevan bioraffinaderin perustamisen yhteydessä

Yritys on saanut luvan (Mark- och miljödomstolen Östersundin käräjäoikeudessa, asia nro M 2154-23 osatuomio 28. marraskuuta 2024) perustaa bioraffinaderin Norrsundetin teollisuusalueelle (ei otettu käyttöön [ej ianspråktaget], käyttöönottoaika on 7 vuotta). Mikäli bioraffinaderi rakennetaan, se kattaisi vihreiden polttoaineiden, kuten lentopolttoaineen, dieselin tai bensiinin, tuotannon ja varastoinnin sellaisessa mittakaavassa, että siitä tulee korkeamman vaatimustason Seveso-laitos. Prosessissa esiintyy helposti syttyviä aineita, jotka mahdollisen onnettomuuden sattuessa voivat aiheuttaa vaikutuksia ympäristöön ja osiin suunnittelualueesta lämpösäteilyn, sirpaleiden, paineaallon ja palokaasujen muodossa. Jäähdytyslaitteet voivat sisältää ammoniakkia (jopa 25 tonnia), joka on myrkyllinen kaasu ja aiheuttaa riskivaikutuksia ympäristöön. Kokonaisuudessaan arvioidaan, että toiminta (mikäli se rakennetaan) aiheuttaa suunnittelualueelle onnettomuusriskivaikutuksia, jotka on huomioitava, muun muassa siitä tosiasiasta, että kahden lähekkäisen Seveso-laitoksen on toimittava yhteistyössä. Arvioidaan, että on edellytyksiä hallita tätä mahdollista riskivaikutusta suunnittelualueella erilaisilla asianmukaisilla suojatoimenpiteillä. Luvan saanut toiminta ei siten arvioida mahdottomaksi tekevän ydinenergiailaitoksen yleistä paikantamista.

Säännöllisen työympäristötyön avulla nykyisen käytännön mukaisesti, jossa huomioidaan työntekijöiden olennaiset riskit ja vaikutukset työalueella, arvioidaan, että onnettomuusriskejä voidaan hallita sekä käyttö- että rakennusvaiheessa ilman merkittävää riskiä vaikutuksista ihmisten terveyteen ja ympäristöön laitoksen ympäristössä.

Muuttuvaan ilmastoon ja lisääntyneisiin sään ääri-ilmiöihin liittyviä riskejä käsitellään tulevissa suunnittelu- ja lupaprosesseissa.

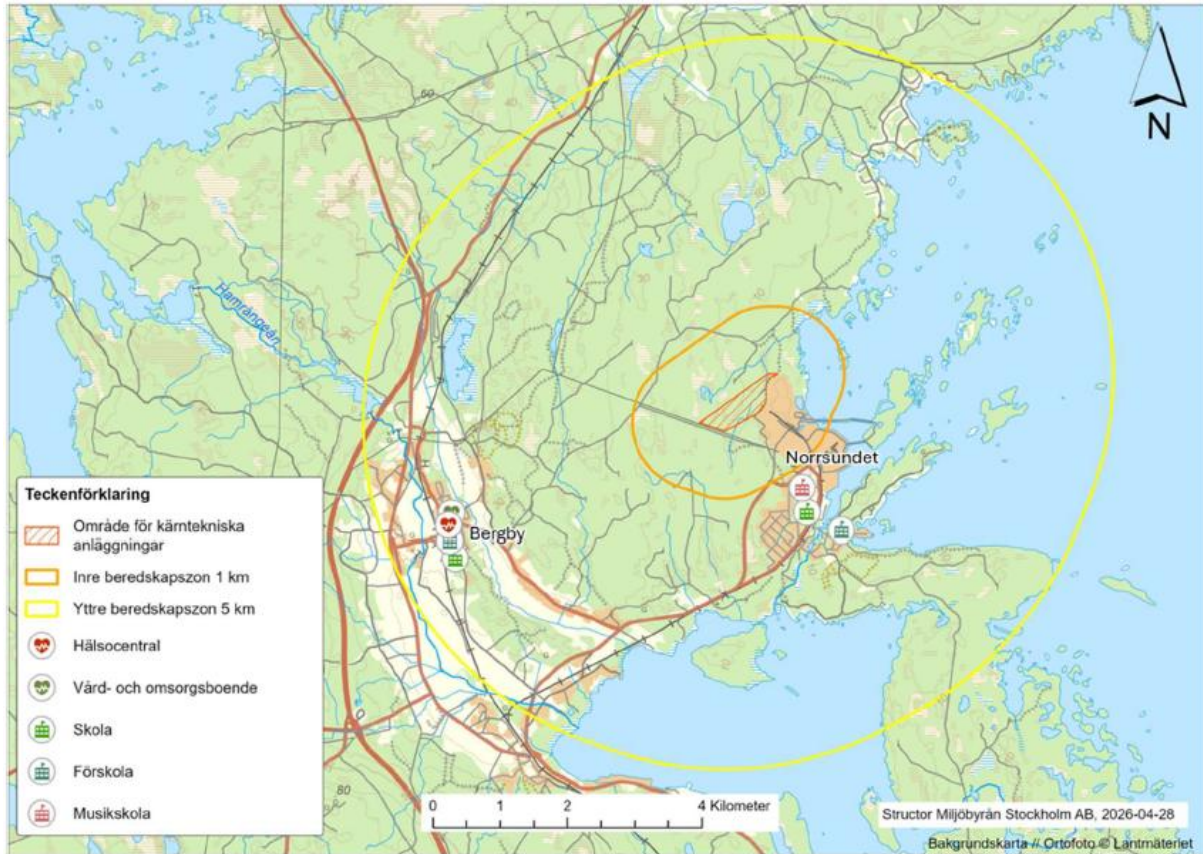
Radiologiset riskit

Suunnittelemattomia tapahtumia varten on määritetty tapahtumaluokkia, ja jokaiselle tapahtumaluokalle on hyväksymiskriteeri koskien yleisön edustavan henkilön saamaa maksimaalista annosta. Ydinenergiailaitokset on suunniteltava siten, että yleisön edustavan henkilön säteilyannos tapahtumien aikana on pienempi kuin kunkin tapahtumaluokan hyväksymiskriteeri; vaikka hyväksymiskriteeri alittuisi, rakenteen on oltava optimoitu, jotta annos olisi niin alhainen kuin on kohtuullista.

Erittäin epätodennäköisten tapahtumien hallitsemiseksi perustetaan varautumisalueita (sisempi/ulompi). Norrsundetiin suunniteltavaa laitosta koskeva varautumisalueiden selvitys on laadittu ja se on tiivistetty alla (Blykalla, 2026). Varautumisalueilla on ennalta jaettuja varoittimia, joditabletteja ja tietoa yleisölle. On myös evakuointisuunnitelmia, jotta onnettomuuden sattuessa sekä sisempi että ulompi varautumisalue voitaisiin evakuoida nopeasti. Maksimaalinen sisempi ja ulompi varautumisalue on arvioitu. Sisempi varautumisalue kattaa pääasiassa Norrsundetin teollisuusalueen ja metsämaan. Sisemmällä varautumisalueella ei ole pysyvästi asuvia henkilöitä eikä muita herkkiä toimintoja, kuten kouluja tai terveydenhuollon yksiköitä.

Ulompi varautumisalue sisältää pääasiassa metsämaata ja maatalousmaata. Hieman yli kilometrin etäisyydellä ydinenergiailaitosten alueesta kaakkoon sijaitsee Norrsundetin taajama ja hieman yli 3 kilometrin etäisyydellä toiminta-alueesta lännessä sijaitsee Bergbyn taajama, jotka molemmat kuuluvat ulompaan varautumisalueeseen. Muuten alue on harvaan asuttua. Ulommalla varautumisalueella asuu pysyvästi noin 2500 henkilöä. Ulommalla varautumisalueella on terveyskeskus sekä hoiva- ja palvelukoti Bergbyssä. Siellä on myös alakoulu ja esikoulu. Norrsundetissa on alakoulu, esikoulu ja musiikkikoulu.

Katso Kuva 8-1 arvioidun maksimaalisen sisemmän ja ulomman varautumisalueen laajuudesta, yksi ja viisi kilometriä ydinenergiailaitosten alueen ulkorajalta. Vyöhykerajojen tarkka kulku päätetään viranomaisten toimesta myöhemmässä vaiheessa, ja siinä otetaan mahdollisuuksien mukaan huomioon myös maastossa olevat asianmukaiset fyysisesti näkyvät rajaukset mahdollisimman suuren selkeyden varmistamiseksi. Näiden näkökohtien vuoksi ei ole tällä hetkellä tiedossa, tuleeko valtatie E4 tai Ostkustbanan-rata kuulumaan ulompaan varautumisalueeseen vai ei.



Kuva 8-1. Arvioitujen maksimaalisten sisemmän ja ulomman varautumisalueen laajuus yksi ja viisi kilometrin etäisyydellä ydinenergiailaitosten alueen ulkorajasta.

Ehdotetun ydinenergiailaitosten alueen paikantaminen on varautumisen näkökulmasta erittäin sopiva. Arvioidut maksimaaliset varautumisalueet kattavat rajoitetun määrän asukkaita ja herkkiä toimintoja, mikä helpottaa suunnittelua ja kiireellisten suojoitoimenpiteiden toteuttamista.

8.2. Maaperäolosuhteet

Suunnitelmaehdotuksen on mahdollistettava laitokset, jotka vaativat perustamisen peruskallioon noin 15 metrin syvyyteen maanpinnasta. Suunnittelualueen maaperä koostuu pääasiassa moreenista peruskallion päällä. Kallio on suhteellisen lähellä pintaa, ja on joissakin kohdin paljasta kalliota, mikä tarkoittaa, että suunnittelualue tarjoaa edellytykset perustamiseen niillä alueilla, joilla kallio on pinnassa. Alueella esiintyy joitakin pieniä turvealueita, mutta suurin tutkittu paksuus on ollut alle metrin.

Ohut maakerros rajoittaa maaperän pohjavesivarantoa. Samanaikaisesti kaivannon pohja sijaitsee Itämeren vedenpinnan alapuolella. Suunnittelualueen ja Itämeren rantaviivan välinen etäisyys on lyhimmillään hieman yli 300 metriä, mikä on suotuisaa veden tunkeutumisen riskin

vähentämiseksi, sillä kaivannon ja Itämeren välissä säilyy kalliota. Suunnitelman mahdollistaman laitoksen on oltava vedenpitävällä perusrakenteella, ja kallio on tiivistettävä pohjaveden tunkeutumisen estämiseksi.

Pohjaveden pintaa on tilapäisesti laskettava rakennusvaiheen yhteydessä sekä mahdollisesti myös käyttövaiheessa. Pohjaveden laskemiseen liittyy yleisesti riskejä maaperän painumista, mikä voi aiheuttaa vaurioita rakennuksille, putkistoille ja muulle infrastruktuurille.

Pohjavesivarannon laskemiseen liittyy myös riski vaikutuksista pohjavedestä riippuvaiseen kasvillisuuteen. Tällaisten vaikutusten ehkäisemiseksi rakennusvaiheessa voidaan käyttää suojainfiltraatiota, mikä tarkoittaa veden lisäämistä pohjavesivarantoon haitallisesti alhaisten pohjavesitasojen välttämiseksi. Toinen mahdollinen suojatoimenpide voi olla esimerkiksi mukautettu työtapo, kuten pohjaveden poiston keston rajoittaminen.

Etäisyys valtion infrastruktuuriin, kuten tie- ja rautateihin, on noin 3–4 kilometriä, minkä vuoksi näiden ei arvioida kärsivän vaikutuksia mahdollisesta pohjaveden laskemisesta.

Pohjaveden laskemisen laajuus, vaikutusriski ympäristöön ja suojatoimenpiteiden tarve selvitetään tarkemmin tulevassa lupaprosessissa.

Suunnitelmaehdotuksen mahdollistama laitos mukautetaan tulevat ilmastonmuutokset huomioiden. Tämä sisältää rankkasateiden ja tulvien aiheuttamien virtausten hallinnan ja ohjauksen. Laitossuunnittelualue (anläggningsplanområde) koostuu rakentamattomasta maasta, ja maan korkeustaso voidaan siten suunnitella kestävämmän useampia sään ääri-ilmiöitä, kuten rankkasateita ja tulvia. Laitos mukautetaan siten, että pinnalla valuva hulevesi virtaa pois rakennuksista ja muusta herkästä infrastruktuurista.

Hulevesien hallinta suunnitellaan lisäksi siten, että sadeveden viivästyttäminen ja puhdistaminen voidaan toteuttaa kiinteistön omalla alueella. Ilmastotekijät huomioidaan hulevesiselvityksessä tulevassa suunnittelu- ja lupaprosessissa.

Muuttunut ilmasto tarkoittaa Itämeren vedenpinnan nousua. Arvioidaan, ettei keskimääräisen vedenpinnan nousu Gävleessä +27 senttimetriin aiheuta hallitsematonta riskiä.

Laitossuunnittelualueen korkeus vaihtelee välillä +7,5–+10,8 (korkeudet RH2000-järjestelmässä).

Saatavilla olevan tiedon perusteella arvioidaan, että ehdotetulle perustamiselle on edellytykset.

8.3. Luonnonympäristö ja lajit

Suunnitelmaehdotus tarkoittaa luonnonmaan käyttöön ottamista (ianspråktagande), joka koostuu käytetystä metsämaasta, jolla on yleisesti alhaiset luontoarvot ja rajoitetut arvot suojeltujen lajien elinympäristöihin liittyen, lukuun ottamatta suunnittelualueen lounaiskärkeä, jossa on korkeammat luontoarvot. Koska alueella esiintyy sopivia elinympäristöjä ja suojeltuja lajeja, arvioidaan, että lupaprosessin tulevissa vaiheissa tarvitaan jatkotutkimuksia ja selvityksiä. Mukautuksia ja suojatoimenpiteitä saatetaan tarvita, mutta saatavilla olevan tiedon perusteella arvioidaan, ettei suunnitelmaehdotus aiheuta merkittävää negatiivista vaikutusta luonnonympäristöön. Saatavilla olevan tiedon perusteella arvioidaan siten, että ehdotetulle perustamiselle on luonnonympäristön näkökulmasta edellytykset.

Noin kahden kilometrin päässä laitossuunnittelualueesta idässä sijaitsee luonvonsuojelun valtakunnallinen etu (riksintresse) Lindön-Björnön-Iggösundet. Alue sijaitsee vesiesiintymässä S S M Bottenhavets kustvatten ja muutaman kilometrin etäisyydellä pisteistä, joita tutkitaan mahdollisina jäähdytysveden otto- ja poistopisteinä alueen muissa vesiesiintymissä. Lindönin ja

Iggönin välinen vesialue, joka sijaitsee vielä kilometrin päässä, on erityisen arvokas kalojen kutu- ja kasvualueena. Jos jäähdytysveden otto tulisi ajankohtaiseksi vesiesiintymässä S S M Bottenhavets kustvatten, ottopiste sijoitettaisiin lähemmäs valtakunnallista etua (riksintresse) Lindön-Björnön-Iggösundet. Ottopiste ja siihen liittyvä putkisto sijoitetaan kuitenkin edelleen valtakunnallisen etualueen ulkopuolelle ja etäisyydelle. Arvioidaan, että sijoittelun ja suunnittelun mukauttamiselle on hyvät mahdollisuudet, jotta merkittävän vaikutuksen riski valtakunnalliseen etuun vältetään. Tätä selvitetään tarkemmin tulevaisuuden lupaprosesseissa. Jäähdytysveden poisto ei ole ajankohtaista vesiesiintymässä S S M Bottenhavets kustvatten.

Suoritetut alustavat mallinnukset osoittavat, että jäähdytysveden poistosta aiheutuva lämpövaikutus leviää koilliseen, eli pois päin valtakunnallisesta etualueesta. Valtakunnallisen edun arvot sijaitsevat maa- ja vesienympäristöissä, jotka ovat mallissa osoitetun lämpövaikutusalueen ulkopuolella. Putkistojen rakentamisen yhteydessä toteutetaan suojoitoimenpiteitä, jotta työistä aiheutuva samentuminen vältetään. Arvio on, että jäähdytysveden otto ja poisto ei aiheuta merkittävän vahingon riskiä luonvonsuojelun valtakunnalliselle edulle (riksintresse) Lindön-Björnön-Iggösundet.

8.4. Vesienympäristö ja vaikutukset ympäristölaatunormeihin

Vesienympäristöön ja ympäristölaatunormeihin kohdistuvan vaikutuksen arviointi perustuu siihen, missä määrin suunnitelmaehdotus vaikuttaa vesiesiintymien tilaan, myötävaikuttaa heikentymiseen tai vaikeuttaa voimassa olevien ympäristölaatunormien saavuttamista.

Sekä hulevesien poisto että jäähdytysveden otto ja poisto voivat vaikuttaa kyseisiin pintavesiesiintymiin. Etäisyyden ja lähialueen pohjaveden virtauksien perusteella suunnitelmaehdotus ei vaikuta mihinkään pohjavesiesiintymään.

8.4.1. Hulevedet

Hulevesien epäpuhtaudet ovat yleensä merkittävä tekijä vesistöjen kuormituksessa rakennettujen alueiden yhteydessä. Hulevesien hallinnan on siten tapahduttava siten, ettei poisto vastaanottajaan (recipient) vaaranna ympäristölaatunormeja. Tulevia lupaprosesseja (asemakaava ja ympäristökaaren mukainen lupa) varten laaditaan hulevesiselvitys, jossa lasketaan virtaukset ja epäpuhtauksien pitoisuudet sekä selvitetään hulevesien viivästyttämisen ja puhdistamisen tarve. Suunnitelmaehdotuksen seurauksena ei odoteta syntyvän muita epäpuhtauksia kuin niitä, joita esiintyy tyypillisesti vastaavassa teollisuustoiminnassa.

Hulevesien osalta arvioidaan, ettei suunnitelmaehdotus vaikuta mahdollisuuteen saavuttaa hyvä kemiallinen ja ekologinen tila kyseisissä vesiesiintymissä. Arvioidaan, että on hyvät mahdollisuudet kerätä hulevedet ja tarvittaessa rakentaa järjestelmä hulevesien viivästyttämiseksi ja puhdistamiseksi ennen poistoa vastaanottajaan (recipient).

8.4.2. Jäähdytysveden otto ja poisto

Reaktoripuiston tarvitsema jäähdytysveden määrä riippuu monista tekijöistä, mutta tässä tapauksessa arviot perustuvat siihen, että kuuden SEALER-reaktorin käytössä tarvitaan noin 18 m³/s jäähdytysvettä. Erilaisten ratkaisujen tutkiminen jäähdytysveden ottoon ja poistoon on käynnissä. Lämpövaikutuksista tehdään hydrodynaamisia mallinnuksia pohjaksi arvioinnille siitä, onko tämän kokoisen jäähdytysveden otto toteutettavissa ilman sallimattomia vaikutuksia vesialueella.

Ruotsin nykyisissä ydinvoimaloissa suoritettavat vuotuiset vastaanottajakontrollit osoittavat jäähdytysveden oton negatiivisen vaikutuksen, sillä kaloja kuolee imeytyessään jäähdytysveden ottoon. Nykyiset ydinvoimalat tarvitsevat kuitenkin huomattavasti suurempia määriä

jäähdytysvettä kuin SEALER-reaktorit. On myös erilaisia suojatoimenpiteitä, joilla vaikutusta voidaan vähentää, kuten jäähdytysveden oton suunnittelulla.

Suoritetuissa mallinuksissa oletetaan, että poistovesi voi olla noin 10 astetta lämpimämpää kuin ottovesi. Jäähdytysveden otto ja lämmitetyn veden poisto voivat vaikuttaa lähialueen vesieläimiin ja -kasveihin. Vaikutus voi olla esimerkiksi kohonnut aineenvaihdunta, joka voi johtaa ravinnepulaan, tai ongelmia rekrytoinnissa, kun munia, toukkia ja poikasia menetetään otossa tai ne altistuvat lämpöshokeille. Paikallisen lämpenemisen seurauksena voi myös esiintyä ongelmia invasiivisten lajien kanssa.

Alustavien hydrodynaamisten mallinnusten tulokset osoittavat lämmitetyn veden leviävän maantieteellisesti poistopisteen ympärillä olevilla matalilla alueilla. Tulevat pelagiset tutkimukset (plankton, pohjaeläimistö, kalat jne.) muodostavat pohjan jatkomallinuksille ja arvioinnille siitä, miten putkistot sijoitetaan asianmukaisesti negatiivisen vaikutuksen välttämiseksi tai ainakin kohtuullisesti rajoittamiseksi. Jäähdytysveden otto ja poisto sijoitetaan joko Norrsundetin tai Fårholmenin vesiesiintymään, tai vaihtoehtoisesti otto voidaan sijoittaa vesiesiintymään S S M Bottenhavets kustvatten.

Siinä tapauksessa, että jäähdytysveden otto- ja poistopisteet sekä niihin liittyvät vesiputkistot sijoitetaan saastuneiden sedimenttien yhteyteen Norrsundetin vesiesiintymässä (WA87973988), on toteutettava suojatoimenpiteitä huomioiden aiemmasta teollisuustoiminnasta peräisin olevat saastuneet ja kuitopitoiset sedimentit. Tämä johtuu siitä, että vedessä tehtävät työt sekä jäähdytysveden otto- ja poistovirrat voivat aiheuttaa pohjasedimenttien samentumista ja leviämistä, mikä voisi entisestään heikentää vesiesiintymän kemiallista tilaa. Jos tällaisen vaikutuksen riski on olemassa, arvioidaan, että voidaan toteuttaa asianmukaiset suojatoimenpiteet, jotta pohjasedimenttien ympäristömyrkköjen leviäminen vältetään sekä käyttö- että rakennusvaiheessa. Esimerkiksi saastuneet sedimentit voidaan peittää suojaavalla ja eroosiota estävällä materiaalilla, kuten betonimattialla, geotekstiilillä tai eristyspeitteellä, esimerkiksi hiekalla ja kivellä. Esimerkkejä suojatoimenpiteistä, joita voidaan käyttää mahdollisissa saastuneiden pohjasedimenttien töissä, ovat suojaavat samentumisesteet (esimerkiksi siltiverkot), jotka rajoittavat hiukkasten leviämistä. Lisäksi on useita erityisesti suunniteltuja ruoppausmenetelmiä saastuneissa sedimenteissä tehtäviin töihin, jotka minimoivat leviämisriskit, kuten ympäristökauhalla tehtävä imuruoppaus tai alhaisen virtauksen ruoppaus (Åtgärdsportalen, 2026) (Teknikmarknad, 2020).

Mitä tulee laatutekijöihin, joiden vuoksi Norrsundetin ja Fårholmenin vesiesiintymät eivät saavuta hyvää ekologista tilaa, sekä otto- että poistopiste on sijoitettava nämä huomioiden, ja erityisesti poistopiste. Poistopiste on sijoitettava paikkaan, jossa on riittävä syvyys, jotta lämpötilan nousuun liittyviä vaikutuksia, erityisesti biologisia laatutekijöitä, voidaan lieventää. Virtausmuutosten (laatutekijä hydrografiset olosuhteet) sekä morfologisten muutosten ja jatkuvuuden (laatutekijät rannikkovesien konnektiivisuus ja rannikkovesien morfologinen tila) osalta arvioidaan, että myös näihin voi vaikuttaa jäähdytysveden otto ja poisto, mutta vähäisemmässä määrin kuin biologisiin laatutekijöihin.

Jatkomallinuksia, pelagisia tutkimuksia sekä sedimenttinäytteitä on suoritettava seuraavan lupaprosessin puitteissa, jotta otto- ja poistopisteiden sijoittelu voidaan tarkentaa siten, että vaikutukset rajoitetaan, herkäät alueet suojataan eikä ympäristönlautunormeja heikennetä tai vaaranneta.

Yllä olevan perusteella arvioidaan, ettei suunnitelmaehdotus – siinä tapauksessa, että jäähdytykseen käytetään merivettä – heikennä mahdollisuutta saavuttaa hyvä kemiallinen ja

ekologinen tila kyseisissä vesiesiintymissä. Otto- ja poistopisteet sekä putkistot voitaisiin sijoittaa kyseisiin vesiesiintymiin. On hyvät edellytykset toteuttaa suojatoimenpiteitä mahdollisten vaikutusten estämiseksi saastuneisiin sedimentteihin, ja otto- ja poistopisteet voidaan sijoittaa ja suunnitella teknisesti siten, että ympäristövaikutukset jäävät mahdollisimman pieniksi.

Arvioidaan, ettei nykyisen tietopohjan perusteella tuleva ilmastonmuutos vaikuta tehokkaan jäähdtyksen mahdollisuuksiin; tätä tutkitaan tarkemmin tulevissa lupaprosesseissa.

8.5. Maan ja veden käyttöön ottaminen

Suunnitelmaehdotus tarkoittaa metsämaan käyttöön ottamista ydinenergiailaitosten perustamiseksi, mikä johtaa käynnissä olevan metsätalouteen perustuvan maankäytön muuttumiseen. Ympäristökaaren (miljöbalken) 3 luvun talouskäyttömääräysten (hushållningsbestämmelser) mukaisesti maa- ja vesialueita on käytettävä niille tarkoituksiin, joihin ne ovat soveltuvimpia, ottaen huomioon niiden luonteen, sijainnin ja tarpeen.

Ehdotettu alue sijaitsee välittömässä yhteydessä Norrsundetin teollisuusalueeseen, mikä tarkoittaa, että suunnitelmaehdotus on olemassa olevan maankäytön laajennus. Tämä tarkoittaa myös sitä, että tarve ottaa käyttöön lisää koskemattomia alueita muilla paikoilla rajoittuu.

Suunnittelualueella ei oteta käyttöön viljelyarvoista maatalousmaata. Maatalousmaata esiintyy ulommalla varautumisalueella, joka ympäröi ydinenergiailaitosten aluetta.

Sekä sisemmällä että ulommalla varautumisalueella esiintyy ammattikalastuksen valtakunnallinen etu (riksintresse). Valtakunnallinen etualue ulottuu rantaviivaan asti ja on siten jäähdtyksen otto- ja poistoputkistojen suunnitelmien kohteena. Rakennusvaiheessa vedessä tehtävät työt voivat aiheuttaa samentumista ja tilapäisiä rajoituksia kalastuksen mahdollisuuksiin niillä alueilla, joilla työt suoritetaan. Vaikutuksen arvioidaan olevan tilapäinen ja rajoittuvan pieneen osaan valtakunnallista etualueutta.

Käyttövaiheessa jäähdtyksen poisto aiheuttaa veden lämpötilan nousun enintään 10 asteella poistopisteessä. Suoritetut mallinnukset osoittavat, että lämpövaikutuksen laajuus on noin 2 km koilliseen. Vesialue Lindönin ja Iggönin välillä, joka on määritelty erityisen arvokkaaksi kalojen kutu- ja kasvualueeksi luonvonsuojelun valtakunnallisen edun (riksintresse) Lindön-Björnön-Iggösundet puitteissa, sijaitsee noin 3 km poistopisteistä kaakkoon ja siten ulkopuolella aluetta, jossa suoritettussa mallinnuksessa on osoitettu lämpövaikutusta. Kokonaisuudessaan arvioidaan, ettei putkistojen rakentaminen merkittävästi vaikeuta ammattikalastuksen harjoittamista. Mahdollisen jäähdtyksen järjestelmän suunnittelua ja käyttöä on tutkittava tarkemmin, jotta vaikutuksia ja mukautustarpeita voidaan arvioida tarkemmin.

Nykyisen tietopohjan perusteella kokonaisarvio on, että suunnitelmaehdotus on yhteensopiva yleisesti katsottuna hyvän maan ja veden käytön kanssa.

8.6. Kulttuuriympäristö ja maisema

Alueella ei ole rekisteröityjä muinaismuistoja tai muita tunnettuja kulttuurihistoriallisia jääniteitä. Suunnittelualue sijaitsee suhteellisen alhaisella korkeudella merenpinnasta, vaihdellen 10–15 metrin välillä. Alueen pienen korkeuden vuoksi alueella ei odoteta esiintyvän esihistoriallisia jääniteitä. Ei kuitenkaan voida sulkea pois sitä, että alueella on rekisteröimättömiä kulttuurihistoriallisia jääniteitä. Tätä osoittavat alueen pohjoispuolelle rekisteröidyt kämppäjääniteet (katso esimerkiksi L1951:5501 ja L1951:5502) sekä se, että maaston

varjostuskarttojen tutkimuksissa on voitu tunnistaa useita mahdollisia rekisteröimättömiä hiilikuoppia kyseisellä alueella.

Koska ei voida sulkea pois sitä, että alueella on rekisteröimättömiä kulttuurihistoriallisia jäänteitä, arkeologisen selvityksen tarve voi tulla ajankohtaiseksi myöhemmissä vaiheissa (asemakaavan laatiminen ja/tai ympäristökaaren mukainen lupa). Arvioidaan kuitenkin, ettei suunnitelmaehdotukseen vaikuta arkeologisen selvityksen tulokset. Mahdollisuutta mukautuksiin arvioidaan hyvänä.

Mahdollisten jäähdytysvesiputkistojen rakentamisen yhteydessä voi olla vaikutuksia myös meriarkeologisiin arvoihin, joita on mahdollisesti tutkittava tarkemmin. Mahdollisuutta mukauttaa suunnitelmia meriarkeologisten arvojen mukaan arvioidaan kuitenkin hyvänä.

Suunnitelmaehdotus sisältää laitoksen, joka vie noin 35 hehtaarin pinta-alan, sekä rakennusosia, kuten savupiippuja ja mahdollisia jäähdytyslaitteita, jotka voivat aiheuttaa visuaalisen muutoksen maisemaan.

Sillä perusteella, että alue sijaitsee Norrsundetin olemassa olevan teollisuusmaan yhteydessä ja että paikkakunnan kulttuurihistorialliset arvot liittyvät pitkälti sen teolliseen kehitykseen, arvioidaan, että uusi rakentaminen voidaan sovittaa osaksi olemassa olevaa maisemaa ja teollisuusympäristöä.

Sijainti olemassa olevan teollisuusympäristön yhteydessä yhdistettynä alueella ei tunnettujen jäänteiden esiintymiseen tarkoittaa, että perustaminen arvioidaan sopivaksi kulttuuriympäristön näkökulmasta.

9. KUMULATIIVISET VAIKUTUKSET

Arvioidaan, että kumulatiiviset vaikutukset, joita voisi syntyä suunnitellun toiminnan vaikutusten ja alueen muiden toimijoiden aiheuttaman ympäristövaikutuksen yhteisvaikutuksena, johtuvat ennen kaikkea suunnittelualueelle tulevasta ja sieltä lähtevästä liikenteestä sekä Norrsundetin teollisuusalueen läheisistä teollisuustoiminnoista.

Viereinen teollisuus- ja satama-alue voi aiheuttaa yhdessä suunnitellun toiminnan kanssa kumulatiivista melua, päästöjä ilmaan ja poistoja vastaanottajaan (recipient). Lisäksi voi syntyä kumulatiivisia vaikutuksia riskeihin siltä varalta, että suunniteltu bioraffinaderi toteutettaisiin (katso kohta 8.1.5). Mikäli bioraffinaderi rakennetaan, se kattaisi vihreiden polttoaineiden tuotannon ja varastoinnin sellaisessa mittakaavassa, että siitä tulee korkeamman vaatimustason Seveso-laitos. Kokonaisuudessaan arvioidaan, että toiminta (mikäli se rakennetaan) aiheuttaa onnettomuusriskivaikutuksia, jotka on huomioitava, muun muassa siitä tosiasiasta, että kahden lähekkäisen Seveso-laitoksen on toimittava yhteistyössä. Arvioidaan, että on edellytyksiä hallita tätä tilannetta erilaisilla asianmukaisilla suojatoimenpiteillä, minkä vuoksi kumulatiivisten vaikutusten ei arvioida mahdottomaksi tekevän ydinenergialaitoksen paikantamista.

Kumulatiivisia vaikutuksia tutkitaan tarkemmin tulevassa vaiheessa.

10. NOLLAVAIHTOEHDON YMPÄRISTÖVAIKUTUKSET

Nollavaihtoehto tarkoittaa, ettei suunnitelmaehdotusta toteuteta ja että aluetta käytetään edelleen metsätalouteen. Tällöin suunnitelmaehdotuksen mahdollistamia ydinenergialaitoksia ei perusteta. Täten jäävät toteutumatta sekä sen positiiviset vaikutukset, kuten panos Ruotsin tulevaan sähköhuoltoon, että negatiiviset vaikutukset, kuten maan käyttöön ottaminen ja vaikutukset ympäröivään ympäristöön.

11. YHTEENVETOARVIO VAIKUTUKSISTA

Tässä osiossa tehdään yhteenvetoarvio suunnitelmaehdotuksen yhteensopivuudesta ympäristökaaren (miljöbalken) 3 ja 4 luvussa mainittujen yleisten etujen kanssa, vaikutuksista ympäristölaatumormeihin sekä suunnitelmaehdotuksen yhteensopivuudesta muiden paikallisten, alueellisten ja kansallisten suunnitelmien, ohjelmien, päätösten sekä muiden päätettyjen tavoitteiden kanssa. Osio sisältää myös johtopäätökset varautumiseen liittyen.

11.1. Vertailu valtakunnallisiin etuihin ja muihin yleisiin etuihin

Alla olevassa taulukossa tiivistetään arvio suunnitelmaehdotuksen yhteensopivuudesta yleisten etujen kanssa kolmiportaisen asteikon mukaisesti, joka on määritelty kohdassa 4 ja esitetty myös alla.

Arvio	Kuvaus
	Suunnitelmaehdotus arvioidaan soveltuvaksi paikan edellytysten ja anläggningsplanin (laitossuunnitelman) ennakoidun vaikutuksen perusteella ilman esteitä tai rajoitetuilla esteillä.
	Suunnitelmaehdotus voi aiheuttaa haasteita paikan edellytysten ja anläggningsplanin (laitossuunnitelman) ennakoidun vaikutuksen perusteella, mutta haasteiden arvioidaan olevan hallittavissa tietyillä toimenpiteillä.
	Paikan edellytysten ja anläggningsplanin (laitossuunnitelman) ennakoidun vaikutuksen perusteella on esteitä, jotka tekevät suunnitelmaehdotuksen toteuttamisesta sopimatonta/vaikeaa.

Keltaista merkintää käytetään sekä silloin, kun tunnistetun haasteen arvioidaan olevan korjattavissa tunnetuilla teknisillä tai suunnittelullisilla ratkaisuilla, että silloin, kun vaikutusten täyttä laajuutta ei ole vielä selvitetty, mutta nykyisen tietopohjan perusteella ei arvioida olevan esteitä perustamiselle. Jälkimmäisessä tapauksessa asiaa tutkitaan tarkemmin seuraavissa suunnittelu- ja lupaprosesseissa, ja tarvittaessa toteutetaan mukautuksia ja suojatoimenpiteitä.

Luku 11.1

Yleinen etu	Kuvaus	Suunnitelmaehdotus
Maan käyttöön ottaminen	2 §. Suuria maa- ja vesialueita, jotka eivät ole lainkaan tai vain vähäisesti rakentamisen tai muiden ympäristötoimenpiteiden vaikutuksena, on suojeltava mahdollisimman hyvin toimenpiteiltä, jotka voivat merkittävästi vaikuttaa alueiden luonteeseen.	Metsämaata otetaan käyttöön, mutta alueeseen on vaikuttanut läheinen teollisuus ja se on olemassa olevan toiminta-alueen laajennus. Perustamisen arvioidaan olevan mahdollinen nykyisen tietopohjan perusteella.

Yleinen etu	Kuvaus	Suunnitelmaehdotus
Ekologia ja biologinen monimuotoisuus	3 §. Maa- ja vesialueita, jotka ovat erityisen herkkiä ekologisesti, on suojeltava mahdollisimman hyvin toimenpiteiltä, jotka voivat vahingoittaa luonnonympäristöä.	Suojelualueet eivät ole mukana. Tiettyjä lajiesiintymiä on, ja ne vaativat jatkotutkimuksia. Perustamisen arvioidaan olevan mahdollinen nykyisen tietopohjan perusteella.
Maa- ja metsätalous	4 §. Maa- ja metsätalous ovat kansallisesti merkittäviä. Viljelyarvoista maatalousmaata saa ottaa käyttöön rakentamiseen tai laitoksiin vain, jos se on välttämätöntä olennaisten yhteiskunnallisten etujen toteuttamiseksi ja tämä tarve ei voida täyttää yleisesti tyydyttävällä tavalla ottamalla käyttöön muuta maata. Metsämaata, jolla on merkitystä metsäteollisuudelle, on suojeltava mahdollisimman hyvin toimenpiteiltä, jotka voivat merkittävästi vaikeuttaa rationaalista metsätaloutta.	Alue ei sisällä maatalousmaata. Käytettyä metsämaata otetaan käyttöön, mutta paikan perustamisen ei arvioida vaikeuttavan merkittävästi rationaalista metsätaloutta alueen ulkopuolisessa metsässä.
Poronhoito, ammattikalastus, vedenhuolto	5 §. Maa- ja vesialueita, joilla on merkitystä poronhoidolle, ammattikalastukselle tai vesiviljelylle, on suojeltava mahdollisimman hyvin toimenpiteiltä, jotka voivat merkittävästi vaikeuttaa näiden elinkeinojen harjoittamista. Alueita, jotka ovat valtakunnallista etua (riksintresse) poronhoidolle tai ammattikalastukselle, on suojeltava ensimmäisessä kappaleessa mainituilta toimenpiteiltä.	Poronhoidon etu ei ole tässä tapauksessa ajankohtainen. Ammattikalastuksen valtakunnallinen etu sijaitsee alueen läheisyydessä ja suunniteltujen varautumisalueiden sisällä. Mahdollisen jäähdytysveden oton ja poiston on huomioitava vaikutukset kalastukseen. Nykyisen tietopohjan perusteella alueelle perustaminen arvioidaan mahdolliseksi.

Yleinen etu	Kuvaus	Suunnitelmaehdotus
Kulttuuriympäristö, ulkoilu/virkistys ja luonnonympäristö	6 §. Maa- ja vesialueita sekä muuta fyysistä ympäristöä, joilla on yleisesti merkitystä niiden luonto- tai kulttuuriarvojen tai ulkoilun vuoksi, on suojeltava mahdollisimman hyvin toimenpiteiltä, jotka voivat merkittävästi vahingoittaa luonto- tai kulttuuriympäristöä. Taajamien ja taajamien läheisyydessä olevien viheralueiden tarvetta on huomioitava erityisesti. Alueita, jotka ovat valtakunnallista etua (riksintresse) luonvonsuojelun, kulttuuriympäristön hoidon tai ulkoilun kannalta, on suojeltava ensimmäisessä kappaleessa mainituilta toimenpiteiltä.	Tunnettuja kulttuuriarvoja ei ole mukana. Arvioidaan, ettei luonvonsuojelun valtakunnalliselle edulle (riksintresse) Lindön-Björnön-Iggösundet aiheudu riskin merkittävästä vahingosta. Jos jäähdytysveden otto tulee ajankohtaiseksi vesiesiintymässä S S M Bottenhavets kustvatten, se mukautetaan siten, että merkittävän vaikutuksen riski valtakunnalliseen etuun vältetään. Tätä tutkitaan tarkemmin tulevissa lupaprosesseissa. Suunnitelmaehdotuksen arvioidaan sopivan olemassa olevan teollisen ympäristön yhteyteen, eikä tunnettuja virkistysarvoja esiinny alueella. Perustamisen arvioidaan olevan mahdollinen nykyisen tietopohjan perusteella.
Arvokkaat aineet tai materiaalit	7 §. Maa- ja vesialueita, jotka sisältävät arvokkaita aineita tai materiaaleja, on suojeltava mahdollisimman hyvin toimenpiteiltä, jotka voivat merkittävästi vaikeuttaa niiden hyödyntämistä. Alueita, jotka sisältävät valtakunnallista etua (riksintresse) olevia aine- tai materiaaliesiintymiä, on suojeltava ensimmäisessä kappaleessa mainituilta toimenpiteiltä.	Suunnittelualueella ei ole tunnettuja arvokkaita aineita tai mineraaliesiintymiä, jotka olisivat mukana.
Muut teolliset tai huoltovarmuuteen liittyvät edut	8 §. Maa- ja vesialueita, jotka ovat erityisen sopivia teollisen tuotannon, energian tuotannon, energianjakelun, viestinnän,	Viestinnän valtakunnallinen etu (merenkulku, tie ja rautatie) kulkee ulomman varautumisalueen läpi. Muita

Yleinen etu	Kuvaus	Suunnitelmaehdotus
	vedenhuollon tai jätehuollon laitoksille, on suojeltava mahdollisimman hyvin toimenpiteiltä, jotka voivat merkittävästi vaikeuttaa tällaisten laitosten syntymistä tai hyödyntämistä. Alueita, jotka ovat valtakunnallista etua (riksintresse) ensimmäisessä kappaleessa mainituille laitoksille, on suojeltava toimenpiteiltä, jotka voivat merkittävästi vaikeuttaa laitosten syntymistä tai hyödyntämistä.	teollisiin tai huoltolaitoksiin liittyviä valtakunnallisia etuja ei ole mukana. Alue sijaitsee olemassa olevan teollisuuden yhteydessä ja arvioidaan sopivaksi tarkoitukseen. Perustamisen arvioidaan olevan mahdollinen nykyisen tietopohjan perusteella.
Kokonaispuolustus	9 §. Maa- ja vesialueita, joilla on merkitystä kokonaispuolustukselle, on suojeltava mahdollisimman hyvin toimenpiteiltä, jotka voivat merkittävästi vastustaa kokonaispuolustuksen etuja. Alueita, jotka ovat valtakunnallista etua (riksintresse), koska niitä tarvitaan kokonaispuolustuksen laitoksille, on suojeltava toimenpiteiltä, jotka voivat merkittävästi vaikeuttaa laitosten syntymistä tai hyödyntämistä.	Avoimesti ilmoitettuja kokonaispuolustuksen kannalta merkittäviä maa- tai vesialueita ei ole mukana. Alueesta tulee suojakohde (skyddsobjekt).
Muut ohjelmat, suunnitelmat ja päätökset	Suunnitelmaehdotuksen yhteensopivuus muiden voimassa olevien suunnitelmien, ohjelmien tai päätösten kanssa.	Alue ei kuulu mihinkään voimassa olevaan asemakaavaan eikä sitä ole määritelty yleiskaavassa.
Ympäristölaatu	Yhteenvetoarvio suunnitelmaehdotuksen vaikutuksista ympäristölaatuun.	Norrsundetin teollisuusalueen rannikon ulkopuoliset sedimentit ovat aiemman teollisuuden saastuttamia. Mahdollisten jäähdytysvesiputkistojen

Yleinen etu	Kuvaus	Suunnitelmaehdotus
		sijoittelu on tehtävä mukautetulla tavalla, jotta päätetyt ympäristölaatumormit eivät vaarannu heikentymään.

11.2. Vertailu kestävän kehityksen maailmanlaajuisiin tavoitteisiin

YK:n yleiskokous päätti syyskuussa 2015 seitsemästätoista kestävän kehityksen maailmanlaajuisesta tavoitteesta, Agenda 2030. Agenda 2030 sisältää myös 169 alatavoitetta. Ydinenergialaitoksen suunnitelman kannalta olennaisiksi arvioidut maailmanlaajuiset tavoitteet ovat seuraavat:

Tavoite 7 – Kestävä energia kaikille

”Varmistetaan kohtuuhintaisen, luotettavan, kestävän ja nykyaikaisen energian saatavuus kaikille”

Suunnitelmaehdotuksen tarkoituksena on mahdollistaa fossiilivapaa sähköntuotanto, mikä voi edistää kestävän ja luotettavan energianhuollon saatavuuden lisäämistä. Perustamisen arvioidaan olevan yhteensopiva tavoitteen 7 kanssa.

Tavoite 9 – Kestävä teollisuus ja infrastruktuuri

”Rakennetaan kestävää infrastruktuuria, edistetään kestävää teollistumista ja innovaatioita”

Suunnitelmaehdotus mahdollistaa uuden tekniikan kehittämisen olemassa olevan infrastruktuurin yhteydessä. Tämä edistää resurssitehokasta ja pitkän aikavälin kestävää teollistumista. Toimenpiteen arvioidaan olevan yhteensopiva tavoitteen 9 kanssa.

Tavoite 11 – Kestävät kaupungit ja yhteisöt

”Tehdään kaupungeista ja asutuksista osallistavia, turvallisia, kestävän kehityksen mukaisia ja kestäviä”

Suunnitelmaehdotus mahdollistaa kehittämisen Norrsundetin teollisuusalueen yhteydessä, mikä edistää koordinoitua ja tehokasta maankäyttöä. Toimenpiteen arvioidaan olevan yhteensopiva tavoitteen 11 kanssa.

Tavoite 13 – Ilmastonmuutoksen torjunta

”Ryhdytään välittömiin toimenpiteisiin ilmastonmuutoksen ja sen vaikutusten torjumiseksi”

Suunnitelmaehdotus mahdollistaa fossiilivapaan energian tuotannon ja vähentää siten ilmastopäästöjä. Toimenpiteen arvioidaan olevan yhteensopiva tavoitteen 13 kanssa.

Tavoite 14 – Elinympäristöt vesillä

”Suojellaan ja käytetään meriä ja merellisiä resursseja kestävästi kestävän kehityksen edistämiseksi”

Suunnitelmaehdotus tarkoittaa vedenottoa ja -poistoa, jotka voivat vaikuttaa merellisiin ympäristöihin. Suunniteltujen jäähdytysvesiputkistojen sijoittelu on mukautettava siten, ettei päätettyjen ympäristölaatumormien vaarannu heikentyminen.

Tavoite 15 – Maanpäälliset ekosysteemit ja biologinen monimuotoisuus

”Suojellaan, palautetaan ja edistetään maapohjaisten ekosysteemien kestävää käyttöä, hoidetaan metsiä kestävästi, torjutaan aavikoitumista, pysäytetään ja käännetään maan

heikkeneminen sekä pysäytetään biologisen monimuotoisuuden hupeneminen.”
 Suunnitelmaehdotus tarkoittaa luonnonmaan käyttöön ottamista ja voi vaikuttaa joihinkin paikkaan liittyviin elinympäristöihin, mitä tutkitaan tarkemmin. Perustamisen arvioidaan kuitenkin nykyisen tiedon perusteella olevan linjassa tavoitteen 15 kanssa.

11.3. Vertailu Ruotsin ympäristötavoitteisiin

Riksdagen on päättänyt 16 kansallisesta ympäristölaatutavoitteesta, jotka kuvaavat sukupolvien näkökulmasta saavutettavaa tilaa. Ydinenergialaitoksen suunnitelman osalta on arvioitu useiden kansallisten ympäristölaatutavoitteiden olevan olennaisia arvioitavaksi, katso Taulukko 11-1.

Taulukko 11-1

Ympäristötavoite	Laitossuunnitelman vaikutus tavoitteen saavuttamiseen
Rajoitettu ilmastovaikutus	Suunnitelmaehdotus mahdollistaa fossiilivapaan sähköntuotannon, mikä vähentää kasvihuonekaasupäästöjä. Suunnitelmaehdotuksen arvioidaan vaikuttavan positiivisesti tavoitteen saavuttamiseen.
Turvallinen säteilyympäristö	Ydinenergialaitoksille asetettuja sääntöjä ja vaatimuksia on noudatettava.
Hyvälaatuinen pohjavesi	Suoritettu yleinen maaperätutkimus osoittaa alhaiset epäpuhtauspitoisuudet pohjavedessä. Laitoksen rakentamisen yhteydessä pohjaveden on oltava poistettavissa ja tarvittaessa puhdistettavissa.
Tasapainoinen meri sekä elävä rannikko ja saaristo	Suunnitelmaehdotus tarkoittaa mahdollista vedenottoa ja lämmitetyn jäähdytysveden poistoa, joka voi vaikuttaa lähialueen vesienympäristöön. Mahdollisten jäähdytysvesiputkistojen rakentaminen on mukautettava siten, ettei päätettyjen ympäristönlaitunormien vaarannu heikentyminen.
Elävät metsät	Suunnitelmaehdotus tarkoittaa metsämaan käyttöön ottamista, mikä aiheuttaa paikallisen vaikutuksen.
Rikas viljelymaisema	Suunnitelmaehdotus ei tarkoita maatalousmaan käyttöön ottamista.
Hyvä rakennettu ympäristö	Suunnitelmaehdotus mahdollistaa kehittämisen Norrsundetin teollisuusalueen yhteydessä, mikä edistää tehokasta maankäyttöä. Lähin asuinrakennus sijaitsee noin kilometrin etäisyydellä suunnittelualueesta etelään. Suunnitelmaehdotuksen arvioidaan olevan yhteensopiva tavoitteen kanssa.

Ympäristötavoite	Laitossuunnitelman vaikutus tavoitteen saavuttamiseen
Rikas kasvi- ja eläimistö	Suunnitelmaehdotus voi vaikuttaa luonnonympäristöön ja lajeihin. Jatkotutkimuksia vaaditaan, mutta alueen luonteen nykyisen tiedon perusteella suunnitelmaehdotuksen ei arvioida aiheuttavan merkittävää negatiivista vaikutusta luonnonympäristöön.

12. VIITTEET

- Blykalla. (2026). Uppskattade maximala *beredskapszoner och brådskaende skyddsåtgärder, Norrsundet*. Daterad 2026-05-15
- Ekologigruppen. (2026). *PM Naturvård, Utredningsområde Norrsundet Stora Enso*. Daterad 2026-03-17
- Gröger, M., Arneborg, L., Dieterich, C. et al. (2019) Summer hydrographic changes in the Baltic Sea, Kattegat and Skagerrak projected in an ensemble of climate scenarios downscaled with a coupled regional ocean–sea ice–atmosphere model. *Clim Dyn* **53**, 5945–5966.
<https://doi.org/10.1007/s00382-019-04908-9>
- Gävle kommun. (2017). *Kulturmiljöprogram för norra, södra och västra kommundelarna, Gävle kommun*.
- Gävle kommun. (2022). *Färdplan för Gävle kommuns näringslivsarbete*. Daterad 2022-02-16.
- Havs- och vattenmyndigheten (HaV) (2026a). *Havsmiljöbedömningar*.
<https://havbipub.havochvatten.se/dv/ui/project.jsp?pageid=visualAnalyzer&reportpath=%2F%40Catalog%2Fshared%2FHemsidan%2FHavsmilj%C3%B6bed%C3%B6mning%2FDV%2FHavsmilj%C3%B6bed%C3%B6mningar> [Hämtad 2026-09-23]
- Havs- och Vattenmyndigheten (HaV) (2026b). *Saltharsfjärden*.
<https://www.havochvatten.se/badplatser-och-badvatten/kommuner/badplatser-i-gavle-kommun/saltharsfjarden.html> [Hämtad 2026-09-28]
- Malmeaus, M., Karlsson, M., Rahmberg, M. (2012). *Bottensedimentens roll för dioxinsituationen i industrirecipienter*. IVL Svenska Miljöinstitutet AB, rapportnummer B2053.
- Naturvårdsverket. (2026). *Sveriges klimatmål och klimatpolitiska ramverk*.
<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomställningen/sveriges-klimatarbete/sveriges-klimatmal-och-klimatpolitiska-ramverk/> [Hämtad 2026-03-30]
- Naturvårdsverket. (u.å.). *Registerblad. Område av riksintresse för naturvård Lindön-Björnön-Iggösundet*.
- SGU (2016). Kartläggning och riskklassning av fiberbankar i Norrland. Författare: Johan Norrlin, Sarah Josefsson, Olof Larsson, Lijana Gottby. SGU-rapport: 2016:21. Diarie-nr: 316-1666-2014
- SLB Analys. (2026). *Luftföroreningskartor Gävleborgs län år 2020*.
<https://www.slb.nu/slbanalys/luftfororeningskartor/> [Hämtad 2026-04-07]
- SMHI. (2026). *Framtida medelvattenstånd*. <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/stigande-havsnivaer/framtida-medelvattenstand/projektioner?kommun=G%C3%A4vle&scenario=SSP2-4%2C5&year=2030> [Hämtad 2026-03-30]
- Structor Geoteknik Stockholm AB. (2026). *Geoteknisk undersökning och utredning för ny anläggning som underlag för strategisk miljöbedömning inför beslut om plan för kärntekniska anläggningar*. Daterad 2026-04-08
- Structor Miljöbyrån Stockholm AB. (2026). *Miljöteknisk markundersökning*. Daterad 2026-04-10

Strålsäkerhetsmyndigheten. (2025). *Om joniserande strålning*.

<https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/om-stralning/om-joniserande-stralning/> [Hämtad: 2026-04-09]

Teknikmarknad (2020). *Delrapport: Demonstration av lågflödesmuddring i fiberbank. Norrsundet 2020*. Remissrapport 2020-11-26.

Åtgärdsportalen (2026). *Fibersediment*. <https://atgardsportalen.se/inledning/> [Hämtad 2026-09-25]