Uddevalla kommun

Utvärdering av kommunens lämplighet avseende etablering av en SMR

SWECO

Ändringsförteckning

Ver	Datum	Ändringsbeskrivning	Granskad	Godkänd av
1.0	2025-12-15	Rapport Fastställd inför leverans	SWECO	Beställare

Sweco Sverige AB	RegNo 556767-9849
Uppdrag	Utredning avseende etablering av en SMR i Uddevalla kommun
Uppdragsnummer	N/A
Kund	Uddevalla kommun
Upprättad av	Gabriella Hammarskjöld, Christopher Pour, Jonas Ulfvin
Granskad av	Magnus Albrektson
Datum	2025-12-16
Ver	1.0
Dokument nummer	Förstudie Uddevalla
Dokumentreferens	Slutrapport Uddevalla SWECO

Icke-teknisk sammanfattning

För att klara av klimatomställningen och stärka Uddevalla kommuns konkurrenskraft och nå hela vägen fram till det svenska målet med ett nettonoll utsläpp år 2045 behöver Sverige elektrifieras. I dag produceras det inte tillräckligt med el på riksnivå för att klara det målet.

Kommunen har under senaste åren etablerat flera energiinitiativ som har beaktat kommande energisatsningar i kommunen som vattenkraft, vindkraft och solceller. Men för att skapa fler arbetstillfällen och vara i framkant för koldioxidneutral energiproduktion behövs det fler insatser. En del i detta är att skapa en grund bestående av en mer anpassningsbar och fossilfri energikälla i kommunen som kompletterar den etablering av sol- och vindkraft som skett de senaste åren.
Det finns stora fördelar med att kombinera en SMR-anläggning med olika former av industrietableringar som kan tillvarata el och restvärme. I den hårda konkurrensen om nya industrietableringar har tillgången till ytterligare framtida lokal el en stor konkurrensfördel.

Uddevalla kommun har initierat en förstudie för att bedöma genomförbarhet, det vill säga om det finns förutsättningar för etablering av en småskalig kärnkraft SMR-anläggning (Small Modular Reactor) i kommunen.

Förstudien syftar till att i ett tidigt skede utreda vilka hinder som behöver värderas i den kommande etableringen av en SMR-anläggning i Uddevalla Kommun, vilket förutsätter en analys avseende markanvändning, miljöpåverkan och tekniska krav. Förstudien utgör grunden för att bedöma genomförbarhet ur ett tekniskt och ekonomiskt perspektiv. Fokus är att hjälpa styrande politiker i Uddevalla kommun att förstå tidplan, omfattning, utredningar, tillståndsprövningar, teknisk kompetens samt möjligheter för dessa etableringar.

I planeringen för dessa anläggningar så är lokaliseringen betydande. Lokaliseringsstudien identifierar lämpliga områden, samt de viktigaste kriterierna för att ta hänsyn till de viktigaste riksintressena och övriga intressen som bedöms kunna utgöra relevanta hinder för en lämplig SMR-anläggnings placering inom kommunen. I kapitel 3 redovisas dessa på en övergripande nivå, som utmynnar i två identifierat lämpliga områden inom Uddevalla kommun.

I kapitel 4 beskrivs dessa två lokaliseringsalternativ närmare och varför dessa på olika sätt är väl lämpade för en eventuell etablering av en SMR-anläggning. I analysen bedöms även möjligheterna kring att SMR-anläggningen ansluts till nya eller planerade industriområden samt med kommunens fjärrvärmesystem och andra relevanta slutförbrukare.

Innehåll

1 Bakgrund 5
1.1 Inledning 5
1.2 Bakgrund kring kommunens energi- och klimatplan 5
1.3 Lokalt energibehov i nuläget och framåt 6
1.4 Tillkommande planerbar fossilfri elproduktion – möjligheter för Småskalig Kärnkraftsteknik (SMR) 7
1.5 Syfte och avgränsningar 7

2 Lagstiftning och tillståndsprövning (Legala, Licensiering) 9
2.1 Lagstiftning och tillståndsprövningar 9
2.2 Kärnkraft och små modulära reaktorer (SMR) – Så fungerar det 13

3 Övergripande platsvalsanalys 18
3.1 Förutsättningar för etablering av kärnteknisk verksamhet (en SMR) inom Uddevalla kommun 20
3.2 Utvärdering 28
3.3 Resultat 30
3.4 Slutsats och rekommendationer 31

4 Utvärdering och analys avseende lokalisering inom Anneröd och Brattåsverket 32
4.1 Lokalisering inom Anneröd – SMR för elproduktion 32
4.2 Lokalisering inom Brattåsverket för MMR (Mikro modulär reaktor) för fjärrvärme och elproduktion 53

Bilaga 1 Övergripande platsvalsanalys

1 Bakgrund

1.1 Inledning

Sweco erhöll sommaren 2024 ett uppdrag att utvärdera förutsättningar för etablering av en småskalig kärnkraftsanläggning, SMR (Small Modular Reactor) i kommunen. Och att om så bedömdes möjligt föreslå en eller flera lämpliga platser för en sådan ny energilösning. En av grundorsakerna bakom detta uppdrag var att kommunens industrietableringar stegvis växer, vilket gör att elbehovet stadigt ökar. Samtidigt som det finns en insikt om att Uddevalla kommuns energisystem för fjärrvärme inom de närmaste 10-15 år kan behöva uppgraderas och göras helt fossilfri enligt kommunens nuvarande klimat- och energiplaner.

Uddevalla kommun har historiskt varit proaktiva i sitt arbete med att öka den lokala elproduktionen, genom att bland annat tidigt etablera kommunala vindbruksplaner. Vindkraftsplanernas utformning i kommunen nådde dock sin maximala nivå för ungefär tio år sedan. Bland annat fanns motstående intressen från Försvarsmakten i kommunens sydöstra del. Vid genomförda medborgardialoger, framkom även att ytterligare vindetablering i sydöstra Uddevalla inte bedömdes vara lämpligt eftersom det upplevs som attraktivt att bygga och bo nära kusten i kommunen.

Samtidigt pågår den storskaliga elektrifieringen av framför allt industri- och transportsektorn på länsvis nivå inom Västra Götalands län. Denna elektrifiering bedöms vara avgörande för att klimatmålen i Västra Götaland och i Sverige ska nås. Detta eftersom Västra Götaland är ett industritungt län med bland annat majoriteten av landets petrokemiska industri, raffinaderiverksamhet samt fordonsindustri och hamnverksamheter. Detta innebär sammantaget kraftigt ökade elbehov i länet med nästan en fördubbling av elbehovet till 2030 och en tredubbling fram till 2045. För att möta behoven behöver elnät och elproduktion skyndsamt byggas ut. Elen behöver också användas mer effektivt.[1]

För Uddevalla kommun är det viktigt att motverka risken för att kommunen och dess företag ska konkurreras ut på grund av bristande tillgång till ytterligare el. Detta gäller särskilt när efterfrågan på el ökar kraftigt i samband med fortsatt tillväxt och industrietableringar. Swecos förstudie syftar därför till att samla in fakta och bedöma förutsättningarna för att etablera en SMR-anläggning inom kommunen, för att om möjligt kunna utöka den lokala elproduktionen i framtiden.

1.2 Bakgrund kring kommunens energi- och klimatplan

Kommunen har en energi- och klimatplan som beslutades av Uddevalla kommuns kommunfullmäktige år 2022. Kommunen har ställt upp en ambitiös klimatutmaning som handlar om att bli fossiloberoende senast år 2030. En av de viktigaste åtgärderna i planen handlar därför om arbetet med att öka den lokala produktionen av planerbar och fossilfri energi inom kommunens eget geografiska område. Kommunen gjorde också ett tydligt ställningstagande kring att potentialen för fortsatt utbyggnad av vindkraft inom kommunen inte bedöms vara möjlig utöver de vindbruksområden som beslutats i kommunens vindbruksplan från 2016. Planen behandlar enbart landbaserad vindkraft eftersom vindkraft till havs inte bedöms vara möjligt för Uddevalla kommun enligt den aktuella vindbruksplanen[2].

De viktigaste restriktionerna som har legat till grund för att inte bygga ut mer landbaserad vind är att kommunens områden i sydvästra Uddevalla har prioriterats ned i den slutliga vindbruksplanens förslag till lämpliga platser. Orsaken är att kommunen anser att frågan om riksintressena i södra delen av kommunen är grundligt utredda genom den dialogbaserade landskapsanalysen, visualiseringar samt en fördjupad lanskapsanalys. Dessa utredningar resulterade i kommunens beslut om avstyrkan till 25 verk i de aktuella riksintressena för vindkraft i södra Uddevalla. Därför är kommunens vindbruksplan koncentrerad till kommunens nordöstra områden.

---

[1] Länsstyrelsen Västragötalands län, 2024. Rapportnr: 2024:36, Regional handlingsplan för elektrifiering.

[2] Uddevalla kommun. 2025. Vindbruksplan - Uddevalla kommun https://www.uddevalla.se/bygga-bo-och-miljo/samhallsplanering/oversiktsplan-/tematiska-tillagg/vindbruksplan.html#:~:text=I%20Uddevalla%20finns%20en%20vindbruksplan%20som%20underlag%20och,Uddevalla%20kommuns%20nordv%C3%A4stra%20delar%20finns%2013%20uppf%C3%B6rda%20vindkraftverk.

Kopplad till kommunens energi- och klimatplan finns även kommunens åtgärdsplan som togs fram 2023. Åtgärdsplanen beskriver att kommunens tillkommande elproduktion ska vara baserad på planerbar fossilfri kraft så som vattenkraft, kärnkraft etc. Åtgärdsplanen anger att effekten av denna åtgärd bedöms vara av medelstor betydelse för att nå klimat- och energimålen. Denna slutsats vilar sannolikt på att kommunen tidigare begränsat sina vindbruksplaner på grund av andra värden som beskrivits ovan. I dagsläget saknas dock en bedömning kring om dessa nya åtgärder, med att skapa ytterligare fossilfri kraft, har en reell potential. Det saknas också underlag kring vilken rådighet som kommunen har i denna fråga d.v.s. om kommunen bedöms ha en direkt rådighet att genomföra åtgärden.

Det är detta bedömningsarbete som förstudien kring en SMR-anläggning nu syftar till att utreda på en förstudienivå. I förstudien ingår även att identifiera vägarna framåt för att kunna uppnå en direkt rådighet över detta åtgärdsmål. Detta bedöms vara mycket centralt för att kommunen ska nå sina uppsatta energi- och klimatmål till 2030.

Med vindbruksplanens underlag framkommer tydligt att det område som Uddevalla kommun har valt för en förstudie för småskalig kärnkraft inte direkt konkurrerar med vindbruksplanens utpekade potential i kommunen.

1.3 Lokalt energibehov i nuläget och framåt

De två största energianvändarna i nuläget inom kommunen är transportsektorn och hushållen. Största energianvändningen sker i transportsektorn där oljeprodukter (fossila bränslen) i huvudsak används. Hushållens energianvändning sker både för uppvärmning och till hushållsel. Uppvärmningen består av fjärrvärme, någon form av värmepump eller ren elvärme. Hushållsel består av vitvaror, mediautrustning och belysning mm. Uddevalla kommun har en utbredd detaljhandelsverksamhet som ingår i övriga tjänster där även hotell- och restaurangverksamhet ingår.

Inom kommunen finns historiskt ganska få energikrävande industrier, men bland pågående etableringssatsningar går att se ett växande elbehov, så som exempelvis vid Västra Lillesjös Industrimark nordväst om Uddevalla, där elnätet behöver utökas för att uppnå tillräcklig kapacitet för att klara det nya industriområdet. Under 2025 intensifieras även anläggandet av en större däckåtervinningsanläggning i Uddevalla i form av världens första fullskaliga återvinningsanläggning för uttjänta däck. Denna satsning bedöms göra däckbranschen mer hållbar då så mycket som ca 40 % av Sveriges uttjänta däck kan bearbetas vid anläggningen. Återvinningsanläggningen bedöms behöva använda en stor del av kommunens nuvarande elöverskott.

Norr om Uddevalla vid samhället Hogstorp väster om E6 pågår flera detaljplanearbeten i tidig till mycket tidig fas där nya områden för verksamhetsmark och industrimark med tillhörande infrastruktur och service är under tidigt planläggande. Hogstorps planerade industriområden utgör sammantaget ett nytt attraktivt område för industriteknik, med goda möjligheter till logistik via järnvägsbunden omlastningscentral ihop med omlastning mot väg.

Uddevalla kommun arbetar därför i tidigt skede för att ta fram en ny översiktsplan för industriområdessatsningarna i Hogstorp ihop med en ny av Uddevalla kommun förvärvad större markfastighet norr om Hogstorp som heter Skredsvik Anneröd 1:4. Denna nya kommunägda fastighet kan komma att bli föremål för utredningar kring industrietablering eller annan lämplig verksamhet i framtiden. Översiktsplanen kommer därför att ta sikte på behoven för dessa framtida etableringssatsningar och övriga markförvärvsplaner som sammantaget möjliggör stegvis nya etableringar av industriverksamheter de kommande 10-15 åren.

Dessa kommande industri- och företagsetableringar i Uddevalla kommun kommer med hög sannolikhet också ställa krav på ökat behov av elproduktion. Var denna el ska produceras behöver analyseras utifrån de delregionala förutsättningarna norr om Göteborg samt de sammanvägda totala helregionala industriområdesplanerna fram till 2045. I dagsläget är det känt att elbehovet regionalt bedöms kunna tredubblas.

De elektriskt mest relevanta kommunerna i närområdet är Uddevalla, Munkedal, Lysekil och Stenungsund. Samtliga dessa kommuner har idag ett årligt underskott på elenergi, från ca 250 GWh för Munkedal till drygt 2 000 GWh för

Stenungsund. För samtliga kommunerna sker fram till 2040 en elektrifiering av fordonstrafik parallellt med en effektivisering av uppvärmning och befintlig industri, vilket totalt sett leder till små ökningar av effektbehov. Utöver det planeras stora nya ellaster i anslutning till raffinaderiet i Lysekil samt storskalig elektrifiering av kemiindustrierna i Stenungsund. Dessa tillkommande ellaster beräknas tillföra ett effektbehov om ca 60 MW (Lysekil) respektive ca 1 100 MW (Stenungsund). Sammanfattningsvis kommer det fortsatt finnas ett stort underskott på el, både energi och effekt, i regionen. Eftersom dagens nät huvudsakligen är dimensionerat efter dagens situation kommer den tillkommande konsumtionen behöva täckas av tillkommande lokal produktion och/eller nätutbyggnad.

Därför har Uddevalla kommun under 2024 och 2025 tagit ett eget initiativ till att utreda vilka möjligheter som kommunen själv har att bli mer lokalt självförsörjande på el för att behålla och helst öka attraktionskraften för dagens och morgondagens industrietableringar.

1.4 Tillkommande planerbar fossilfri elproduktion – möjligheter för Småskalig Kärnkraftsteknik (SMR)

Avseende åtgärden att lösa behovet av tillkommande planerbar fossilfri elproduktion har kommunledningen under 2024 och 2025 låtit utreda huruvida det går att inrymma mer planerbar fossilfri kraftproduktion såsom vattenkraft, kärnkraft etc. Som en del i detta har kommunen initierat ett flertal initiativ varav denna förstudie fokuserar på småskalig kärnkraft. Genom att i ett tidigt skede utreda och identifiera möjligheter till medelstor eller till och med stort tillskott av effekt i Uddevalla kommun kan kommunstyrelsen identifiera vägarna framåt för att om möjligt uppnå en rådighet över åtgärdsmål för att kommunen ska nå sina uppsatta energi- och klimatmål till 2030.

I Sverige har inte någon SMR-anläggning prövats ännu och det har inte heller skett någon tillståndsprövning av ett nytt kärnkraftverk på många år. Enligt rapporten “Startprogram för ny kärnkraft”, publicerad av Svenskt Näringsliv i september 2022, bedöms befintligt regelverk vara tillämpbart på SMR-anläggningar av lättvattentyp. Det kan även framhållas att Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) anser att kravbilden i föreskrifterna i huvudsak är teknikneutral och bedöms således till stor del vara tillämpbar för alla typer av reaktorer (SSM2022-6007-7).
Därutöver pågår en översyn av gällande regelverk för att anpassas till att det nu planeras för ny kärnkraft i Sverige - med ett tydligt mål att utreda hur man kan effektivisera tillståndsprövningen, se kommittédirektiv 2023:155 ”Ny kärnkraft i Sverige – ett andra steg”. Den stegvisa processen bedöms dock finnas kvar, men förhoppningsvis föreslås åtgärder som kan skynda på handläggningstiderna hos prövningsmyndigheterna samt förenkla processerna för sökanden.

1.5 Syfte och avgränsningar

1.5.1 Syfte

Syftet med denna rapport är att i ett tidigt skede utreda och utvärdera möjligheter för en etablering av en liten modulär kärnkraftsreaktor, även kallad SMR-anläggning, inom Uddevalla kommun. Utredningens utvärdering sker i enlighet med Uddevalla kommuns samt SMR-anläggningens behov genom en så kallad kriterieanalys. Arbetet är tänkt som en skrivbordsstudie för att inom kommunens ägda markområden identifiera huruvida det är möjligt att identifiera en lämplig fastighet samt att inom den valda platsen finna en grund för den mest fördelaktiga placeringen av en referensreaktor.

Jämförelsen av olika områden skall återfinnas och ge en översiktlig bild kring vald lokalisering av en referensanläggning för en SMR-anläggning inom kommunens område.

Resultatet presenteras som en jämförelse mellan de olika lokaliseringsalternativ som finns inom det valda området. Den mest fördelaktiga lokaliseringen som redovisas har utvärderats utifrån ett flertal parametrar såsom:

- Anläggnings- och infrastrukturkrav
- Hänsynskrav kopplat till andra riksintressen
- Övriga mervärden

1.5.2 Avgränsningar

Val av reaktor och leverantör ingår ej i denna förstudie, således kommer flertalet reaktorspecifika lösningar och prestanda avseende anläggningen inte att beaktas, eftersom tekniken skiljer sig åt mellan olika anläggningar.

Referensanläggningen anses vara av lättvattentyp och utgår via de kriterier som är satta i avsnitt 1.5.1 och avser främst parametrar som har påverkan på behövd markyta samt generella anläggningsbehov såsom infrastruktur och kylning.

Utredning av tekniska och ekonomiska förutsättningarna för uppförande av reaktorn ingår inte i arbetet.

Provtagningar samt fördjupade utredningar ingår inte i arbetet utan utförs i samråd med beställaren. I de fall sådana åtgärder ändå har genomförts har det skett för att minska osäkerheter och bedömningsrisker i projektet. Samtliga provtagningar och platsbesök har utförts på avrop från beställaren och är endast översiktligt redovisade i kapitel 4. Detaljerad redovisning av genomförda provtagningar och platsbesök inkluderas inte i slutrapporten.

Det har inom ramen för uppdraget inte heller gjorts några fördjupade utredningar kring det utökade behovet av infrastruktur så som elnät, transportvägar eller samhällsnyttiga funktioner som kommer med den utökade befolkningstillväxten i kommunen såsom skola, sjukvård och bostäder.

2 Lagstiftning och tillståndsprövning (Legala, Licensiering)

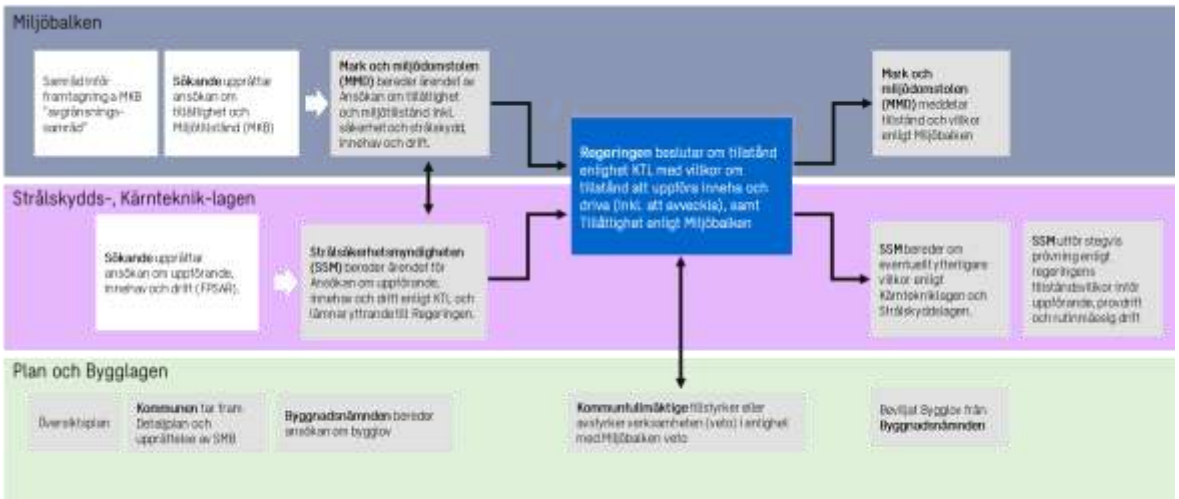
Sverige har erfarenhet av byggnation och drift av storskaliga kärnkraftverk, men den senaste tillståndsprocessen för befintliga kärnkraftverk genomfördes under 1970- och 80-talet. Sedan dess har tillståndsprocessen genomgått revideringar, men för närvarande föreligger ingen skillnad i ansökningsförfarandet mellan storskaliga och småskaliga kärnkraftverk. Att bygga ett kärnkraftverk i Sverige är en av de mest reglerade och komplexa tillståndsprocesser inom svensk infrastruktur. Det krävs flera stegvisa omfattande tillstånd från SSM i enighet med nationell lagstiftning men även via EU-direktiv såsom Artikel 37.

2.1 Lagstiftning och tillståndsprövningar

Vid prövning av tillstånd nationellt för nya kärntekniska anläggningar finns flera lagar att beakta:

- Kärntekniklagen
- Strålskyddslagen
- Lagen om principbeslut
- Miljöbalken
- Säkerhetsskyddslagen
- Plan- och bygglagen

Ansökan om tillstånd initieras och parallell prövning sker i flera instanser, se Figur 2.1.



Figur 2.1: Den parallella prövningen.

2.1.1 KTL-lagstiftningen och Licensiering

Uppförandet av en ny kärnkraftsreaktor kräver tillstånd enligt lagen om kärnteknisk verksamhet (kärntekniklagen, 1984:3) och tillstånd enligt miljöbalken (1998:808). Tillstånd enligt kärntekniklagen meddelas av regeringen men ansökan lämnas in till SSM som bereder ärendet åt regeringen.

Tillståndet meddelas på en konceptuell design och villkoras av att SSM meddelar ytterligare godkännanden i flera steg:

- Godkännande av en detaljerad anläggningsutformning för konstruktion i det andra steget.
- Godkännande av en konstruerad anläggning för provdrift i det tredje steget.
- Slutligen tillstånd till kontinuerlig drift.

En stegvis tillståndsprövning har av Strålskyddsmyndigheten (SSM 2022-6007-7) bedömts vara ändamålsenlig även för ny kärnkraft i Sverige.

En ny lagförändring har föreslagits av regeringen för att skapa bättre förutsättningar för etablering av SMR i Sverige. Förändringen innebär att tillståndsprocesserna för kärnkraft ska bli kortare och mer ändamålsenliga. I det nya förslaget föreslås bland annat att regeringens tillåtlighets beslut som i dag kommer i ett sent skede i stället ersätts med ett principbeslut i ett tidigt skede. I regeringens principbeslut vägs en intresseavvägning samman av platsen, tekniken och säkerhetspolitiken. Förslaget innebär att mark- och miljödomstolarna inte längre blir beredande till regeringen i tillåtlighetsbeslut. Den dubbla prövningen av frågor om säkerhet och strålskydd koncentreras till prövningen enligt kärntekniklagen och miljöbalksfrågorna koncentreras till prövningen enligt miljöbalken.

2.1.2 Miljöbalken

Miljöbalken (1998:808) omfattar flera olika kapitel som berörs vid en småskalig kärnkraftsanläggnings tillståndsprövning. Man kan förenklat dela in dessa prövningsdelar enligt miljöbalken i tre olika delar som beskrivs nedan.

2.1.2.1 Steg 1 – Lokaliseringsutredning

Slutsatser kring viktigaste kriterier för lokalisering för Kärnteknisk verksamhet (SMR-anläggningar) enligt Kapitel 2 i Miljöbalken:

- **2 Kapitel 6 §:** Mark- och vattenområden för en planerad verksamhet ska utredas och avvägas så att minsta intrång och olägenhet för människor hälsa och miljö tas i beaktande och miljö för prövning av bland annat Miljöbalkens Kapitel 9 (Miljöfarlig verksamhet), 11 (Vattenverksamhet) och 17 Kapitel paragraf 1 (anläggningar av kärnteknisk verksamhet).
- **2 Kapitel 7 §:** Totalförsvarets intressen respekteras då det bedöms ha företräde och miljökvalitetsnormer för grundvatten och vatten samt otillåten påverkan på vattenmiljöer kan också utgöra hinder (**5 Kapitel 4 § & 5 §.**)
- **Slutligen 2 Kapitel 9 §:** ska en slutavvägning ske. Kan en verksamhet eller åtgärd befaras föranleda skada eller olägenhet av väsentlig betydelse för människors hälsa eller miljön, även om sådana skyddsåtgärder och andra försiktighetsmått vidtas som kan krävas enligt denna balk, får verksamheten bedrivas eller åtgärden vidtas endast om regeringen finner att det finns särskilda skäl. Slutligen i slutavvägningen enligt de Allmänna hänsynsreglerna enligt paragraf 9 så krävs regeringens beslut enligt särskilda skäl om verksamheten befaras föranleda skada eller olägenhet som har väsentlig betydelse för människors hälsa och miljö (som också kräver särskilda skyddsåtgärder och andra försiktighetsmått).

Efter att urvalet tagits fram i enlighet med Kapitel 2 bedöms det slutliga platsvalet i den efterföljande fortsatta lokaliseringsutredningen i enligt Miljöbalkens Kapitel 3 och 4.

Slutsatser för lokaliseringsvalen för Småskalig kärnkraft i Bohuslän bedöms vara relevanta parametrar i en kriterieanalys enligt paragraferna i Kapitel 3 i miljöbalken:

- **3 Kapitel 3 §:** bedöma om mark- och vattenområden av särskilt känslig ekologisk synpunkt förekommer och i första hand då ska skyddas.

- **3 Kapitel 6 §:** bedöms mark- och vattenområden samt fysisk miljö i övrigt som har betydelse från allmän synpunkt på grund av dess naturvärden eller kulturvärden eller med hänsyn till friluftslivet och att dessa området så långt möjligt bör skyddas. Här framhålls särskilt att grönområden nära tätorter särskilt bör beaktas.
- **3 Kapitel 8 §:** framhålls att mark- och vattenområden som är särskilt lämpliga för anläggningar för industriell produktion, energiproduktion och energidistribution så långt möjligt bör skyddas mot åtgärder som påtagligt kan försvåra tillkomsten eller nyttjandet av anläggningarna. Denna paragraf visar tydligt att om man i lokaliseringsprocessen slutligen finner den mest lämpliga platsen för småskalig kärnkraft och eventuellt tillhörande potentiellt industriområde så är det av stor vikt att försöka få detta område utpekat som särskilt riksintresse för energi för att freda dess fortsatta möjligheter att kunna genomföras och vid behov och möjlighet kunna växa.
- **3 Kapitel 10 §:** När flera riksintressen blir oförenliga har totalförsvaret alltid främsta företrädet. I andra hand ska företräde ges åt det ändamål som på lämpligast sätt främjar en långsiktig hushållning av marken, vattnet och den fysiska miljön i övrigt.

Följande sammanfattande slutsatser för lokaliseringsvalen för Småskalig kärnkraft i Bohuslän bedöms vara relevanta parametrar i en kriterieanalys enligt paragraferna i Kapitel 4 i miljöbalken:

4 Kapitel 1 §: För exploateringsföretag får endast tillstånd om natur- och kulturvärden inte påtagligt skadas, varför dessa bör ingå i en platsspecifik lokaliseringsutredning.
4 Kapitel 2 §: Områden för turism och friluftsliv, främst det rörliga friluftslivet bör beaktas vid bedömningen av tillåtligheten av exploateringsföretag eller andra stora ingrepp i miljön.
4 Kapitel 3 §: Det absolut hårdaste kriteriet för just småskalig kärnkraft bedöms vara kustzonsskyddet: ”Inom kustområdena och skärgårdarna i Bohuslän från gränsen mot Norge till Brofjorden, i Småland och Östergötland från Simpevarp till Arkösund och i Ångermanland från Storfjärden vid Ångermanälvens mynning till Skagsudde får anläggningar som avses i 17 kap. 1 (kärntekniska anläggningar) inte komma till stånd.
4 Kapitel 10 §: ska Havsplanen för Västerhavet ge vägledning till myndigheter och kommuner vid planläggning och prövning av anspråk på avvägning av områden.

2.1.2.2 Steg 2 - Tillåtlighetsprövning vid Regeringen

I inledningen av en kärnkraftsprövning enligt miljöbalken ska själva tillåtligheten av den planerade kärntekniska anläggningen prövas enligt Miljöbalkens Kapitel 17 som omfattar Regeringens tillåtlighetsprövning som är obligatorisk. I en sådan tillåtlighetsprövning ingår även den berörda kommunens tillstyrkande.

Slutsatser kring de viktigast frågorna för en tillåtlighetsprövning:

Regeringen ska pröva tillåtligheten av nya verksamheter av anläggningar för kärnteknisk verksamhet som prövas av regeringen enligt lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet.

Kommunfullmäktige i den berörda kommunen ska tillåta en sådan kärnteknisk verksamhet för att regeringen ska kunna fatta beslut om tillåtligheten.

2.1.2.3 Steg 3 - Villkorsprövning vid Mark- och Miljödomstolen

Slutsatser runt Villkorsprövningens mest relevanta delar för en SMR-anläggning:

Efter genomförd lokaliseringsutredning samt bedömning av relevanta delar av Miljöbalkens **1 Kapitel, 9 Kapitel, och 11 Kapitel** ska även platsspecifika bedömningar göras kring övriga relevanta delar av Miljöbalken som bedöms vara extra viktiga att beakta och genomföra MKB-utredningar och förslag till eventuella skyddsåtgärder. Här bedöms kylvattenfrågorna vara en av de viktigaste miljöpåverkansfrågorna.

Hänsynsbedömningar mot **5 Kapitel** (Miljökvalitetsnormer (MKN) och miljökvalitetsförvaltning) samt **6 Kapitel** (Miljöbedömningar) samt **7 - 8 Kapitel** (Skydd av områden och bestämmelser om skydd av biologisk mångfald inklusive Natura 2000-områden) kommer även behöva beaktas.

Samlad Slutsats för Steg 1 – 3:

Av de sammanfattande slutsatserna från de 3 Stegen för prövning av en SMR-anläggning bedöms riksintressen för totalförsvaret, kustzonsskyddet för kärntekniska anläggningar samt kylvattnet från en SMR-anläggnings påverkan på Natura 2000-skyddade områden i havet och samt miljökvalitetsnormer för havsområden och för ytvatten och grundvatten på land utgöra centrala hinder då dessa framför allt är utpekade på sådana platser där en SMR-anläggning föreslås förläggas med tillhörande kylvattensystem.

Utöver dessa bedöms riksintresse för kulturmiljö och friluftsliv och särskilt rörligt friluftsliv utgöra ett annat viktigt hinder på många kustnära lägen i Uddevalla när man vill förlägga en SMR-anläggning. Slutligen bedöms också skyddet för människors hälsa i den samlade slutavvägningen vara en av de viktigaste frågorna vid lokalisering och tillståndsprövning. En viktig slutsats är därför vikten av att en SMR-anläggning tidigt utpekas som Riksintresse energiproduktion som regleras i Miljöbalken i enligt 3 Kapitel § 8. Detta bedöms vara av stor vikt för att en i övrigt lämplig plats för en SMR-anläggning ska kunna anses tillåtlig av regeringen i avvägningen mot andra omgivande riksintressen och värden.

2.1.3 Plan och Bygglagen

2.1.3.1 Detaljplan

Inför en ny etablering krävs utredning om etableringen kan ske inom gällande detaljplan eller om en ny detaljplan behöver upprättas.

Enligt Plan- och bygglagen (2010:900) 4 kap. 2§ behövs en ny detaljplan upprättas då planerad verksamhet antas medföra betydande miljöpåverkan (BMP). Vid Betydande MiljöPåverkan (BMP) omfattas även ett utökat planförfarande enligt 5 kap §7, och vidare i §11.

2.1.3.2 Bygglov

Plan- och Bygglagen bedöms vara viktig för att kunna bedöma frågan om Kapitel 2.5.2 (Steg 2 – Tillåtlighetsprövningen av Regeringen). Den främsta orsaken till det är dels att det krävs rådighet enligt plan- och bygglagen för uppförandet av en kärnteknisk verksamhet med tillhörande relevant infrastruktur så som elanslutning, logistik, vägnät, säkerhetszoner med mera.

Vidare bedöms det också sannolikt vara av relevans att den ansvarande kommunen för att avgöra kring frågan om sitt så kallade kommunala veto kopplat till den kärntekniska verksamheten. Det vill säga att kommunen ges en chans att ta ställning till detaljplanen innan Tillåtlighetsprövningen kan inledas.

Den tidiga lokaliseringsutredningen för urval utifrån flera lämpliga platser kan inledas utan att en detaljplan tas fram. Detta då det inte bedöms kostnadsrimligt att utreda alla lokaliseringsval så detaljerat som en detaljplan kräver. Men när den tidiga lokaliseringsutredningen väl har identifierat den slutligt valda mest lämpliga platsen bör även en tidig arbetsplan för en framtida detaljplan att utformas.

Plan och Bygglagen omfattar en lång rad detaljer som inte beskrivs djupare i den här slutrapporten.

Slutligen är det viktigt att framhålla att Regeringen har tillsatt ett Regeringsuppdrag där myndigheter har uppdragits att ta fram förslag till hur en lämplig utformning av en samlad tillståndsprocess för småskalig kärnkraft kan komma att se ut. I detta uppdrag inryms även att ta fram en slags processbeskrivning kring hur detaljplaneprocessen ska docka i den efterföljande tillståndsprövningen enligt Kärntekniklagen och Miljöbalken.

Hur planprocessen förhåller sig till den övriga prövningen finns redovisad i Figur 2.1.

2.2 Kärnkraft och små modulära reaktorer (SMR) – Så fungerar det

I ett kärnkraftverk utvinns energi genom att klyva atomkärnor, en process som kallas fission. När atomkärnorna delas frigörs värme. Denna värme används för att hetta upp vatten så att ånga bildas. Ångan driver en turbin som i sin tur driver en generator som skapar elektricitet. För att förhindra att reaktorn blir för varm används kylmedel, vanligtvis vatten. Det finns två huvudtyper av vattenkylda reaktorer:

- Kokvattenreaktorer (BWR) där vattnet kokas direkt i reaktorn.
- Tryckvattenreaktorer (PWR) där vattnet hålls under högre tryck och värme förs över till ett inre system där ånga bildas.

I takt med att behovet av flexibilitet och snabbare utbyggnad av kärnkraft ökar, har intresset blivit större för SMR och MMR, se Figur 2.2. Dessa delas ofta upp i två kategorier:

- Små modulära reaktorer (SMR), med effekter på upp till cirka 300 MW(e).
- Mikro modulära reaktorer (MMR), som är ännu mindre, vanligtvis upp till cirka 10 MW(e).

Figur 2.2: Översiktlig bild av konventionella reaktorer, små modulära reaktorer samt mikro modulära reaktorer.

2.2.1 Fördelar med SMR och MMR

Eftersom både SMR- och MMR-anläggningar bygger på modulärt fabrikstillverkade enheter, går det snabbare och enklare att anlägga reaktorerna på plats. De kan anpassas efter olika behov och leverera el, industriell värme eller

fjärrvärme, särskilt på platser där energibehovet är mindre eller där strömförsörjningen måste vara garanterad oavsett elnätet, som i avlägsna samhällen och på specialindustrier.

Tekniskt sett kan SMR- och MMR-anläggningar använda olika typer av kylmedel som lättvatten, gas, bly eller smältsalt. Jämfört med traditionella kärnkraftverk är dessa reaktorer ofta både mindre och enklare att bygga, vilket möjliggör snabbare utbyggnad och bättre anpassning till lokala förutsättningar.

En viktig fördel med SMR-tekniken är att den kan bidra till snabb och säker utbyggnad av fossilfri elproduktion. Eftersom reaktorerna är mindre och mer flexibla kan de placeras där de gör mest nytta och komplettera förnybara energikällor. Den mindre storleken gör dem även enklare att integrera i befintlig infrastruktur på olika håll i landet och placera där de gör mest nytta.

2.2.2 Anläggningens utformning

En SMR- och MMR-anläggning är ofta betydligt mer kompakt och enklare än en traditionell kärnkraftsanläggning. Själva reaktorbyggnaden tar mindre plats och mycket av anläggningen kan förläggas under mark, vilket minskar den synliga påverkan på miljön. Både SMR- och MMR-anläggningar tar vanligtvis upp till 20 hektar mark, vilket är avsevärt mindre än traditionella kärnkraftverk. Säkerheten är högt prioriterad, driftområdet omgärdas av stängsel och olika säkerhetssystem. Ett kontrollrum övervakar driften och eventuella problem åtgärdas snabbt. Anläggningarna kan kopplas direkt till elnätet, fjärrvärmen eller industriella processer för att energin ska kunna användas där den gör mest nytta, se Figur 2.3.

Figur 2.3: Exempelbild på SMR-anläggning och dess användningsområde.

Genom att anläggningen delvis är förlagd under mark bidrar detta även till ökad fysisk säkerhet. Anläggningarna kan även anpassas så att flera reaktormoduler kan placeras på samma område för att anpassa effektbehovet.

Typiska kännetecken för en SMR-anläggning:

- Liten effekt: Producerar vanligtvis under 300 MW(e) per enhet (jämfört med 1000+ MW(e) för traditionella reaktorer.
- Liten yta: De flesta SMR-anläggningar upptar mindre än 20 hektar jämfört med 100 hektar eller mer för ett vanligt kärnkraftverk.
- Standardisering: Samma design kan användas på flera platser, vilket förenklar myndighets godkännanden och drift.
- Modulär konstruktion: Byggs i fabriker som färdiga moduler och transporteras till platsen, vilket minskar byggtid, kostnader och minimerar risker.
- Flexibel: Man kan ha flera SMR-moduler bredvid varandra. Varje modul har sin egen reaktor och turbin, och kan köras självständigt eller tillsammans med de andra.
- Passiva säkerhetssystem: Många SMR-anläggningar använder naturliga processer (som gravitation, konvektion, tryckskillnader) för kylning, vilket minskar behovet av aktiv säkerhetsutrustning.
- Flexibel användning: Kan utöver elproduktion sammanlänkad med tex fjärrvärme, vätgasproduktion och andra industriella processer, så att el och värme kan användas där det mest gör nytta.

2.2.3 Internationell utveckling

Internationellt pågår en omfattande utveckling av SMR- respektive MMR-tekniken, där flera aktörer tar fram nya koncept med fokus på flexibla, säkra och kostnadseffektiva kärnkraftslösningar för framtidens energisystem. Dessa initiativ syftar till att bredda användningsområdet för kärnkraft, minska beroendet av fossila bränslen och skapa kompletterande lösningar till befintliga storskaliga reaktorer. Bland de mest framträdande tillverkarna och projektutvecklarna återfinns:

- NuScale Power (USA) – lättvattensreaktor "NuScale VOYGR"
- Rolls-Royce (Storbritannien) – lättvattensreaktor "Rolls-Royce SMR"
- TerraPower (USA) – Natriumkyld reaktor "Natrium"
- Westinghouse Electric Company (USA) – lättvattenreaktor “AP300”
- GE Hitachi (USA/Japan) – Kokvattenreaktor, "BWRX-300
- Steady Energy (Finland) – MMR för fjärrvärme
- Rosatom (Ryssland) – "RITM-200" och flytande "Akademik Lomonosov"
- CNNC (Kina) – ”ACP100”
- Framatome / EDF (Frankrike) — Franska SMR-koncept under utveckling
- KAERI (Sydkorea) — "SMART" SMR

- X-energy (USA) – högtemperaturreaktor "Xe-100"
- Ultra Safe Nuclear Corporation (USNC) (USA/Kanada) – "Micro Modular Reactor"
- Moltex Energy (Storbritannien/Kanada) – Smält salt-reaktor, "Stable Salt Reactor (SSR-W)"
- Blykalla AB (Sverige) – blykyld ”Sealer-55”

SMR- och MMR-tekniken erbjuder nya möjligheter att snabbt, säkert och hållbart möta framtidens energibehov och ge fler tillgång till fossilfri el och värme.

2.2.4 Framtagande av referensanläggning för lokaliseringsutredning

Vid etablering av ny kärnkraft behöver samma hänsyn tas till val av plats som för annan potentiellt farlig verksamhet. Avstånd till befolkningscentra bör beaktas ur ett evakueringsperspektiv. För SMR och särskilt MMR är dock en av fördelarna att dessa kan placeras relativt nära samhällen, för att minska behovet av långa och kostsamma rörledningar samt förluster vid överföring av värme. Valet av lokalisering styrs ofta av möjligheten till anslutning till värme- och elsystem samt andra relevanta faktorer som exemplifieras nedan.

Att placera en SMR- eller MMR-anläggning nära bebyggelse är möjligt under förutsättning att anläggningen är utrustad med moderna och passiva säkerhetssystem. Dessa säkerställer att reaktorn kan kylas utan mänskliga ingripanden under flera dygn vid en incident, vilket möjliggör en kontrollerad hantering av händelser och ordnad evakuering om så skulle behövas. Därmed kan en placering nära bebyggelse vara motiverad.

I studien syftar Sweco till att ta fram en referensanläggning, alltså en tydlig beskrivning och utformning av en typisk SMR-anläggning. Målet med referensanläggningen är att använda denna som utgångspunkt för en lokaliseringsutredning, där Sweco undersöker om möjligt samt vart det kan vara lämpligt att placera en sådan anläggning.

För att referensanläggningen ska vara användbar i lokaliseringsarbetet behöver vissa parametrar och förutsättningar definieras. Exempel på sådana parametrar kan vara:

- Hur mycket mark som behövs (ytkrav)
- Anläggningens höjdbehov
- Anläggningens behov av markförlagt djup och eventuella krav på underjordisk byggnation
- Vilka infrastrukturer som behövs (elanslutning, transporter, logistik, hamn)
- Möjlighet att ansluta till fjärrvärme eller att överföra överskottsvärme i form av processvärme samt typ och antal reaktormoduler

Genom att specificera parametrar och egenskaper kan vi bedöma och jämföra olika möjliga lokaliseringar på ett strukturerat sätt. En referensanläggning är därmed ett viktigt verktyg för att kunna göra en rättvis lokalisering, och för att analysera vilka platser som kan passa för framtida SMR i regionen.

2.2.5 Referensanläggningens parametrar och förutsättningar för Uddevalla kommun

För att möjliggöra en bred lokaliseringsutredning i denna skrivbordsstudie har Sweco, i samråd med Uddevalla kommun, fastslagit en generell modell för en SMR-referensanläggning. Syftet är att inte binda sig till en specifik

tillverkare i detta tidiga skede, utan att skapa en referensanläggning som är representativ för flera av de SMR-verk som idag är under utveckling internationellt.

Angivna värden och kriterier för referensanläggningen är:

- Effekt: Dimensionerad för ca 300 MW(e) och avsedd att passa de flesta aktuella SMR-koncept som är under utveckling (t ex lättvatten, bly, gas och smältsalt).

- Total anläggningsyta: Ca 15 hektar (10–15 ha som minsta uppskattning), inbegriper byggnader, säkerhetszon, vägar och lagringsytor.

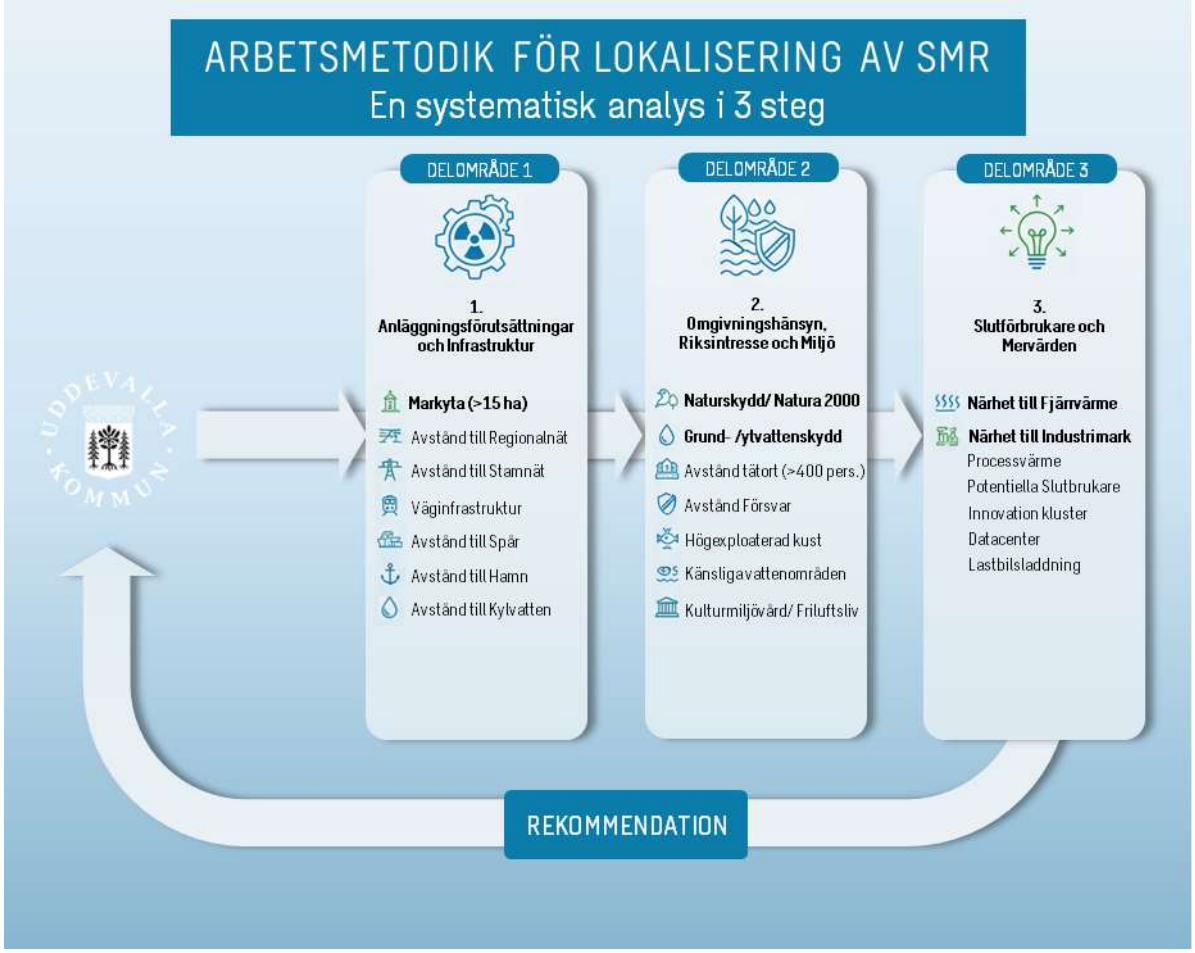
- Reaktorbyggnad: Diameter ca 15 meter, 25 meter ovan mark och 15 meter under marknivå. Inrymmer kontrollrum (15x15 m) samt bränslebassäng (20x10 m) för tillfällig lagring av använt kärnbränsle.

- Flexibilitet: området och byggnadernas storlek är konservativt uppskattade för att tillåta olika tekniska lösningar och eventuella framtida utbyggnader.

Genom att tydligt specificera ovanstående parametrar kan Sweco göra en strukturerad och jämförbar lokaliseringsutredning. Dimensioner och ytor är specificerade för att utgöra en generell och realistisk grund i den fortsatta lokaliseringsutredningen gällande platsval i kapitel 3. Referensanläggningen bedöms därmed att fungera som ett verktyg för att rättvist värdera och analysera olika platser för framtida SMR och MMR etableringar.

3 Övergripande platsvalsanalys

I denna skrivbordsstudie har Sweco tagit fram en strukturerad metodik som omfattar tre delområden för att utvärdera lämpliga lokaliseringsalternativ för en framtida SMR-anläggning inom Uddevalla kommun. Arbetet baseras på en kriterieanalys som tydligt beskriver de viktigaste hänsynsområdena i tre huvuddelar där en viktig förutsättning för arbetet är att kommunen har rådighet över marken som ingår i lokaliseringsutredningen.



Figur 3.1: Kriterieanalysens tre olika delområden som bidrar till den systematiska genomgången av Uddevalla kommun.

Metodiken är utformad för att utgöra en bra grund såväl för Swecos pågående förstudie som för framtida lokaliseringsstudier se, Figur 3.1. Varje delområde beskrivs närmare i kommande avsnitt. Analysen omfattar följande tre delområden:

Delområde 1 - Tekniska och kärntekniska förutsättningar för bedömning av platsens lämplighet utifrån tekniska faktorer och krav enligt kärntekniklagstiftningen (KTL). Delområdet omfattar flera kriterier för att tidigt bedöma centrala grundläggande krav för lokalisering av framtida kärnkraft. Avstånden till olika former av infrastruktur så som vägar, järnvägar, hamnar, platser för kylvattenintag samt elnät utgör viktiga kriterier. För elanslutningskraven till de regionala näten och stamnätet är dock frågan mer komplex än bara avstånden till ledningsnäten, men de frågorna hanteras därför även i de fördjupade analyserna först när en eller flera lämpliga platser har identifierats. Därför föreslås analysen för delområde 1 att göras först då det bedöms få en central och för urvalets syfte därmed relevant betydelse i viktningen mellan val av olika lokaliseringar. En viktig fråga att ha i åtanke är att lagkraven inom delområde 1 kan komma att förändras i och med att det pågår ett Regeringsuppdrag vid SSM (med flera myndigheter) med syftet att ta fram förslag till nya mer ändamålsenliga lagförslag för småskalig kärnkraft.

Delområde 2 – En tidig analys utifrån Miljöbalkens lokaliseringskrav, både på övergripande och mer specifik nivå för SMR-anläggningar. Delområdet omfattar i detta steg flertalet kriterier för att tidigt avväga och bedöma grundläggande krav för slutgiltig val av lokalisering enligt miljöbalken. Dessa kriterier härrör från identifierade relevanta kriterier kopplade till Miljöbalkens Kapitel 2, Allmänna hänsynsregler samt de tillhörande Hushållningsbestämmelserna i Kapitel 3 och 4 i Miljöbalken.

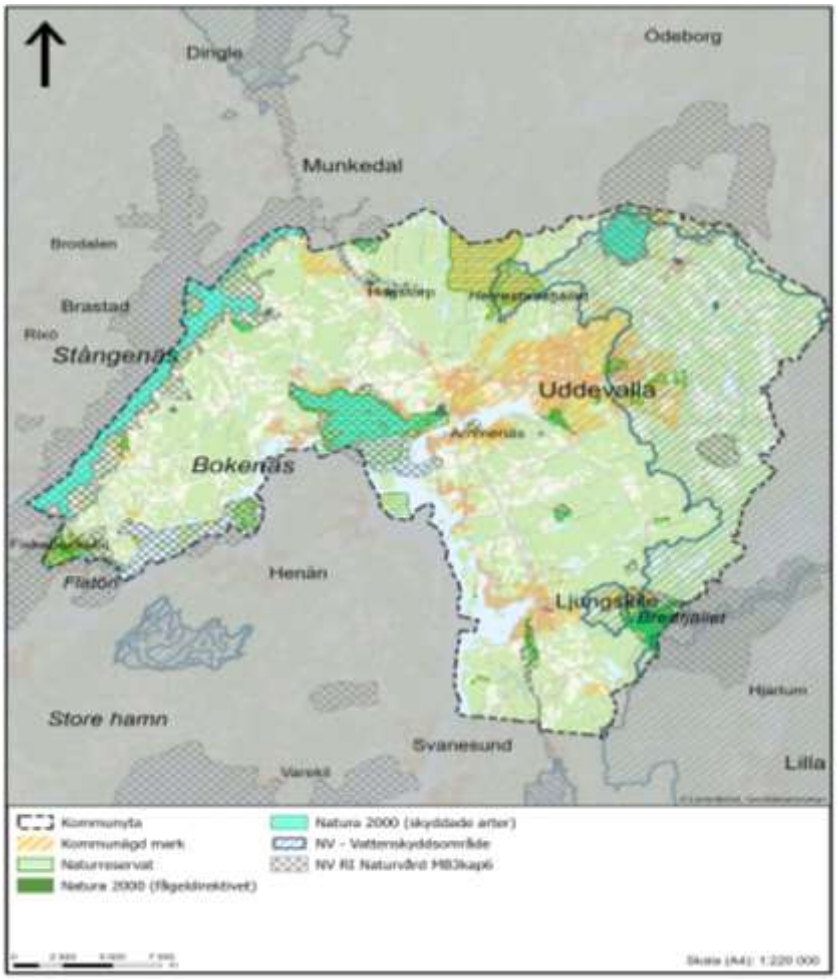
Delområde 3 - Slutanvändare och infrastruktur gör en bedömning av anläggningens potential att möta framtida regionala behov av el, processvärme och fjärrvärme. I industriområden och nytillkommande industriområden kan efterfrågan på processvärme och fjärrvärme väntas öka.
Här bedöms avstånd och därmed övergripande möjligheter kring att SMR-anläggningens platsval ska vara tillräckligt relevant för slutanvändare inom exempelvis el, processvärme och fjärrvärmeanläggningar lokalt och regionalt. Detta tredje delområde bedöms vara en ytterligare viktig dimension för att öka chansen för att en SMR ska kunna vara ekonomiskt och tekniskt möjlig att anlägga. Det vill säga för att ytterligare möjliggöra relevanta framtida satsningar lokalt men även regionalt och därmed möta framtida behov av utökad elproduktion och värme.

3.1 Förutsättningar för etablering av kärnteknisk verksamhet (en SMR) inom Uddevalla kommun

3.1.1 Tidig urvalsprocess om möjliga platser för en SMR

För att på ett systematiskt och effektivt sätt få fram en fungerande urvalsprocess för möjliga platser för en SMR i Uddevalla kommun genomfördes först en övergripande screening som baserades på följande tre kriterier:

1) Samtliga kommunägda fastigheter inom Uddevalla kommun
2) Riksintresse Naturskydd omfattande Naturreservat och Natura 2000-områden både på land och i havet
3) Riksintresse Grundvattenskydd och ytvattenskydd



Figur 3.1: Översiktskarta över Uddevalla kommuns ägda fastigheter samt utpekade riskintresseområden för alla former av naturskydd respektive grundvatten- och ytvattenskydd.

Utifrån den inledande övergripande screening framgår att en stor del av kommunens fastigheter i nordöstra och östra kommunen ej bedöms som lämplig då marken är skyddat av antingen naturskydd eller ingår i vattenskyddsområden för kommunens dricksvatten i form av primära och sekundära vattenskyddszoner, se Figur 3.1.

De kvarstående fastigheterna efter den initiala screeningen har utvärderats utifrån ytanspråk för att inrymma vår SMR-referensanläggning. Här visar sig flera fastigheter inom Uddevalla stad, vid Bokenäset i västra kommunen samt i nordvästra Uddevalla sydväst om Munkedal kommun vara lämpliga.

Samtliga kommunägda fastigheterna i och utanför Ljungskile samhälle i södra kommunen har därmed screenats bort på grund av områdenas betydelse för skydd av natur och vatten.

För att även i den översiktliga bedömningen utvärdera Ljungskiletrakten har ett större markområde utvärderats. Marken utgår inte utifrån en enskild fastighet utan det rör som om ett område (flera markägare) för att utifrån satta kriterier göra en övergripande bedömning kring lämplighet av området.
Markområdets är därmed ett ”referensområdesobjekt” i jämförelse av Ljungskiles möjlighet för att inrymma en SMR-anläggning, i den tidiga analysen om lämplighet av plats.

Efter den första screeningen har fem fastigheter valts ut varav ett större privat markområde. Dessa visas i Fugur 3.2 nedan. De utvalda områdena ligger spridda inom Uddevalla kommun: i centrum, söder om Ljungskile, vid Bokenäset, nära Hogstorp och Munkedal i Munkedals kommun. Inga områden har valts ut i östra delen av kommunen, eftersom det där finns natur- och vattenskydd.

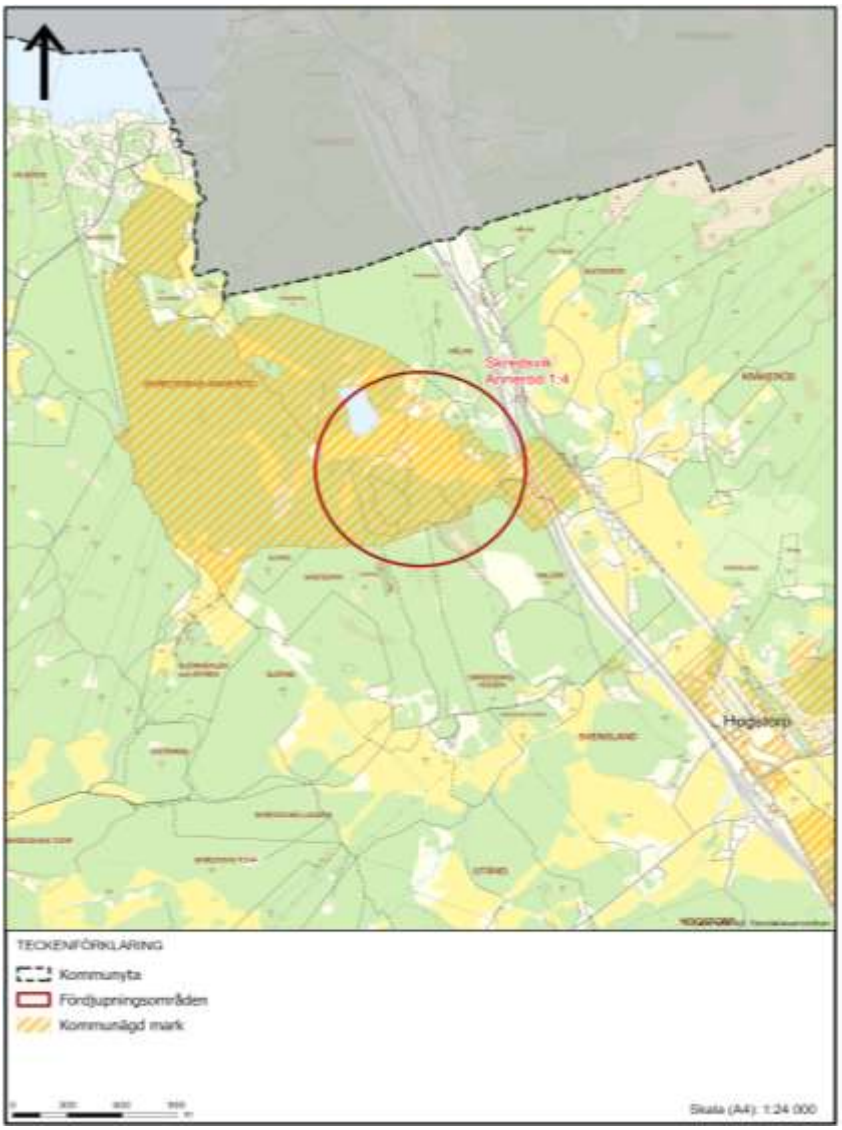
Figur 3.2: Översiktskarta över de fem identifierade fastigheterna.

I tabell 3.1 framgår vilka fastighetsbeteckningar de olika områdena har. För området vid Ljungskile finns ingen exakt fastighetsbeteckning, eftersom marken där ägs av flera fastighetsägare. Ljungskile bör därmed ses som ett referensområde. De fem utvalda områdena beskrivs närmare under egna rubriker nedan.

Tabell 3.1: Område, fastighet samt storlek av de fem fastighet som utvärderas i kriterieanalysen.

Område	Fastighetsbeteckning	Areal (ha)
Frölandsområdet ***(Centrala Uddevalla)***	Rävdals 1:2, Fröland 3:37, Fröland 3:32 Fröland 3:25 (delar av en större fastighet)	29
Brattåsverket ***(Centrala Uddevalla)***	Unneröd 2:5, Unneröd 2:3, Fasseröd 2:1 (delar av en större fastighet)	15
Skredsvik ***(Sydväst om Munkedal kommun)***	Skredsvik Anneröd 1:4	262
Bokenäset ***(Västra Uddevalla nordost om Tjörn kommun)***	Svenseröds Prästgård 1	108
Ljungskile ***(Sydväst om Ljungskile)***	Större referensområde med flertalet fastigheter	Större areal

Plats 1 - Skredsvik socken (Fastighet: *Skredsvik Anneröd 1:4*)



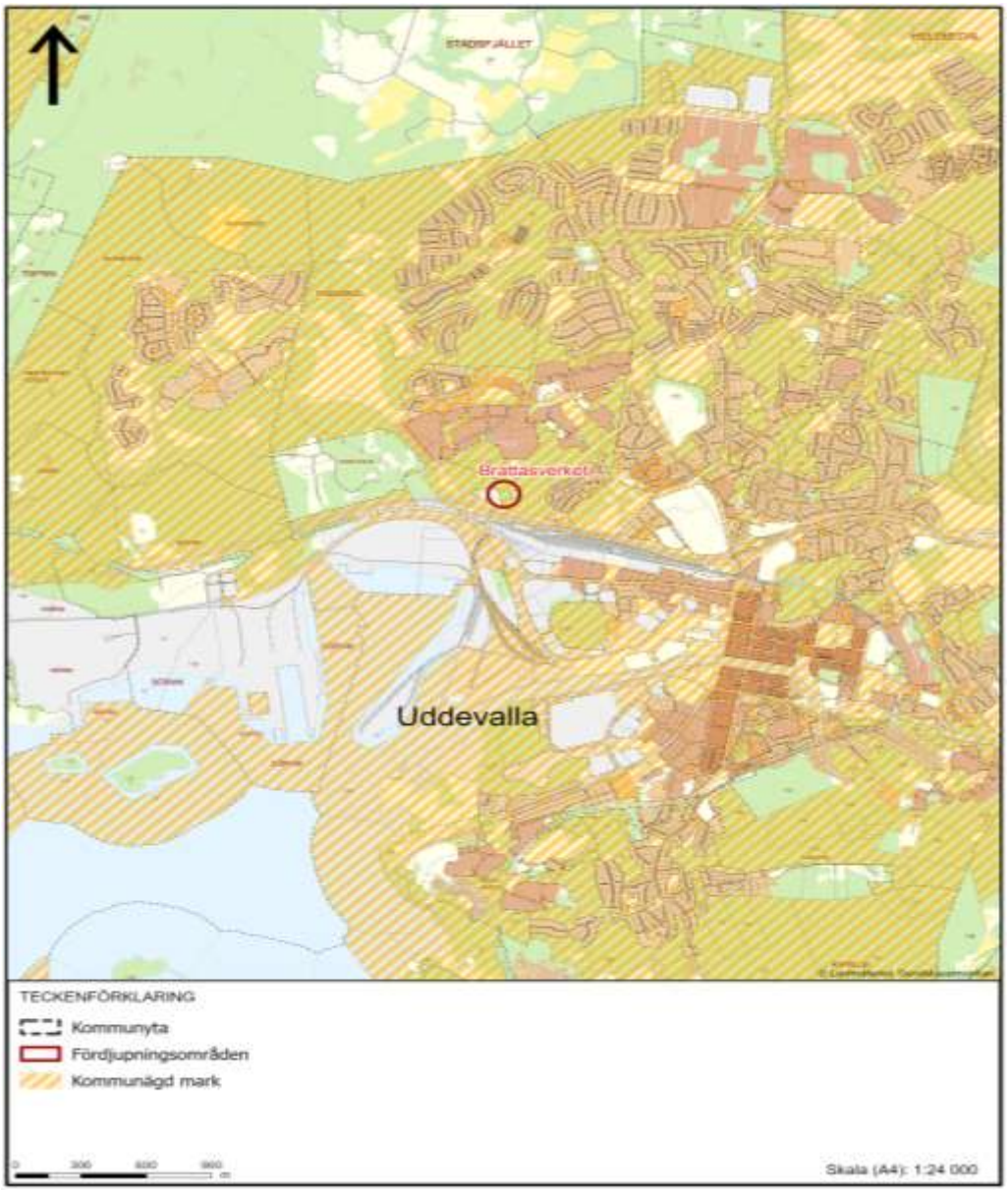
Figur 3.3: Karta över Fastigheten Skredsvik Anneröd 1:4 i Skredsviks socken som ligger nordöst om samhället Hogstorp i Uddevalla kommun samt söder om Munkedals kommun.

Skredsviks socken har odlingsbygd i dalgångar mellan skogbevuxna bergsplatåer. Fastigheten Skredsvik Anneröd 1:4 blev Uddevalla kommuns egendom i slutet av november 2024, se Figur 3.3. I socknen finns många kulturmiljölämningar från både bronsåldern och järnåldern.

Fastigheten består av kuperad, skogbevuxen terräng med granitberg och inslag av åkermark i lågpartierna. Tidigare har området använts som älgpark och tillhört en gårdsfastighet. Förutom den tidigare älgparken finns även en mindre gård samt flera avstyckade fastigheter med enskilda gårdar eller hus.

Skredsvik Anneröd 1:4 är den största av de fem utvalda fastigheterna som idag ägs av Uddevalla kommun. Fastigheten ligger inte i direkt anslutning till någon tätort, men anses ändå ha ett bra läge nära viktig infrastruktur. Det finns inga tidigare industriverksamheter i området.

Plats 2 - Området på och vid Brattåsverket i Uddevalla

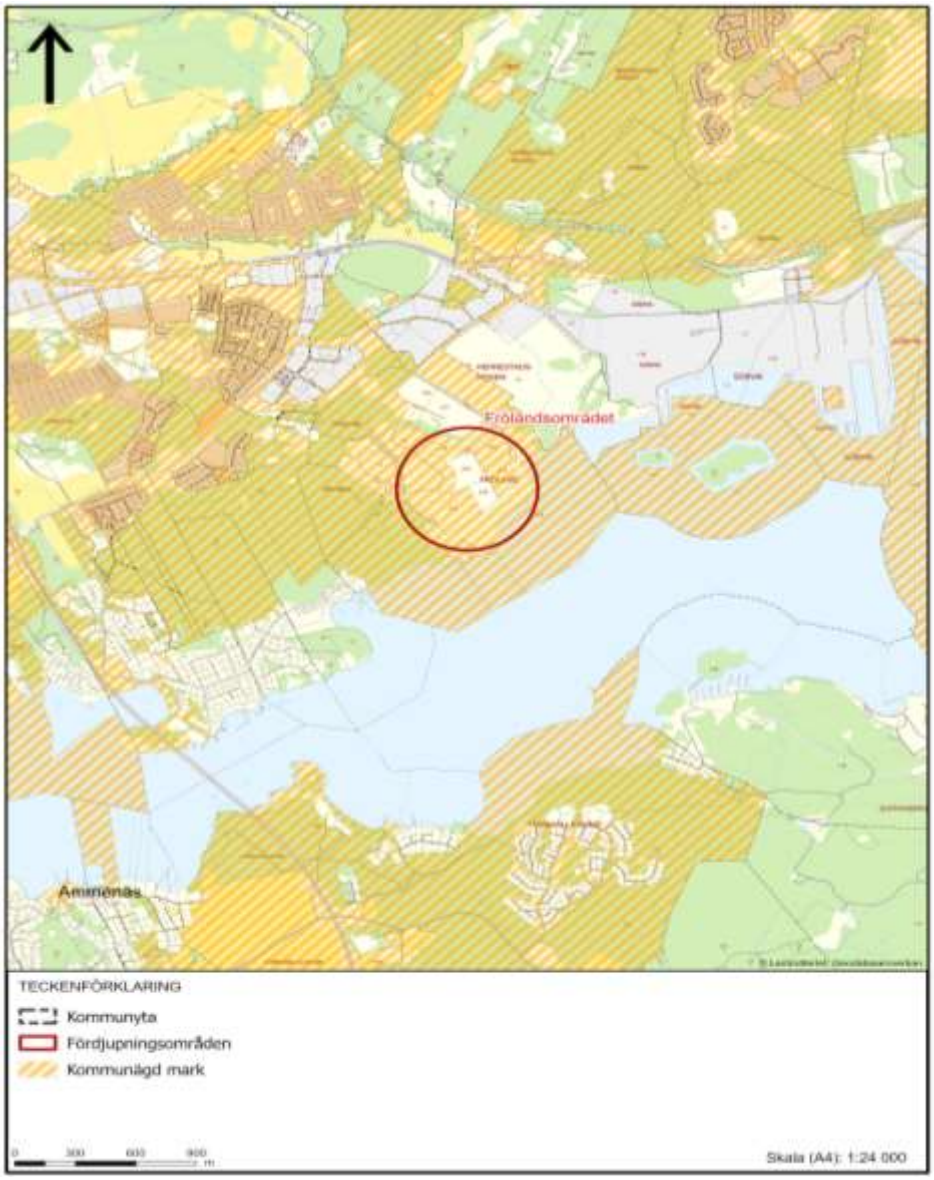


Figur 3.4: Karta över Brattåsverket med omgivande kommunägda fastigheter i centrala Uddevalla.

Brattåsverket ligger centralt i Uddevalla stad och här finns för närvarande ett av centralortens tre fjärrvärmeverk, se Figur 3.4. Fastigheten ägs av Uddevalla Energi, men fastigheterna i direkt anslutning till Brattåsverket ägs av Uddevalla kommun. Platsen bedöms ligga nära ett tätbebyggt område.

Till fastigheten vid Brattåsverket finns även ett tillhörande bergrum som omfattar ca 250 - 300 kvm golvyta och 25 - 30 meter i takhöjd.

Plats 3 - Frölandsområde i Uddevalla



Figur 3.5: Frölandsområdet som består av flera fastigheter som ägs av Uddevalla kommun ligger i anslutning till Frölandskajen.

Frölandsområdet är beläget cirka fem kilometer väster om Uddevalla och omfattar flera kommunägda fastigheter, se Figur 3.5. Delar av dessa fastigheter utgör även ett planområde på cirka 29 hektar. Planen avgränsas av Frölandsvägen i väster, naturområde i norr och öster samt hamnområde i söder.

Planområdet utgör i princip bergtäkten på Fröland, som ligger i anslutning till befintlig hamnanläggning. Området är sedan tidigare planlagt för industri- och hamnverksamhet. Syftet med den aktuella planen är att bland annat att pröva lämpligheten av en justerad höjdsättning av marken, vilket ger möjlighet till ett större uttag av berg inom täktområdet.

Plats 4 - Större Referensområde söder om Ljungskile

Figur 3.6: Kartan visar referensområdet söder om Ljungskile som i dagsläget ägs av många olika fastighetsägare.

Ljungskile socken ligger söder om Uddevalla vid viken som vetter mot Ljungskile. Socknen består av dalgångsbygder mellan bergshöjder. I socknen finns en hel del kulturmiljölämningar från bland annat både brons- och järnåldern.

Det större referensområdet söder om Ljungskile utgör ett större område som ägs av många olika markägare i dagsläget, se Figur 3.6. I referensområdet eller dess nära anslutning finns inga hamnar mer än i Ljungskile som ligger norr om området. Referensområdet utgörs främst av skog-, ängs- och åkermark samt är bebyggt av enskilda gårdar, enskilda fastighetsägare och mindre bostadsområden med heltids- och fritidshus. Inga industriverksamheter finns sedan tidigare i området.

Plats 5 - Bokenäset socken (*Fastighet: Svenseröds Prästgård 1*)

Figur 3.7: Fastigheten Svenseröds Prästgård 1 i Bokenäset socken ligger i ett område med kustnära läge och vetter mot flera större havsvikar.

Fastigheten Svenseröd Prästgård 1 ligger i Bokenäs socken som ligger öster om Lysekil på Bokenäset med Gullmarsfjorden i nordväst och Havsstensfjorden i söder, se Figur 3.7. Landskapet är kuperad med odlingsbygd i dalar mellan kala berg. Fastigheten utgörs främst av kala berg kuperad skog- samt ängs- och åkermark som finns inkilad emellan i lågpunkterna. Inom eller runt om fastigheten är idag bebyggt av enskilda gårdar, enskilda fastighetsägare och mindre bostadsområden med heltids och fritidshus. Inga industriverksamheter finns sedan tidigare i området.

På och kring fastigheten finns flera kulturmiljölämningar och hela fastigheten är också utpekad som Riksintresse Kulturmiljö. I socknen finns en hel del kulturmiljölämningar från bland annat både brons- och järnåldern.

3.2 Utvärdering

De identifierade fem lokaliseringsalternativen har utvärderats genom en systematisk jämförandeanalys och identifierats som potentiella platser för framtida etablering av en småskalig kärnkraftsreaktor (SMR) i Uddevalla kommun. De områden som analyserats är Skredsvik Anneröd 1:4, Brattåsverket, Frölands hamn (Frölandsområdet), referensområdet söder om Ljungskile samt Bokenäset (Svenseröds Prästgård 1).

1). Varje område har bedömts och poängsatts utifrån tre huvudsakliga delområden:

- Anläggnings- och infrastrukturkrav
- Hänsynskrav till Riksintressen
- Övriga mervärden

Analysen i **Delområde 1** har fokuserat på varje fastighets närhet till och möjligheter att ansluta till kritisk infrastruktur, såsom stamnät och regionala elnät, större väg- och järnvägsnät, hamnar. I denna del har exempelvis Skredsvik Anneröd 1:4 och Brattåsverket särskilt utmärkt sig tack vare deras goda kopplingar till såväl elnät som transportinfrastruktur, medan områden som Bokenäset och referensområdet söder om Ljungskile har mer begränsade möjligheter på grund av längre avstånd till nödvändig infrastruktur.

I **Delområde 2** har Sweco genomfört en fördjupad bedömning av hur respektive plats påverkas av och påverkar olika riksintressen, skyddsvärda naturvärden och viktiga samhällsintressen. Det har omfattat hänsyn till bland annat naturskydd inklusive Natura 2000-områden, vattenskydd och känsliga vattenmiljöer, närhet till tätorter, riksintressen för försvaret, riksintresse kustzonsskydd, riksintressena kulturmiljö och friluftsliv samt rörligt friluftsliv. Här har det till exempel tydliggjorts att Skredsvik Anneröd 1:4 har låg påverkan på närbelägna tätorter och därmed påverkar ett mindre antal människor, medan Brattåsverket och Frölandsområdet påverkar fler. Vissa områden, såsom Bokenäset, berörs särskilt av riksintressen för naturskydd, friluftsliv, rörligt friluftsliv och kulturmiljö, vilket har påverkat dess lämplighet som lokalisering i helhetsbedömningen. Referensområdet söder om Ljungskile hyser omfattas även av riksintresse kustzonsskydd och värden kring friluftsliv.

Inom **Delområde 3** har vikt lagts vid möjligheten att ansluta uppkommen värme från en SMR till existerande och framtida fjärrvärmeanläggningar samt till befintliga och nytillkommande industriområden där efterfrågan på processvärme och fjärrvärme kan väntas öka. Här har framför allt Brattåsverket men även Frölandsområdet visat sig ha särskilt goda förutsättningar att på ett kostnadseffektivt sätt bidra till både nuvarande och framtida energibehov i Uddevalla, medan Bokenäset och Ljungskileområdet hamnat längre ner i rangordningen på grund av större avstånd till befintliga konsumtionscentra.

Samtliga fem områden har således bedömts utifrån både kvantitativa och kvalitativa faktorer, med stöd av GIS-underlag, nationella datakällor för riksintressen och miljövärden samt sammanställningar som finns i Bilaga 1. Resultaten av utvärderingen och underliggande analys ligger till grund för den slutliga rangordningen och rekommendationerna kring vilka av platserna som bedöms mest lämpliga ur ett helhetsperspektiv – både idag men även med hänsyn till kommunens långsiktiga utveckling. För mer detaljerad information om analysen, tillämpade kriterier samt kompletterande kartmaterial, se den Övergripande platsvalsanalyse i Bilaga 1.

3.3 Resultat

Utifrån resultaten av den genomförda multikriterieanalysen, där såväl tekniska, miljömässiga som samhällsekonomiska aspekter har vägts samman, konstateras att skillnaderna mellan de utvärderade platserna är tydliga. Den samlade poängsättningen som redovisas överskådligt nedan i Tabell 3.1, visar att **Plats 3** – Skredsvik Anneröd 1:4 (Anneröd) konsekvent uppnår högst poäng i såväl anläggningsförutsättningar (**Delområde 1**) som vid bedömning av riksintressen och skyddsvärda intressen (**Delområde 2**). Områdets goda tillgång till infrastruktur, stora areal, avsaknad av överlappande riksintressen samt närhet till planerade industriområden innebär en robust grund för vidare lokalisering. Platsvalet vid Anneröd möjliggör därtill potentiella ekonomiska fördelar genom närheten till framtida slutförbrukare av energi.

Näst bäst i det samlade utfallet är **Plats 1** – Brattåsverket, som särskilt utmärker sig vad gäller mervärde för slutförbrukare (**Delområde 3**) tack vare direkt närhet till Uddevallas fjärrvärmenät och elnätsanslutningar samt tillgång till större bergrum för anläggning. Brattåsverket får dock något lägre slutpoäng i **Delområde 1 och 2** främst på grund av närheten till tätorter samt viss osäkerhet kring möjliga utbyggnadsytor för att kunna inrymma en större SMR-anläggning.

Plats 2 – Frölandsområdet får en jämförbar men något svagare poängsumma, främst på grund längre avstånd till fjärrvärmenät och elnät jämfört med Brattåsverket samt en större påverkan på omgivande tätorter.

Plats 4 – referensområdet söder om Ljungskile placerar sig signifikant lägre på grund av bland annat närhet till tätort, längre avstånd till infrastruktur samt riksintresse kustzonsskydd och värden kring friluftsliv.

Plats 5 – Bokenäs socken (Svenseröds Prästgård 1) placerar sig signifikant lägst i den samlade bedömningen, framför allt till följd av längre avstånd till infrastruktur och fler överlappande riksintressen för bland annat kustzonsskydd, naturskydd, friluftsliv, rörligt friluftsliv och kulturmiljö.

Den genomförda lokaliserings, inklusive komplett poängtabell och samtliga underliggande bedömningskriterier, återfinns i Bilaga 1. Detaljerade kartor över kriterier och poängsättning finns även i Bilaga 2 (Karta 3.1 – 3.14). Sammantaget rekommenderas vidare utredning av Skredsvik Anneröd 1:4 som huvudsakligt lokaliseringsalternativ, samt fortsatt fördjupad analys av Brattåsverket som eventuellt alternativ om förutsättningarna skulle förändras.

Tabell 3.2: Översiktligt resultat av genomför kriterieanalys för Delområde 1 – 3, visar vilka av de fem utvalda fastigheter som får högst samlad urvalspoäng.

Urvalskriterier **SMR-anläggning**	**Plats 1** Brattåsverket	**Plats 2** Frölandsområdet	**Plats 3** Skredsviks socken	**Plats 4** Ljungskilereferensområde	**Plats 5** Bokenäs socken
DELOMRÅDE 1	**12**	**11**	**12**	**5**	4
DELOMRÅDE 2	**17**	**17**	**20**	**13**	**13**
DELOMRÅDE 3	**3**	**2**	**5**	**1**	**0**
Summa:	**32**	**30**	**37**	**19**	**17**

3.4 Slutsats och rekommendationer

Den genomförda lokaliseringsanalysen har haft som mål att belysa både tekniska och ekonomiska faktorer som är avgörande för ett lyckat platsval för en framtida SMR-anläggning. Analysen har inte bara identifierat områden med tekniska och ekonomiska förutsättningar, utan även tagit hänsyn till mervärden såsom närhet till potentiella slutförbrukare, utvecklingsbar industrimark och fjärrvärme samt närheten till befintlig infrastruktur. Detta stärker den långsiktiga hållbarheten och kostnadseffektiviteten för både produktion och avsättning av el från en framtida SMR-anläggning.

Sammanvägt framträder **Plats 3 – Anneröd** (Skredsvik Anneröd 1:4) något tydligare som förstahandsval, då området uppnår högsta poäng vad gäller anläggningsförutsättningar, omgivningsaspekter samt låga konflikter med riksintressen enligt nuvarande analys. Kombinationen av god infrastruktur, begränsad påverkan på större tätorter och närhet till planerade industrisatsningar skapar goda förutsättningar för en hållbar etablering.

Samtidigt visar analysen att även **Plats 1 – Brattåsverket** har mycket starka utvecklingsmöjligheter och placerar sig som en tydlig tvåa i urvalsprocessen. Speciellt positivt för Brattåsverket är närheten till Uddevallas fjärrvärmenät och elnätsanslutningar samt tillgången till större bergrum, vilket kan innebära fördelar vid etablering av en SMR-anläggning då delar av utrustningen kan placeras i bergrummet.

Mot denna bakgrund kommer båda dessa platser att i nästa steg analyseras på djupet för att säkerställa att samtliga krav och önskemål kan uppfyllas, innan slutgiltig rekommendation kan presenteras.

Resultaten och slutsatserna från dessa mer omfattande platsvalsstudier redovisas i efterföljande kapitel.

4 Utvärdering och analys avseende lokalisering inom Anneröd och Brattåsverket

Eftersom båda platsvalen Anneröd och Brattåsverket utifrån den genomförda lokaliseringsanalysen identifierats som lämpliga alternativ för en framtida el/processvärmeanläggning har Sweco i samråd med Uddevalla kommun valt att utvärdera båda alternativen. Genom att parallellt utvärdera båda platsvalen skapas ett mer robust beslutsunderlag som reducerar risken att väsentliga prövningsmoment eller andra mer tekniska flaskhalsar förbises i ett tidigt skede. Utvärderingsmetoderna för de djupare lokaliseringsanalyserna för dessa två huvudalternativ beskrivs mer i detalj i kapitel 4.1 respektive kapitel 4.2.

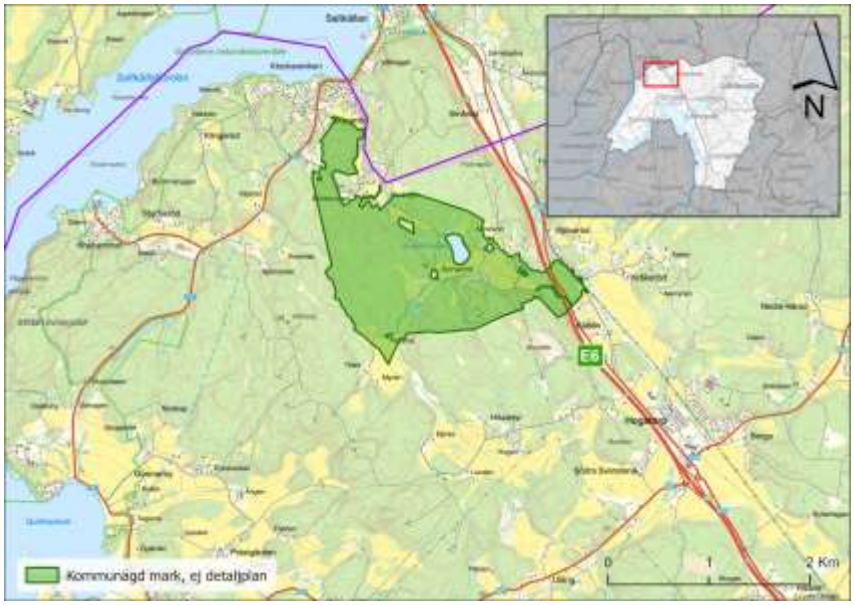
4.1 Lokalisering inom Anneröd – SMR för elproduktion

Fastigheten Skredsvik Anneröd 1:4 omfattar en större markfastighet som ägs av Uddevalla kommun sedan 2024. Tidigare ägare har nyttjat området främst som en jord- och skogsbruksfastighet. Chanserna att identifiera en lämplig anläggningsyta för en fullskalig SMR-anläggning inom så stora arealer som fastigheten Anneröd utgör bedöms vara god. Området består i dag av ett kuperat skogslandskap med inslag av odlingsmark.

Fastighetens närhet till Saltkällefjorden som är en del av Gullmarns havssystem, bedöms också möjliggöra kylvattenlösningar för en SMR-anläggning. Infrastrukturförutsättningarna bedöms således vara goda med närhet till E6:an samt goda möjligheter att samordna väg och kylvattenledningar ner mot kusten. Anslutning till kringliggande region- eller stamnät för elöverföring öster om E6:an samt möjliga framtida kopplingar till järnväg och logistikcentra söder om Anneröd bedöms också bidra till möjligheter.

4.1.1 Beskrivning av Skredsvik Anneröd 1:4 (Anneröd)

Skredsviks socknen består av en odlingsbygd förlagd i dalgångar mellan skogbevuxna bergplatåer i nordvästra Uddevalla. Skredsviks socken ligger sydväst om tätorten Munkedal i Munkedals kommun. Fastigheten Skredsvik Anneröd 1:4 omfattar en total areal om ca 262 hektar, se Figur 4.1. Fastigheten Skredsvik Anneröd 1:4 kallas fortsatt för fastigheten Anneröd i rapporten.

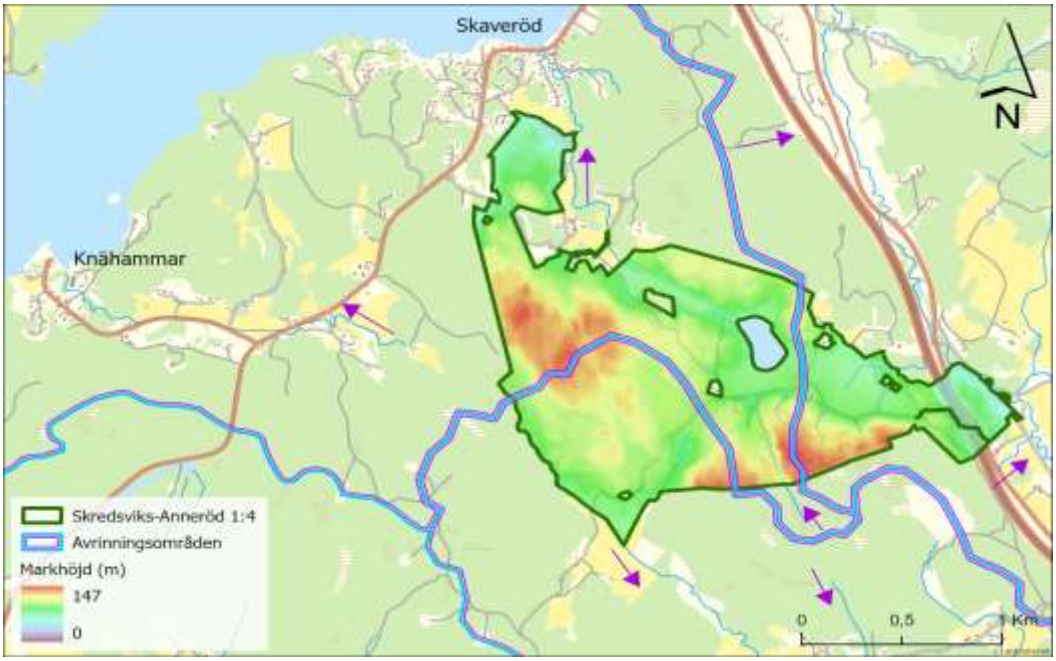


Figur 4.1: Fastigheten Anneröd ligger i nordvästra Uddevalla och nordväst om den mindre tätorten Hogstorp.

Figur 4.2: Två fotografier från fastigheten Anneröd som visar skogbeklädda höjdområden och inslag av åkermark.

Fastigheten Anneröd omfattas av både kuperad skogbevuxen blockterräng med inslag av insprängd åkermark i dess sänkor och lågpunkter. I dalgångarna ligger även sjön Anneröd vatten och ett antal avrinningsområden. På fastigheten har en tidigare ägare bedrivit en älgpark som hörde till en av gårdarna på fastigheten. I Figur 4.2 redovisas två fotografier från Anneröd och som gestaltar förekomsten av skogbevuxna höjdryggar samt förekomsten av åkermark i fastighetens sänkor och dalgångar. Inom fastigheten Anneröd finns förutom gårdsfastigheten som drev älgparken även en ytterligare mindre gård samt ett antal mindre enskilda fastigheter.

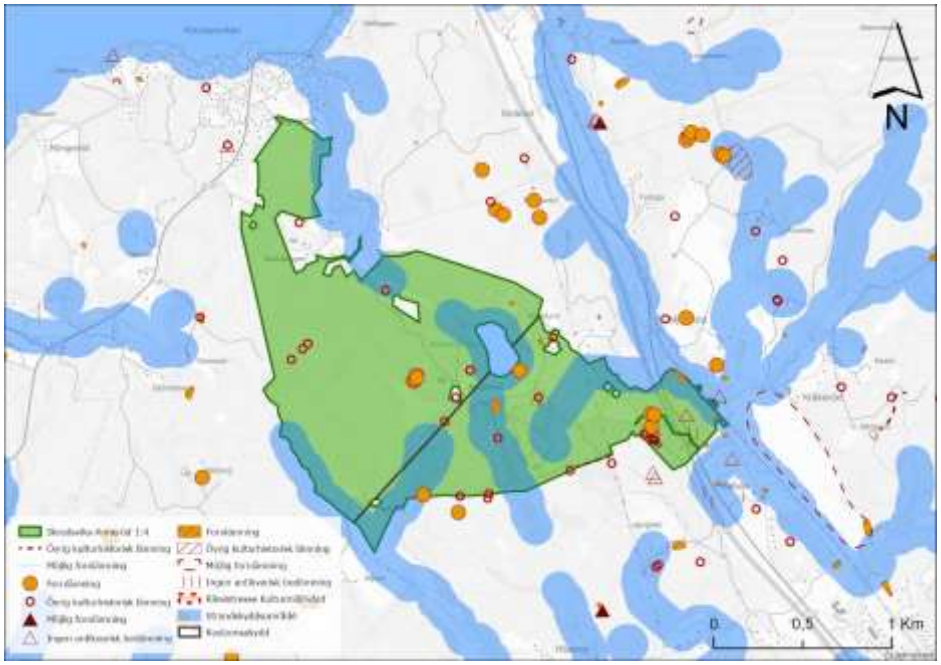
I Figur 4.3 redovisas en karta över förekomsten av kuperade områden som har en riklig förekomst av berg i dagen och som främst är bevuxen av skog. I figuren syns även förekomsten av dalgångar insprängt mellan de olika höjdryggarna. I dalgångarna förekommer främst åkermark med tillhörande naturliga inslag av en sjö, dammar, avvattningsdiken samt vattendrag. Figuren 4.3 gestaltar också att en konsekvens av de många höjdryggarna inom fastigheten är att det inom en och samma fastighet förekommer tre olika avrinningsområden. Dessa tre områden åskådliggörs i Figur 4.3 med blåa streck. Inom dessa tre vattendelarområde rinner sedan vattnet vidare i tre olika huvudriktningar.



Figur 4.3: Figuren visar fastigheten Anneröds höjdryggar och avrinningsområden till omgivande vattendrag.

Det sydvästra avrinningsområdet leds i riktning mot sydväst via avvattningsdiken som utmynnar i Skredsviks ån som mynnar ut i Gullmarn. Det nordvästra avrinningsområdet leds både i riktning rakt norrut mot Saltkällefjorden genom anlagda avvattningssystem delvis under samhället Skaveröd, men även mot avvattningssystem för jordbruksmarken väster om Skaveröd mot Saltkällefjorden. Nordvästra avrinningsområdet leds mot ett område på andra sidan E6:an. Eftersom motorvägen numer skär av området är det sannolikt att ett sådant flöde skulle kunna avledas mot Trafikverkets anlagda avvattningstrummor i anslutning till motorvägen som också mynnar ut i Saltkällefjorden.

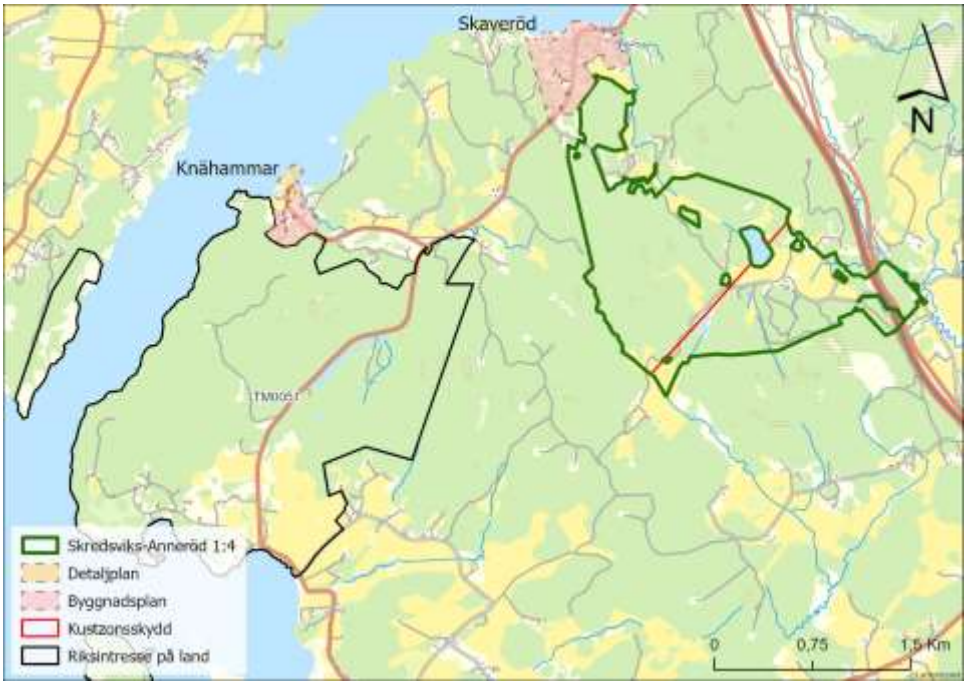
I Skredsviks socknen finns en hel del kulturmiljölämningar från både brons- och järnåldern dokumenterad och så är också fallet vid fastigheten Anneröd. Kulturmiljölämningarna har en koncentration till fastighetens lägre liggande landskap, vilket redovisas i figur 4.4. Skälet till detta kan vara att det historiskt vid en högre strandlinje än i dagens landskap kan ha funnits inseglingsmöjligheter med anslutande boplatser och verksamhet i landområdena runt det som idag är en sjö vid namnet Anneröd vatten. I Figur 4.4 redovisas också de förekommande vattendragen inom Anneröd där det föreligger utpekat strandskydd inom 100 meter från vattendragen som också redovisas i Figur 4.4. Dessa förutsättningar kan behöva tas i beaktande när placeringsval för SMR-anläggningar sedan bedöms. Strandskydd kan upphävas i samband med framtagande av detaljplan, men strandskyddets värden kan även i en detaljplan behöva helt eller delvis hänsynstas beroende på strandskyddets karaktär och syfte.



Figur 4.4: Fastighetsgräns för Anneröd, Kulturmiljö, kustzonsskydd och strandskydd.

Det finns i dagsläget en översiktsplan (ÖP) för området där fastigheten Anneröd ingår, där ett större område är utpekat för friluftsliv och naturområde. Runt om fastigheten Anneröd finns två detaljplaner beslutade längs med kusten i form av en byggnadsplan för fritidsändamål för bebyggelsen vid Skaveröd 1:3, 1:5, 1:6 m.fl från 1957-1960 samt motsvarande byggnadsplan för det mindre fritidsboende området Knähammar vid kusten från 1957 i Skredsvik socken. I Knähammar har också identifierats en marina för småbåtar samt en enskilt ägd hamn från 1970-talet. Vid fastigheten Anneröd finns i dagsläget ingen detaljplan för området. En detaljplan kommer däremot behöva utvecklas för Anneröds fastighet om en SMR-anläggning med tillhörande infrastruktur i framtiden ska planeras inom området.

I figur 4.5 redovisas utöver byggnadsplanerna för Skaveröd och Knähammar även att riksintresset för kustzonsskydd som begränsar ca halva området av Anneröds fastighet samt hela vägen ner till kusten. Detta redovisas något förenklat i form av ett rött streck endast inom fastigheten Anneröd för att inte skymma de övriga detaljerna i kartan. Detta riksintresse begränsar i dagsläget möjligheten att förlägga en SMR-anläggning i enlighet med miljöbalkens krav. Skyddet utgör en särskild regel i miljöbalken som härrör från krav från 1970-talet som togs fram i syfte att nya kärnkraftverk inte fick byggas inom den utpekade kustzonsskyddet runt om delar av Sveriges södra kust. I figur 4.5 redovisas även riksintresse för totalförsvarets utpekade områden med en svart legend väster om fastigheten Anneröd. Uddevalla kommun har dock möjlighet att föreslå mindre justeringar av kustzonsskyddet inom ramen för kommunens översiktsplanearbete men som beslutas av staten. Det är viktigt för ett fortsatt arbete med att identifiera möjliga platser för en SMR-anläggning och dess tillhörande kylvattenledningar ut till kusten sker genom samexistenslösningar med totalförsvarets skyddsintressen.



Figur 4.5. Fastigheten Anneröd, detaljplanelagda områden vid Knähammar och Skaveröds samt riksintresseområdena för totalförsvarets respektive kustzonsskydd.

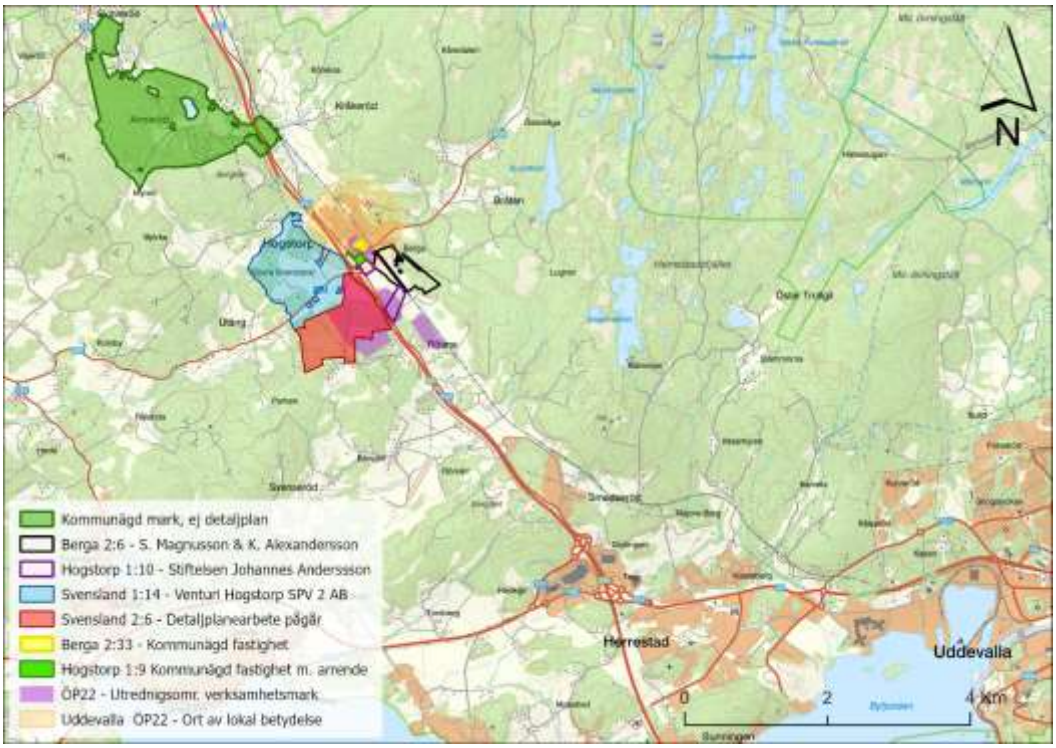
Söder om Skredsviks socken och fastigheten Anneröd finns inom ca 2 - 3 km radie den mindre tätorten Hogstorp som i dagsläget hyser mindre än 400 fastboende. Hogstorp ligger i sin tur mindre än en mil från Uddevalla och i nära anslutning till motorvägen E6. Väster om E6:an i Hogstorp pågår detaljplanearbete i tidig fas där nya områden för verksamhetsmark och industrimark med tillhörande infrastruktur och service är under framväxande, se Figur 4.6.

Kommunen arbetar bland annat med att ta fram ett förslag till detaljplan för fastigheterna Svensland 2:6 och Svensland 1:16.[3] Norr om dessa fastigheter finns också en ytterligare detaljplan Svensland 1:14 där ett större fastighetsbolag förvärvat marken för olika planer för framtida användningsområden som är i ett mycket tidigt skede. Hogstorps planerade industriområden utgör sammantaget ett nytt attraktivt område för industriteknik. I anslutning till markområdena precis närmast E6:an finns också goda möjligheter till exempelvis logistik via järnvägsbunden omlastningscentral ihop med omlastning mot väg. Här finns även möjligheter till elladdningsinfrastruktur för tung trafik mot Norge.

[3] Hogstorps Verksamhetsområde västra - Uddevalla kommun https://www.uddevalla.se/bygga-bo-och-miljo/samhallsplanering/detaljplaner-omradesbestammelser/pagaende-detaljplaner/skredsvik/hogstorps-verksamhetsomrade-vastra.html

Uddevalla kommun arbetar därför i tidigt skede för att ta fram ett nytt planprogram för industriområdessatsningar och övriga tidiga exploateringssatsningarna i Hogstorp tillsammans med kommunens förvärvade fastighet Anneröd. Den förvärvade fastigheten vid Anneröd syftar till att nyttja området som industri- och verksamhetsmark. Planprogrammet för Hogstorp och fastigheten Anneröd kommer därför att ta sikte på behoven för dessa framtida etableringssatsningar och övriga markförvärvsplaner som sammantaget möjliggör stegvis nya etableringar av industriverksamheter och annan lämplig verksamhet för de kommande 10-15 åren.

Närhet till boende, skola och övriga kommunala verksamheter anser arbetstagare vara en bidragande orsak till att söka sig till nya arbetstillfällen enligt en studie från Tillväxtverket. Detta innebär att kommunen även behöver dessa verksamheter inför framtida etableringar.



Figur 4.6: Översiktbild över fastigheten Anneröd och pågående detaljplaner i den närmast liggande tätorten Hogstorp.

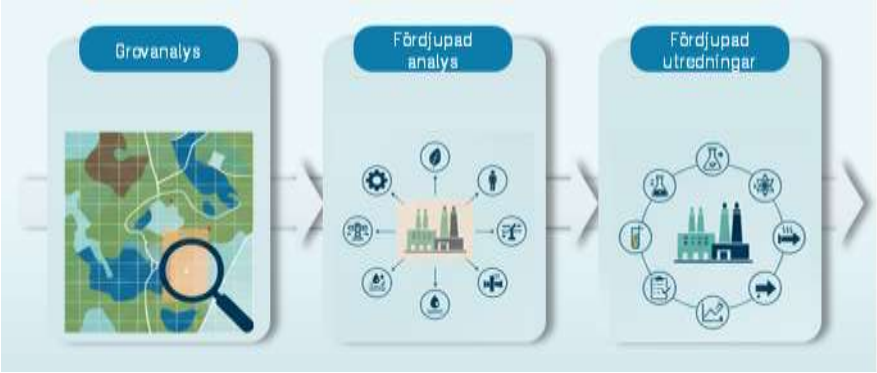
4.1.2 Lokaliseringsarbetet av Anneröd i tre faser

Swecos lokaliseringsarbete för att utveckla de bästa platsvalen och lösningarna för en SMR-anläggning delades in i tre faser för att stegvis och systematiskt gå igenom fastigheten och hitta den mest lämpliga ytan att etablera en SMR-anläggning på, se Figur 4.7.

I första fasen genomförde Sweco en första grovanalys av hela fastigheten för att identifiera vilka delområden som bedömdes vara mest lämpliga på en mer övergripande nivå. Målet med grovanalysen var att om möjligt peka ut ett bästa platsval på en mer begränsad yta för det fortsatta analysarbetet.

Utifrån ett sådant bästa platsval inom fastigheten Anneröd genomfördes sedan en mer fördjupade analys i fas två. Här studerades platsen mer fördjupat ur ett bygg och etableringstekniskt perspektiv. Även de viktigaste övriga hänsynsaspekterna för kringliggande riksintressen, samt för människor och miljö studerades också. I den andra fasen analyseras även olika tekniska anslutningslösningar för en SMR-anläggnings. Det omfattade exempelvis olika infrastrukturbehov så som elnätsanlutningar, kylvattenlösningar samt hantering av överskottsvärme till fjärrvärmesystem eller framtida närliggande industrianläggningar med mera.

I den tredje fasen när det bästa platsvalet och dess anslutningslösningar har studerats djupare genomfördes sedan ett antal fördjupningsutredningar. Utredningarna genomfördes i syfte att ytterligare minimera tekniska, ekonomiska och miljömässiga risker genom att med etablerade fältmetoder och andra former av expertbedömnings- och beräkningsmetoder ytterligare verifiera platsvalets lämplighet. Fördjupningsstudierna syftade även till att vid behov peka ut behovet av ytterligare utredningar som kan komma att behöva genomföras längre fram inför kommande tillståndsprövningar av en SMR-anläggning.



Figur 4.7: Lokaliseringsarbetets tre faser.

4.1.2.1 Grovanalys

4.1.2.1.1 Sammanfattning av analysmetoden

I grovanalysen genomförde Sweco en inledande bedömning av hela fastigheten Anneröd för att identifiera var de bäst lämpade platserna kunde finnas utifrån fysiska förutsättningar (placering, markförhållanden, detaljplaner, befintliga verksamheter), infrastruktur (utrymme, kapacitet och begränsningar) samt omgivande intressen och miljöhänsyn (hänsyn, skyddsåtgärder och försiktighetsmått).

Arbetet med att identifiera lämpliga platsval genomfördes systematiskt med en så kallad multikriterieanalys med stöd av Geografisk Informationssystem (GIS). GIS-analysen genomfördes genom att ett antal kartor laddades ner från öppna databaser via Uddevalla kommunen, flertalet myndigheter, Lantmäteriet med flera källor. Med stöd av datainsamlingen genomförde Sweco en första grov kartläggning av fastigheten Anneröds förutsättningar för anläggande, infrastruktur och miljöhänsyn i enlighet med flertalet relevanta kriterier. I analysen har ett antal grundkriterier ställts upp som har bedömts vara viktiga för en SMR-anläggnings grundläggande behov och förutsättningar.

Följande grundkriterier för en SMR-anläggning har använts i grovanalysen:

- Minst 15 hektar landområde för att inrymma en SMR-anläggning
- Närhet till Väglogistik
- Närhet till Regionnät och Stamnät
- Närhet till Hamn och Kylvattenintag
- Närhet till Fjärrvärmenät
- Närhet till Järnvägslogistik
- Närhet till potentiellt industriområde

Utöver grundkriterierna för en SMR-anläggnings tekniska behov och funktion har även ett antal hänsynsobjekt identifierats som bedömdes vara relevanta vid en tidig analys av lämpliga platsval. Dessa hänsynsobjekt har delvis valts ut och detaljanpassats utifrån fastigheten Anneröds specifika förutsättningar.

Följande hänsynsobjekt beaktas vid grovanalysen för lämpliga platsval:

- Ytvatten och Påverkan Ytvattendrag
- Grundvatten
- Lågpunkter vid platsval (skyfallsrisk)
- Geologi och Jordarter
- Förorenade områden
- Naturvärden och Artskyddade arter
- Kulturmiljövärden
- Landskapsbilden i området

4.1.2.1.2 Analys av tekniska grundkrav för en SMR-anläggning

Det finns mervärden när det gäller det logistiska läget både med närhet till motorvägen och när det gäller den laddinfrastruktur för fordon som växer fram vid E6:an vid Hogstorp som kan behöva mer el i framtiden. Sweco har bedömt att en anslutning till E6:an vore en fördel och kommer kunna anpassas för de transporter som krävs till och från fastigheten. Vägnätet inom fastigheten Anneröd samt anslutande vägar bedöms inte vara dimensionerade för tunga transporter i dagsläget. Det behöver också anläggas en väg till hamnen från fastigheten. Sweco ser flera möjliga sträckningar för en sådan hamnvägdragning, men dessa behöver utredas vidare.

I närheten av fastigheten Anneröd finns idag åtta anlagda vindkraftverk. Dessa är inkopplade via elnätet vilket gör att det bedöms finnas inkopplingsmöjligheter även för en framtida SMR-anläggning. Både ett regionalt nät och stamnätet passerar förbi fastigheten Anneröd öster om motorvägen. Utformningen kring det behöver utredas vidare för att identifiera möjliga och lämpliga nätanslutningslösningar hos berörda nätägare.

Som beskrivits tidigare finns närhet till vatten för att kunna använda som kylvatten via Saltkällefjorden. Flera hamnar finns även vid detaljplaneområdet Knähammar, vilket bedöms vara en stor fördel. En av hamnarna vid Knähammar bedöms ha ett bra djup och det finns således möjlighet att anpassa den för hantering av sjötransporter. Det kommer behöva anläggas en kylvattenledning från fastigheten Anneröd och ner till Saltkällefjorden. Sweco har i den tidiga grovanalysen identifierat flera möjliga sträckningar från Anneröd ner till ett kylvattenintag. Men den bästa lokaliseringslösningen kommer att kräva mer utredning och fortsatt dialog med berörda fastighetsägare. En möjlighet är att anlägga kylvatten samt väg ner till hamnen i delvis samma sträckning.

Det finns inget fjärrvärmenät utbyggt inom fastigheten Anneröd eller dess närhet idag. Sweco ser dock en möjlighet att vid en framtida etablering inom fastigheten Anneröd utforma ett lokalt nät för närliggande industrier som kan tillvarata restvärme från en SMR-anläggning. Det finns också möjlighet att ta till vara en del av överskottsvärmen och leda till Uddevallas fjärrvärmenät i framtiden. Det finns ett järnvägsspår öster om E6:an i höjd med Anneröd. De närmaste stationerna är vid Munkedal tätort samt vid Hogstorps tätort där möjligheter till omlastningspunkt för järnväg finns.

Fastigheten Anneröd avser att användas som industri- och verksamhetsmark enligt beslut från kommunfullmäktige. Som beskrivits ovan pågår tidiga detaljplaneprocesser för olika industriområdessatsningar söder om fastigheten Anneröd väster om motorvägen vid Hogstorp tätort. Planerna vid Hogstorp kan också komma att växa de närmaste 10-15 åren.

Vid fastigheten Anneröd finns som beskrivits tidigare i första hand berg, skog och åkermark. En SMR-anläggning kan med fördel anläggas under mark eller så långt ner i berget som möjligt för att minska påverkan av yttre

händelser och att underlätta skalskyddet. Men vid anläggande finns det samtidigt ekonomiska fördelar med att undvika bergschakt då det är en kostsam schaktmetod. Bedömningarna enligt ovan för grundkraven för en SMR-anläggning baseras på olika former av GIS-analyser som redovisas i figur 4.8.

Figuren 4.8. Figuren redovisar de grundkriterier för en SMR-anläggning som har används i grovanalysen.

4.1.2.1.3 Analys av hänsynsobjekt för en SMR-anläggnings platsval

Utöver bedömningarna kring anläggande och anslutning till omgivande infrastruktur har även ett antal relevanta hänsynsobjekt för utformningen av en SMR-anläggnings platsval analyserats. Bland hänsynsobjekten ingår miljöhänsynskriterier som ofta används vid tidig planering av lämpliga platsval. Analysen har utförts med hjälp av olika kartskikt via GIS-analys och vid behov, via ytterligare fördjupad information från öppna datakällor.

Fastigheten Anneröd visade sig ha tre avrinningsområden som avleder överskottsvattnet från området åt tre helt olika håll. För att identifiera eventuella svårigheter nedströms för en framtida SMR-anläggnings dagvatten studerade därför Sweco kända vattenföretag nedströms i de tre avrinningsområdena. Det avrinningsområde som bedömdes ha bäst förutsättningar rinner vidare i sydvästlig riktning via utdikade åkermark för att slutligen avvattnas till Skredsviksån som mynnar ut i Gullmarn. Ett av de två övriga avrinningsområdena avvattnades norrut och bedömdes gå bland annat under detaljplanelagd mark vid Skaveröd som sannolikt kommer kräva justeringar av detaljplanerna där. Och det tredje avrinningsområdet rinner mot öst och skulle sannolikt behöva anslutas till Trafikverkets anlagda trummor under E6:an. Sådana anslutningslösningar kan vara tekniskt begränsade och tidskrävande. En sådan lösning bedöms först kunna avgöras när ett detaljplanearbete påbörjats för fastigheten Anneröd och när man har en mer utvecklad plan hur hela fastigheten bäst bör nyttjas.

I övrigt studerades förekomst av brunnar i området. Endast ett fåtal enskilda brunnar och någon enstaka energibrunn förekom vid enskilda fastigheter i anslutning till fastigheten Anneröd. Lågpunkter som utgör risk för översvämning vid skyfall identifierades också och ritades bort som mindre lämpliga platsval för det fortsatta bedömningsarbetet.

Geologin i området redovisas i SGU:s databas som urberg och består av bohusgranit. Inom kommunen finns sedan tidigare en bra erfarenhet från flertalet platser att kommunens geologi ofta visat sig väl lämpad för att anlägga

bergrum och öppna bergschakt i. För att avgöra det på den specifika platsen behöver dock berget undersökas med borrhålsanalys. För att analysera om eventuella problem med radon kan förekomma jämfördes SGU:s skattade radonnivåer med platser inom Uddevalla kommun där kända problem kan förekomma. Området vid fastigheten Anneröd bedömdes inte utgöra ett riskområde för radon.

Berget ligger inte särskilt djupt från markytan och inom de mer höglänta områdena förekommer berget mer eller mindre i dagen. Vad beträffar jordarter och jorddjup anses glaciallera vara den vanligt förekommande i lågpunkter och dalgångar, medan sandig morän och postglacialsand förekommer i de mer höglänta bergsområdena. En potentiell risk kopplat till glaciallera identifierades i form av så kallad skredrisk. Skredrisken bedöms främst förekomma i de delar av fastigheten som hade sluttande glaciallerjord med särskild fokus på markområdena runt sjön Anneröds vatten samt i anslutning till några av avrinningsvägarna från området. En fjärranalys av skredriskerna inom fastigheten bedömdes därför vara ett fördjupningsområde att studera vidare. Det finns inga sedan tidigare dokumenterade kända föroreningar i området, varför denna fråga däremot inte bedömdes vara prioriterad att studera vidare.

I delvis samma områden med skredrisk har också en koncentrerad förekomst av kulturmiljöobjekt och arkeologiska lämningar identifierats. Bohuslän har en väl dokumenterad kulturmiljökartläggning som visar på en riklig förekomst av brons- och järnåldersfolk. Dessa har sannolikt haft boplatser och gravar i området vid och runt sjön Anneröds vatten. Genom att undvika kända kulturmiljöområden bedöms frågan ändå vara oproblematisk. Om en påverkan på kulturmiljövärden ändå bedöms kunna uppstå bör det föregås av en detaljplaneprocess med tillhörande kulturmiljöutredningar.

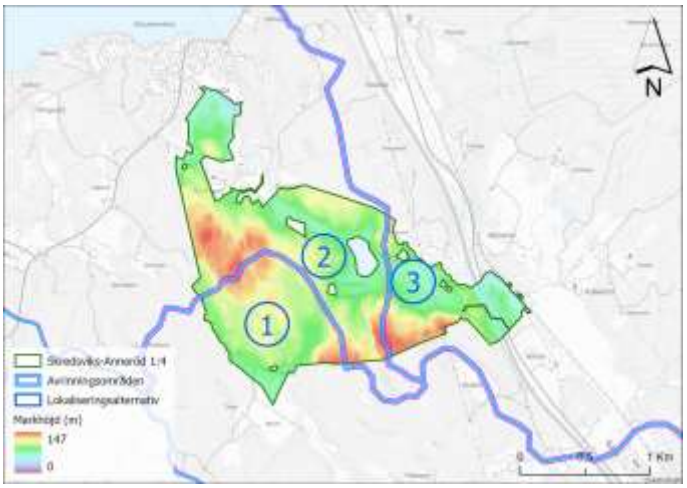
Området runt fastigheten Anneröd har en relativt väl dokumenterad förekomst av arter, men området på själva fastigheten som delvis varit en jord- och skogsbruksfastighet visade sig vara mindre undersökt. Det delområde som därför pekas ut som mest lämplig bör bedömas med hjälp av en naturvärdesinventering.

Slutligen studerades landskapsbilden och fastigheten Anneröd bedöms vara väldigt kuperat i riktning mot Saltkällefjorden och det närmast norr om liggande detaljplaneområdet Skaveröd. Slutsatsen blev därför att området inte bedöms nämnvärt kunna påverka den omgivande landskapsbilden på grund av den kraftigt kuperade terrängen mot havet, vilket är en stor fördel. Bedömningarna enligt ovan för miljöhänsynskraven för en SMR-anläggning baseras på olika former av GIS-analyser som redovisas i figur 4.9.

Figuren 4.9. Figuren redovisar hänsynsobjekt beaktas vid lämpliga platsval för en SMR-anläggning

4.1.2.1.4 Sammanfattning och Slutsats - grovanalys

Utifrån en översiktlig GIS-analys där hänsyns tagits till tidiga, relevanta hänsynsobjekt har Sweco identifierat tre områden inom fastigheten som bäst lämpar sig för en SMR-anläggning samt en möjlig industrietablering. Dessa finns angivna som Platsval 1, 2 och 3 i figur 4.10.



Figur 4.10: Fastigheten Anneröd samt var de tre Platsvalen 1, 2 och 3 är förlagda på fastigheten.

Av de tre platsvalen bedöms Platsval 1 vara bästa platsvalet ur flest bedömningskriterier, vilket sammanfattas i tabell 4.1 nedan. Baserat på det samlade bedömningsresultatet genomfördes sedan den fördjupade analysen i fas två av lokaliseringsarbetet för Platsval 1 i sydvästra delen av fastigheten Anneröd.

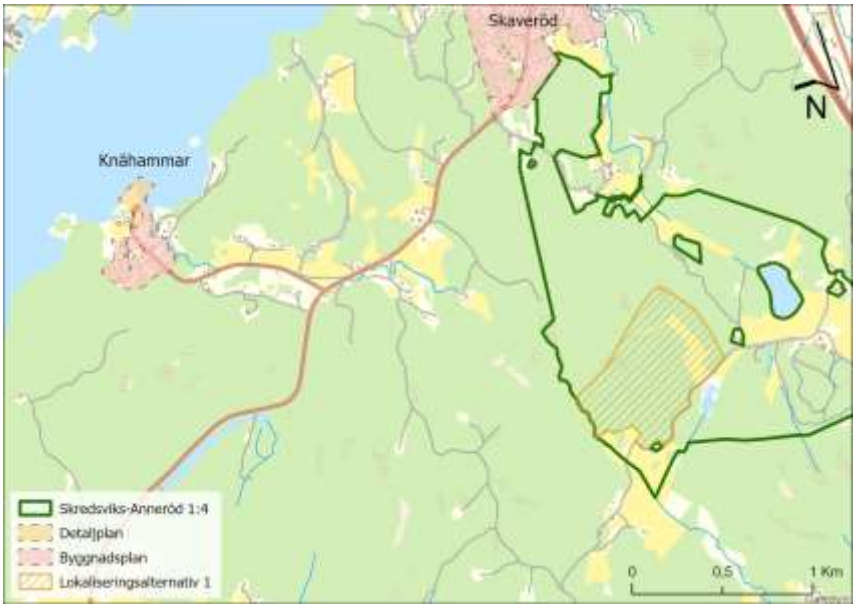
Tabell 4.1: Översiktligt resultat av genomförd kriterieanalys för Platsvalen 1, 2 och 3.

Urvalskriterier SMR-anläggning Fas 2a	Plats 1 Anneröd Nordväst	Plats 2 Anneröd Nordöst	Plats 3 Anneröd Sydöst
DELOMRÅDE 1			
Tillgång till minst 15 hektar			
Närhet till Väglogistik hamn/VA-kylvatten			
Närhet till Elanslutning			
Närhet till hamn via enskild väg			
Närhet till Järnvägslogistik			
Summa	6	5	8
DELOMRÅDE 2			
Vattendelare och Påverkan Ytvattendrag			
Grundvattenpåverkan (brunnar)			
Identifierade lågpunkter (skyfallsrisk)			
Risker kring Jordarter och jorddjup			
Djup ner till berggrunden			
Risk p.g.a. Artskyddade arter			
Risk p.g.a. Kulturmiljöobjekt			
Risk för påverkan Landskapsbild			
Summa	11	10	6
DELOMRÅDE 3			
Närhet till större fjärrvärmenät			
Anspråk på potentiellt industriområde			
Summa	3	3	2
Totalsumma	20	18	16
POÄNGSKALA			
2 POÄNG			
1 POÄNG			
0 POÄNG			

4.1.2.2 Fördjupad analys av vald plats (Platsval 1)

4.1.2.2.1 Beskrivning av analysmetoden

Den fördjupade analysen inom Platsval 1 syftar till att få en bättre bild av förutsättningarna för den valda platsen inför fortsatta förberedelser och tillståndsprocesser för att möjliggöra en kommande etablering av en SMR-anläggning vid fastigheten Anneröd. Inför den fördjupade analysen har området för Platsval 1 tydligare definierats i Figur 4.11 nedan. I det fördjupade analysarbetet har två parallella iterativa bedömningsarbeten genomförts utifrån två olika perspektiv. I det ena perspektivet har kriterier för de viktigaste bygg- och etableringstekniska frågorna analyserats. Detta arbete har utgått från fastställda tekniska ramar som har dimensionerats utifrån en SMR-anläggning med en elektrisk effekt om 300 MW (megawatt).



Figur 4.11. Fastigheten Anneröd och dess Platsval 1 samt detaljplaneområde för Knähammar.

Utifrån de tekniska lösningarna för att klara bygg- och etableringskraven som tagits fram utifrån det första perspektivet har sedan även ett ytterligare perspektiv analyserats omfattande ett antal hänsynskriterier. Dessa hänsynskriterier har utgått från kringliggande riksintressen enligt miljöbalken, begränsningar i detaljplaner samt andra relevanta miljöhänsynsfrågor kopplat till hänsyn till människor och miljö. Vid analysen av dessa hänsynsobjekt har det vid identifierade uppenbara hinder skett olika former av tekniska anpassningar i de bygg- och etableringstekniska lösningarna, så att de mest relevanta hänsynsobjekten om möjligt inte skall riskera att utgöra oönskade risker eller uppenbara hinder vid kommande tillståndsprocesser.

Om det under den fördjupade analysen har identifierats behov av ytterligare fördjupningsstudier för att ytterligare kunna minska risken för tekniska, ekonomiska eller miljömässiga hinder för människa och miljö så har dessa föreslagits utredas ett steg till inom ramen för ett antal fördjupade studier som redovisas i den tredje fasen av lokaliseringsutredningen vid fastigheten Anneröd.

Följande bygg och etableringstekniska kriterier har analyserats i fördjupningsfasen:

- Bygg- & Etableringsytor
- Kylvattendimensioner, dragningar och intagslösningar
- Restvärme Fjärrvärmenätet
- Möjliga Hamnlösningar
- Reningsverk & Dricksvatten
- Effekt & Elanslutning
- Möjligheter vid Industrietableringar

Följande hänsynsobjekt har analyserats i fördjupningsfasen:

- Geologi, Jordarter & Skredrisk
- Kulturmiljövärden
- Försvarsintressen
- Begränsningar i Knähammar & Skaveröds Detaljplaner
- Kylvattendragningar och intagspunkter vid kust
- Rådighetsfrågor i havet och för enskilt ägande
- Kylvattenpåverkan på Gullmarn

De kriterier som Sweco har identifierat enligt ovan analyserades i slutet på den andra fasen i en riskanalys inför kommande tillståndsprövningar samt utifrån bedömd osäkerhetsnivå gällande kostnadsdrivande faktorer vid bygg- och etableringsfasen. Utifrån den genomförda riskanalysen beslutades sedan i dialog med kommunen att genomföra några ytterligare fördjupningsstudier i den tredje och sista lokaliseringsfasen.

4.1.2.3 Fördjupad analys av vald plats

4.1.2.3.1 Bygg och etableringstekniska kriterier för Platsval 1

De olika bygg- och etableringstekniska kriterierna som analyserats nedan, visualiseras i Figur 4.12 och visar att det är flertalet helt olika tekniska och rumsliga perspektiv som har studerats. När det gäller bedömningar kring bygg- och etableringsytorna ligger Platsval 1 inom ett relativt plant område med ett begränsat jorddjup ner till berget. Platsvalet bedöms således innebära att det kommer kunna förekomma bergschakt, men att det går att planlägga området i olika nivåer som bedöms kunna bidra till en gynnsam etablering.

I fördjupningsfasen utvecklades konservativa antaganden om hur mycket kylvatten som kan komma att behövas för en SMR-anläggning motsvarande 300 MW. Baserat på dessa antaganden kunde även beräkningar kring behoven för olika rördimensioner för kylvattenledningarna skattas. Beroende på hur många kylvattenrörledningar som sedan anläggs kan rördimensionerna anpassas i storlek. Baserat på dessa tekniska antaganden kunde sedan översiktliga tekniska och ekonomiska bedömningar göras kring hur man på olika sätt kan schakta respektive borra ner rörledningarna för kylvatten på ett teknisk och ekonomiskt genomförbart sätt. Dessa olika tekniska antaganden kring kylvattentekniken låg sedan till grund för bedömningar kring hur omgivande relevanta hänsynskriterier kan påverkas. För de fall där hinder för kylvattensystemets anläggande identifierades diskuterades

hur den tekniska utformningen kunde anpassas så att de uppkomna hindren i första hand kunde undvikas med alternativa lösningar och i andra hand kunde minimeras med lämpliga skyddsåtgärder.

Kylvattenledningens dragning bedöms kunna lösas med två möjliga sträckningar från Platsval 1 vid fastigheten Anneröd, till markområdet runt Knähammar. Anläggande av kylvattenledningar inom detaljplaneområdet för Knähammar har Sweco tidigt bedömt vara för trångt. En grundorsak är också att det i nuläget finns riksintressen inom Knähammar som bedöms kunna hindra sådana utformningar samt att detaljplanen för Knähammar från 1950-talet sannolikt måste göras om. Det bedöms däremot vara möjligt att ansluta kylvattenledningarna hela vägen ut i havet i närheten av Knähammar med hjälp av modern bergborrningsteknik. Det kommer sannolikt krävas flera olika alternativa lösningar i ett tidigt skede för att det ska passa alla enskilda och allmänna intressen.

Figur 4.12. Figuren visualiserar de bygg- och etableringstekniska kraven som har analyserats för Platsval 1 vid fastigheten Anneröd.

Övriga slutsatser som Sweco har gjort kopplat till kylvattenfrågorna är att det bedöms vara fördelaktigt att utnyttja en del av överskottsvärmen från kylvattnet som fjärrvärme. En utredning kommer krävas för att klargöra en sådan teknisk utformning, men sannolikt går det att lösa med rätt rördimensioner och värmeväxlare. Fördelen med en bättre restvärmeutvinning vore att kylvattenuttaget som återför kylvattnet till Gullmarn därmed får en lägre temperatur än om överskottsvärmen inte nyttjas. Det finns också en möjlighet inom Platsvalet 1 vid fastigheten Anneröd att etablera en damm, vilken skulle kunna stärka reaktorsäkerheten vid uppkomna behov av vatten till reaktorn.

Utöver kylvattenfrågan identifierades även behovet av en tidig kommunal VA-planering över området. En etablering bedöms kunna medföra ökade mängder avloppsvatten samt dricksvatten. Under byggtiden kan det dessutom behövas tillgång till vatten för till exempel tillverkning av betong och dammbindning.

I fördjupningsfasen studerades inte effekt- och elanslutningsfrågan djupare än att en förenklad så kallad ledningskoll genomfördes i området närmast fastigheten Anneröd. Detta resulterade inte några intressanta resultat, varför elanslutningsfrågan föreslås utredas vidare i den tredje fördjupningsstudiefasen. Detta med målet att översiktligt identifiera de framtida regionala effektbehoven samt möjliga elanslutningslösningar till region- och stamnät. Frågeställningarna kring möjlig elnätsanslutning bedöms vara viktig eftersom det bedöms kunna utgöra en stor kostnad vid anläggande av en SMR-anläggning och som också kan innebära förseningar om elanslutningslösningen skulle visa sig vara svår att lösa.

Platsens betydelse för industrietablering har under fördjupningsfasen studerats med stöd från en rapport från Tillväxtverket.[4] Där nämner myndigheten olika scenarios för hur företagen resonerar vid nyetablering som till exempel cirkulära samhället, digitalisering, automation samt regionala och nationella värdekedjor. Fastigheten Anneröd bedöms utgöra bra förutsättningar för industrietablering, med närhet till Uddevalla centralort och dess hamn, E6:an som är navet mellan Norge, Sverige och Europa samt nuvarande planerade industrietableringar söder om fastigheten i anslutning till Hogstorp.

Sweco har bedömt att en blandning av ett industriområde för mindre företag som verkstäder, tillverkning, hantverk och teknik samt en större etablering av ett medelstort företag inom exempelvis kemi, livsmedel eller tillverkning vore lämpligt. De mindre företagen kan redan ha en etablerad kundkrets, men behöver större lokaler, vilket gör att deras etablering kan gå fort samtidigt som ett medelstort företag lättare kan flytta in sin produktion. Det kan dessutom bli en synergi mellan de mindre företagen och det medelstora, vilket visat sig ge positiva effekter inom andra orter. Större företag behöver normalt en längre etableringstid, behov av att få med sig personal och så vidare, vilket gör att det kan dröja innan den etableringen ger effekt.

För analysen om möjligheter till industrietablering studerade Sweco också delar av kvarvarande ytor inom fastigheten Anneröd med fokus på markområden mellan Platsval 1 och området i riktning mot motorvägen västerut. Dessa kvarvarande ytor som kräver en detaljplaneprocess för att kunna realiseras bedöms kunna ge förutsättning för ca 20-30 företag samt ca 300-500 arbetstillfällen. Man ska också ha i åtanke att de mer indirekta arbetstillfällena som service, leverantörer även kan ge ökade arbetstillfällen till befintliga aktörer. Den typen av mervärden som kan skapas mellan en SMR-anläggning och olika former av industriområden av olika slag gestaltas på ett illustrativt och förenklat sätt i Illustration 4.1.

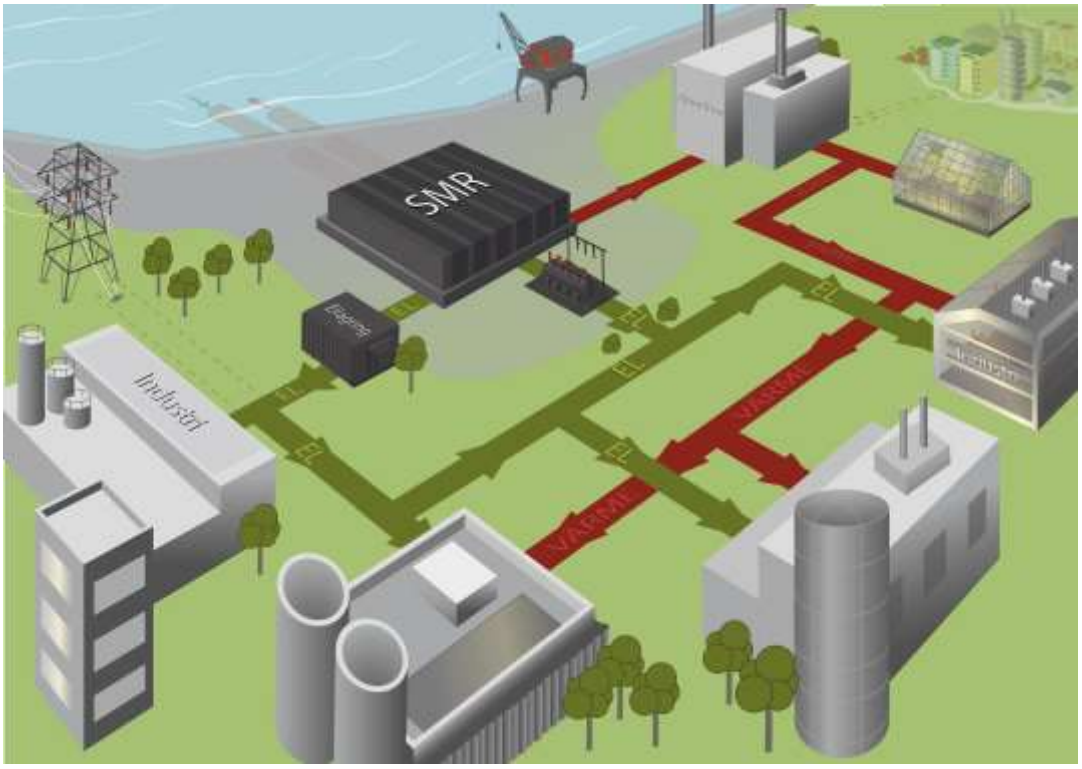


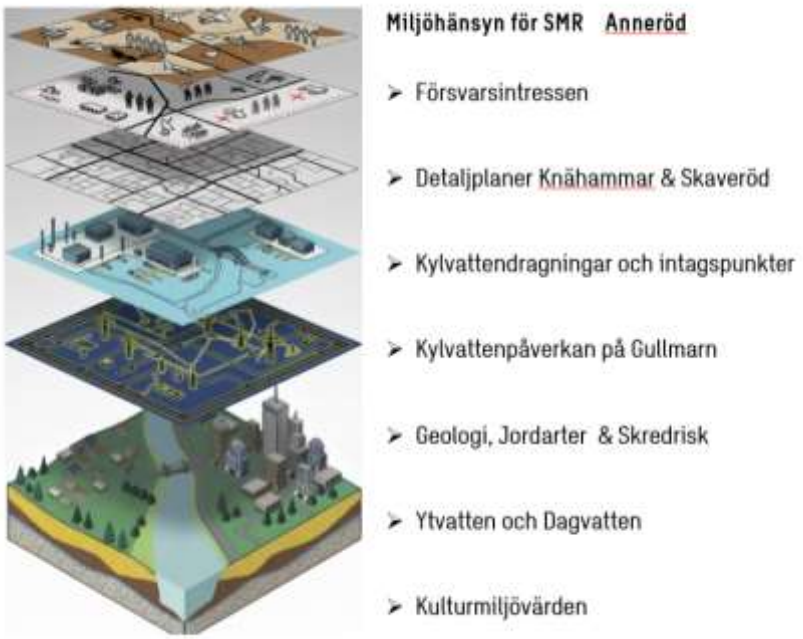
Illustration 4.1.Illustrationen åskådliggör på ett förenklat sätt hur en SMR-anläggning kan skapa många ytterligare mervärden om den anläggs i anslutning till omgivande industri- och produktionsanläggningar.

[4] Tillväxtverket, 2020. Rapport 0314 - Platsens betydelse för industrin - framtida vägval för kommuner och regioner.

4.1.2.3.2 Analys av hänsynsobjekt för en SMR-anläggnings Platsval 1

Hänsynsobjekten har analyserat utifrån den tekniska ram som beskrivits i Kapitel 4.1.2.3.1 och dess bygg- och etableringsantaganden. Hänsynsobjekten för den andra fasen finns redovisade i Figur 4.13. För Platsval 1 konstaterats att geologin behöver verifieras med en bergborrning som föreslås genomföras i den tredje fördjupningsstudiefasen. För jordartsfrågan bedöms jorddjupet i området för Platsval 1 generellt vara begränsat i skogsområdet, varför det bedöms vara mindre intressant att utreda i detta tidiga skede. Åkermarken bedöms kunna bestå av glaciallera och har en viss begränsad lutning varför en skredriskanalys däremot bedöms vara relevant att genomföras i den tredje fasen för att om möjligt kunna avskriva den typen av risker.

Beträffande kulturmiljövärdena i området har en kulturmiljöexpert studerat området översiktligt via digitala redskap och konstaterat att området inte bedöms utgöra ett område med stora kulturmiljövärden, varför detta inte utreds vidare i den tredje fasen.



Figur 4.13: Figuren visualiserar hänsynsobjekt som har analyserats för Platsvalet 1 vid fastigheten Anneröd.

I figur 4.5 tidigare i kapitel 4 redovisades riksintresset för totalförsvarets utpekade områden med en svart legend väster om fastigheten Anneröd. Totalförsvaret har riksintressen utpekade söder om Knähammars detaljplan längs med kusten, varför detta område inte bedöms möjlig att dra kylvattenledningar inom. Det finns eventuellt även andra okända totalförsvarsintressen längs med kusten som gör att man för den slutliga dragningen av kylvattenledningarna kan behöva anpassa dragningen. En lösning kan därför vara att ta fram flera alternativa dragningar i ett tidigt skede.

Ett av hamnområdena i Knähammar bedöms som mest fördelaktigt för vissa typer transporter till och från SMR-anläggningen. Frågor rörande rådighet i ägandet både i havet närmast land samt i landområdena närmast kusten runt Knähammar har också studerats och här rekommenderas tidig dialog med de parter som kan komma att beröras.

I övrigt har det största fokuset under fördjupningsfasen lagts kring kylvattnets möjliga påverkan på Saltkällefjorden och Gullmarn och dess havsekosystem som är utpekat som Natura 2000-område. Gullmarn är Sveriges enda tröskelfjord, vilket innebär att den är relativt djup och långsmal med en grundare tröskel vid mynningen, se Figur 4.14. Fjordens hydrografiska förhållanden har bidragit till unika naturvärden och förutsättningar för djuplevande arter.

Figur 4.14: Gullmarns hela utbredning från inloppet vid Lysekil in till förgreningen vid Saltkällefjorden vid Munkedal där Örekilsälvens tillflöde mynnar ut.

Gullmarn är ett utpekat Natura 2000-område (SE0520045) med bevarandemålet att skydda naturtyper på havsbottnen samt att skydda fjordens knubbsälspopulation, se Figur 4.15. Gråskärgården vid Gullmarns mynningsområde söder om Lysekil i områdets västra del bedöms som särskilt viktig för knubbsälarten. Örekilsälven utgör Gullmarns uteslutande största tillflöde av sötvatten, och mynnar längst upp i Saltkällefjorden. För att få en tidig bild av hur kylvatten från en SMR-anläggning kan påverka Gullmarns havsekosystem studerades mätdata från SMHI:s övervakningsdata över Örekilsälvens flöden. Variationen över året visade sig vara mycket stor mellan max och min flöden från Örekilsälven ut i Saltkällefjorden över ett normalår.

Erfarenhetsåterföring genomfördes även kring hur dagens existerande kärnkraftsanläggningars kylvattenintag fungerar. I det arbetet identifierades för- och nackdelar med att ta in kylvatten från ytvattenlager eller från intagspunkter på botten där kylvattnet kan hålla en lägre och något jämnare temperatur. Sweco har under fördjupningsfasen även fört en tidig dialog med forskare vid SLU som har erfarenhet både kring Gullmarns havsekosystem samt de ekologiska kontrollprogrammen för kylvattenutsläpp från dagens kärnkraftverk som SLU ansvarar för. Kunskapsinsamlingen i fördjupningsfasen resulterade i slutsatsen att en ytterligare fördjupningsstudie behövde genomföras i tredje fasen där en oceanografisk massbalansberäkning bör tas fram för att bättre förstå de viktigaste sambanden hur ett kylvattenuttaget och dess placering kan påverka Saltkällefjorden och Gullmarn.

Figur 4.15: Natura 2000-området (SE0520045) som är utpekat i hela Gullmarn inklusive Saltkällefjorden.

4.1.2.3.3 Sammanfattning och Slutsats - Fördjupningsanalys

Efter genomförd fördjupad analys genomfördes en riskanalys av identifierade relevanta frågor. Riskanalysen i den här fasen gav en bra indikation kring vilka identifierade risker som finns av strategisk betydelse både inför kommande tillståndsprövningar och när det gäller kostnadsdrivande osäkerhetsfaktorer. Sweco har utifrån den genomförda riskanalysen identifierat de fördjupningsstudier som bedöms som viktigast för att minska riskerna med målet att få ner dessa risker till en lägre nivå. Dessa fördjupade utredningar genomfördes sedan i tredje fasen och utredningarnas slutsatser sammanfattas nedan.

4.1.2.4 Fördjupade utredningar av vald plats

4.1.2.4.1 Identifierade utredningar

De utredningar som identifierats efter fördjupningsfasen syftar till att erhålla en bättre kunskap kring hur stor miljöpåverkan bedöms kunna bli samt hur kostnadsdrivande faktorer vid anläggningsarbetet kan minskas. De utredningar som är identifierade och utförda är:

- Bergundersökning inklusive hydrauliskt test
- Skredriskanalys
- Naturvärdesinventering
- Oceanografisk massbalansberäkning av kylvattenlösningar och dess påverkan på Saltkällefjorden och Gullmarns centralbassäng havssystem.
- Regionalt effektbehov framåt och möjliga elanslutningslösningar i regionalnät och stamnät samt den lokala nyttan och mervärdet av att producera mer el i den egna kommunen/regionen.

4.1.2.4.2 Sammanfattning och Slutsats – Fördjupade utredningar av vald plats

En kortfattad summering av de utredningar som utförts anges nedan. Dessa utredningar bedöms ha minskat de identifierade riskerna i riskanalysen.

Bergundersökning inklusive hydrauliskt test

Sweco har tagit ett borrprov inom Platsval 1 som identifierats som det bästa området för en SMR-anläggning. De initiala bergundersökningarna tyder på att berget är lämpligt för berganläggande på grund av att bergets beskaffenhet och täthet. Borrhålsprovet visar på ett hårt och massivt granitberg utan krosszoner eller försvagningar, se figur 4.16. Inga svagheter eller alterationer vid kontakten mellan bergarterna ger en indikation på att dess skulle leda till brott. Berget bedöms sammantaget vara av god till väldigt god kvalitet baserat på borrkärnorna. Ett detaljerat undersökningsprogram rekommenderas att tas fram längre fram i etableringsprocessen för att bekräfta de initiala bedömningarna över ett större område. Vidare borrningar och utredningar kommer då också kunna bekräfta om byggkvaliteten fortsätter på djupet.

Figur 4.16: Fotografiet visar ett exempel på en borrkärna från den genomförda bergundersökningen och hur bohusgraniten ser ut.

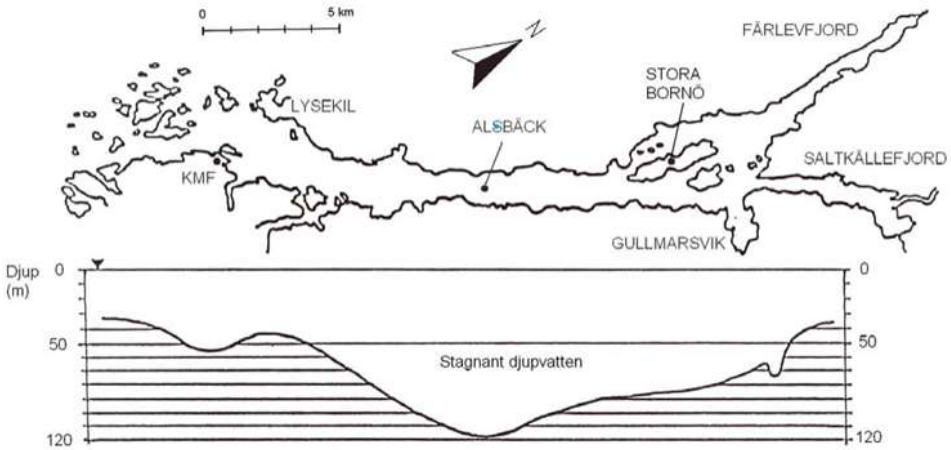
Skredriskanalys
Utifrån tillgängliga underlag är bedömningen att det ur ett geotekniskt perspektiv kan vara genomförbart att etablera en SMR-anläggning i det aktuella området. Endast begränsad förekomst av skredrisk förekommer i området, men dessa risker kommer sannolikt kunna åtgärdas med olika former av förstärkningsarbeten och andra former av skyddsåtgärder. Vidare behöver man fortsätta med geotekniska undersökningar och en bergteknisk kartering inom området för att klarlägga förutsättningarna inför en möjlig framtida etablering. Detta bedöms vara viktigt för att få en tidig bild av massbalansen av bland annat moränjordlagren i skogsområdet i det aktuella området.

Naturvärdesinventering
Naturvärdesbiotoperna utgörs av främst blandbarrskog med fåtal mindre begränsade fuktstråk och sumpskogar i de lägre liggande delarna av landskapet samt åkermark. Inom inventeringsområdet påträffades sju värdearter, vara av två är fridlysta. Ett antal mindre värdeelement för vissa arter noterades även samt möjliga kopplingar till de omgivande områdenas arter. Ett antal mindre biotopskydd identifierades också. En fördjupad naturinventering för vissa specifika artgrupper kan behövas genomföras längre fram.

Oceanografisk massbalansberäkning/bedömning

Gullmarn är Sveriges enda tröskelfjord, vilket innebär att den är relativt djup och långsmal med en grundare tröskel vid mynningen vid Lysekil. I de inre delarna är Gullmarn uppdelad i två förgreningar i form av de två fjordarna Färlevfjorden och Saltkällefjorden. Maximalt djup i Gullmarns centralbassäng uppgår till nästan 120 meter medan det effektiva tröskeldjupet vid dess inlopp vid Lysekil är cirka 42 meter. I förgreningen Saltkällefjorden är djupet som störst, cirka 66 meter, vid dess mynning till Gullmarn. De varierande havsdjupen från Gullmarns tröskel för inflöde från Skagerak och hela vägen genom Gullmarns centralbassäng med stora djup samt vidare till Saltkällefjordens halvdjupa nivå åskådliggörs i Figur 4.17. I figuren visas i den undre delen av figuren en genomskärning av tröskelfjorden och hur kraftigt varierade djupet är längs med hela tröskelfjordens sträckning.

Örekilsälven som mynnar ut i Saltkällefjorden utgör Gullmarns uteslutande största tillflöde av sötvatten. SMHI övervakar i dagsläget Örekilälvens flöden och dessa varierar stort över året. När flödena till Saltkällefjorden är som störst och då rinner vidare ut i Gullmarn har Örekilälven en stor inverkan på det ytligaste vattenlagret i hela Gullmarn. Gullmarns vattenomsättning regleras också av när saltare vatten från Skagerak och under vissa perioder av året även ännu saltare vatten från Nordsjön tränger in i Gullmarn genom en slags termodynamisk pump som uppstår vid tröskeln till Gullmarns inlopp. Bland annat styrs denna pump av att vattnet i Skagerak är varmare än i Gullmarn varför vatten trängs in. Även havsstormar med saltare Nordsjövatten kan under vissa delar av året bidra till vattenutbytet i samtliga fyra vattenmassor som beskrivs ytterligare nedan.



Figur 4.17: Gullmarns bottenivåer i genomskärning från sidan sett i relation till dess tröskelpunkt för inflöde från Skagerak vid Lysekil in till Saltkällefjordens bas där Örekilsälven rinner ut i fjorden. Gullmarns viktigaste tillflödesområde är från Örekilsälven.

Fjordens vattenkolumn avslöjar i regel fyra vattenmassor/lager av olika härkomst och salinitet som också redovisas i genomskärningsfiguren i Figur 4.17. Figuren visar också att inne i själva Saltkällefjorden ryms endast de två översta vattenmassorna.

Ovan tröskeldjup vid Gullmarns inflöde från Skagerak återfinns endast ett översta lager sötvatten, huvudsakligen från Örekilsälven som har en mycket stor påverkan på Gullmarns sötvattentillrinning på grund av dess stora avrinningsområde från land. Östersjövatten från den Baltiska ytströmmen utgör vattenmassan under älvvattnet följt av saltare Nordsjövatten från den Jutska strömmen vars havsvatten också tränger in i Gullmarn vissa perioder som beskrivits ovan. Under tröskeldjup vid fjordens inlopp, från cirka 50 meter och nedåt, återfinns så kallat stagnant djupvatten (det vill säga mer stillastående vatten) från djupvattencirkulationen i Skagerrak som omsätts mer långsamt jämfört med övriga vattenmassor ovanför.

Skillnader i salinitet mellan lagren av respektive av de fyra vattenmassorna förekommer en skiktning av i form av två tydliga så kallade språngsikt (som även kallas halokliner). Språngskikten utgör salta skikt om fungerar som en slags kemisk barriär som är förlagda vid cirka 10-20 meters djup respektive vid 50-60 meters djup. Det djupare språngskiktet finns utritat som ett streck i Figur 4.17 vid angivet djup. Det övre språngsiktet som ligger grundare från vattenytan är det enda språngskiktet som förekommer mellan de två översta vattenmassorna i Saltkällefjorden. Det så kallade stagnanta djupvattnet förekommer endas i centrala Gullmarn.

Med anledning av att Gullmarns vattenomsättning styrs av flera olika vattenströmmar bedömdes det som viktigt i den tredje fasen med fördjupningsstudier att genomföra en oceanografisk massbalansberäkning. Detta för att kunna mer noggrant bedöma hur kylvattenintag och uttag och dess lägen (på ytan eller på botten) bedöms kunna

påverka delar av eller hela Gullmarns havsområde. Samt vilka av de olika vattenmassorna och dess tydliga språngskikt (halokliner) som kan tänkas komma att påverkas av både inflödande söt och salt vatten från två olika håll av fjorden.

En sådan massbalansberäkning och expertbedömning har genomförts kring hur en förhöjd vattentemperatur av ett visst flöde vid utsläpp av uppvärmt kylvatten kan påverka temperaturökningen i den översta vattenmassan och om flödet rinner ut mot tröskelinloppet mot Skagerak. En fråga som analyserades var också hur långt bort en temperaturförhöjning av uppvärmt kylvatten som kan antas förekomma i Gullmarn.

Mer fördjupad kunskap bedöms behövas kring om det uppvärmda kylvattnet om det släpps på ytan även kan blanda sig med de underliggande vattenmassornas lager och därmed även påverka de två förekommande språngskikten. En sådan påverkan skulle då teoretiskt även kunna påverka de djupare omblandningsprocesserna samt vattenutbytet som Gullmarns fyra olika vattenmassor har idag.

En viktig slutsats av den genomförda massbalansberäkningen är att den skattade temperaturpåverkan vid tillförande av kylvatten från en SMR-anläggning indikerar en relativt hög påverkan som kan sträcka sig hela Gullmarns längd ut till tröskelinloppet vid Lysekil, med en stegvis temperaturavklingning. På grund av Gullmarns unika förutsättningar som tröskelfjord och den komplicerade vattenutbytet av flera olika vattenmassor med tillhörande språngskikt kommer därför en mer noggrann bedömning behöva utredas för att kunna fastställa konsekvensbedömningarna för olika former av miljöpåverkan av Gullmarns havsekosystem.

En sådan utredning bedöms vara viktigt för att kylvattnet från en SMR-anläggning ska kunna bedömas vara acceptabel för Gullmarns och dess skyddade naturtyper och arter. I en sådan utredning kan även parallellt utredas vidare hur en effektiv återanvändning av kylvattnets överskottsvärme kan bli en viktig energiresurs vid närliggande industrianläggningar samt till Uddevallas fjärrvärmenät på land. Genom en sådan lösning kan den samlade miljöpåverkan på det omgivande havsekosystemet också ytterligare begränsas.

Regionalt effektbehov framåt samt möjliga elanslutningslösningar i regionalnät och stamnät

När det gäller effektfrågan kommer det fortsatt finnas ett stort underskott på el, både energi och effekt, i Västra Götaland regionen. Eftersom dagens nät huvudsakligen är dimensionerat efter dagens situation kommer den tillkommande konsumtionen behöva täckas av tillkommande lokal produktion och/eller nätutbyggnad.

De elektriskt mest relevanta kommunerna i närområdet är Uddevalla, Munkedal, Lysekil och Stenungsund. Samtliga dessa kommuner har idag ett årligt underskott på elenergi, från ca 250 GWh (gigawatttimmar) för Munkedal till drygt 2 000 GWh för Stenungssund. För samtliga kommunerna sker fram till år 2040 en elektrifiering av fordonstrafik parallellt med en effektivisering av uppvärmning och befintlig industri vilket totalt sett leder till små ökningar av effektbehov. Utöver det planeras stora nya laster i anslutning till raffinaderiet i Lysekil samt storskalig elektrifiering av kemiindustrierna i Stenungsund. Dessa tillkommande laster beräknas tillföra ett effektbehov om ca 60 MW (Lysekil) respektive ca 1 100 MW (Stenungsund).

Av de undersökta anslutningsalternativen är det mest attraktivt ur ett kostnadsperspektiv att vara ansluten till den primära 130 kV-regionnätet ca 10 km bort och den sekundära anslutningen till det närliggande 40 kV-nätet. I denna fördjupningsstudie har studerats närmare hur en anslutningslösning till exempelvis 130kV-regionätet kan lösas så att det ska fungera på ett bra sätt både vid situationer när regionätet är maxbelastat respektive har perioder med låga ellaster. Bestämmande faktorer för vilken anslutning det i slutändan blir kommer även vara tillståndsprövningshinder, tillgänglig kapacitet i de olika nätdelarna samt nätavgifterna.

Vad gäller spännings- och frekvensreglering kan det vid anslutning till Svenska kraftnät bli möjligt att bli ersatt för tillhandahållen spänningsreglering, om detta även kommer bli fallet vid anslutning till regionnätet är inte klarlagt ännu. För frekvensreglering finns en rad marknader att delta på, vilka som är möjliga beror helt på vilken flexibilitet som en SMR-anläggning kan producera med.

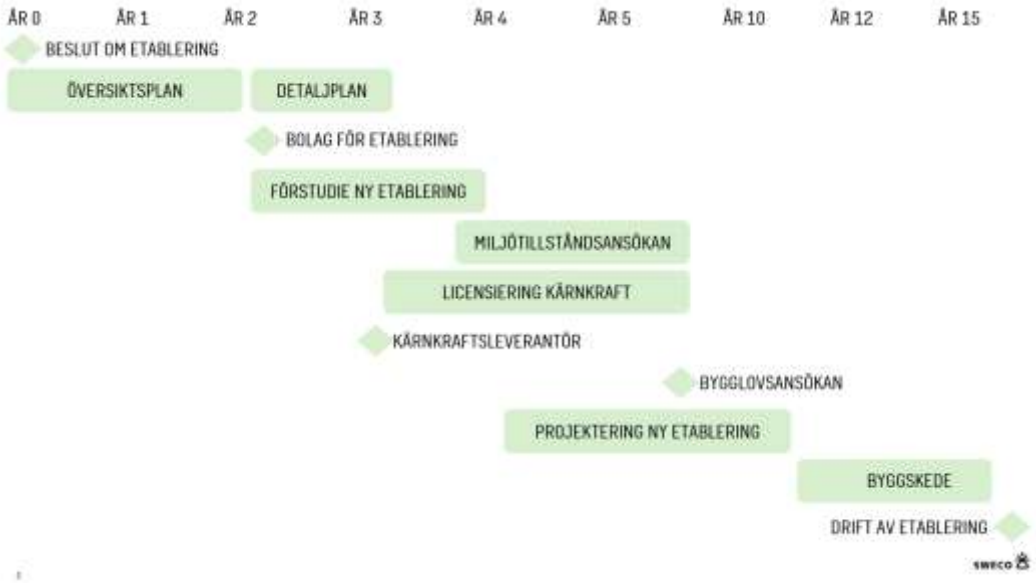
Var kraftproduktion placeras i elsystemet påverkar både elmarknaden och elsystemets tekniska funktion samt mängden förluster i elsystemet. En placering av produktion nära förbrukningscentra minskar förlusterna i elsystemet då långväga energiöverföring undviks. Denna vinst för elsystemet realiseras av produktionsägaren

genom mer fördelaktiga nätavgifter där behovet av produktion är stort och när mer förluster kan undvikas. Placering av produktion i ett elområde med underskott på produktion genererar mer intäkter till följd av de högre priser som råder där. Basproduktion som kärnkraft har också en fördel i att produktionen är enklare att prognosticera och som därmed bidrar till färre prognosfel. Detta bedöms som viktigt eftersom prognosfel annars leder till att olika former av obalanskostnader uppstår.

4.1.3 Sammanfattande slutsatser för SMR-anläggningen för energiproduktion vid Anneröd

Platsvalet 1 inom Anneröd bedöms ha flera goda förutsättningar för en SMR-anläggning. Det kommer krävas vidare utredningar inför en möjlig projektering för mer detaljerade utredningar och tillståndsansökningar. Det finns ännu ett behov av att genomföra ett antal fältstudier och fördjupningsstudier på den specifika platsen och att ett anläggningsförslag ytterligare anpassas till viktiga kringliggande lokala intressen samt relevanta riksintressen.

Av dessa bedöms hänsynstagande av riksintresset för totalförsvaret samt ytterligare fördjupade bedömningar kring kylvattnets påverkan på Natura 2000-området i Saltkällefjorden och Gullmarn vara två viktiga hänsynsfrågor att jobba vidare med. Riksintresset för kustzonsskyddet kommer Uddevalla kommun kunna justera något inom ramen för sitt fortsatta översiktsplanearbete. Att utforma ett kylvattenledningssystem respektive en elnätanslutning så att de blir kostnadsrimliga med en lokal acceptans bedöms vara två centrala frågor för att få till en bra samexistens med acceptabel påverkan.



Figur 4.18. Övergripande tidsplan för det fortsatta arbetet från beslut om en etablering fram till drift.

Fastigheten Anneröd bedöms ha en bra närhet till de industrisatsningarna som pågår i Hogstorp söder om området längs med E6:an. Fortsatt utredning om någon annan del av Anneröd skulle kunna utgöra ett lämpligt industriområde i framtiden kan också vara värt att överväga.

Kommunen behöver också utveckla sina översikts- och detaljplaner i området. Vidare behöver kommunen utreda hur en god samexistens kan nyttjas mellan pågående och kommande industrietableringar runt Uddevalla, samt hur elproduktionen och processvärmen från en SMR-anläggning kan stärka dessa industrietableringar och vice versa.

För den så kallade licensieringen av ett kärnkraftverk krävs sedan en juridisk person som ansvarar för driften av en kärnkraftsanläggning. Ovan redovisas en uppskattad övergripande tidplan för kommande tillståndsprövningar samt projektering, byggskede samt driftfas av en SMR-anläggning, se figur 4.18. Den visar att en uppskattad tid från beslut om etablering till start av produktion är ca 15 år.

4.2 Lokalisering inom Brattåsverket för MMR (Mikro modulär reaktor) för fjärrvärme och elproduktion

4.2.1 Beskrivning av dagens fjärrvärmesystem i Uddevalla stad

Uddevalla kommun beslutade, som bland de första i Sverige, att redan på mitten på 1960-talet tillverka fjärrvärme för eget bruk inom kommunen. Den första anläggningen är inte längre i drift utan ersattes i mitten av 1970-talet av en större anläggning inrymd i berget nere vid hamnen, Brattåsverket. Det verket skulle producera fjärrväme till hela Uddevalla och var även planerat för framtida behov. Den består av två pannor inrymda i berget i ett gemensamt bergrum. Pannorna var oljeeldade. Oljekrisen under 70-talet gjorde att verket fick svårt med lönsamheten. Idag är en panna ur drift och den andra går på ca 50 % kapacitet. Bränslet idag är bioolja. Uddevalla började planera för en mer lönsam fjärrvärmeproduktion i början av 1980-talet och mitten av detta årtionde stod Hovhultsverket klart. Den skulle ta över Brattåsverket och eldas med skogsrester som torv och kol. Numera eldar man det med bioprodukter. Under 1990-talet och i början 2000-talet planerades ett större verk som kunde ta över de två tidigare verken som då producerade fjärrvärme med syftet att få en mer hållbar produktion. 2008 stod därför Lillesjöverket klart. Uddevalla kommuns fjärrvärmeanläggning utgör idag den ca 36:e största fjärrvärmeanläggningen i Sverige.[5]

Uddevalla Energi AB är det bolag som driver de processvärmeverk som finns inom kommunen. Huvudanläggningen heter Lillesjöverket och producerar främst elkraft till hushåll och mindre industrier inom Uddevalla. Den elproduktionen kompletteras under året med ytterligare kraft från regionnätet. Det innebär att Uddevalla energibolag inte är självförsörjande på elproduktion. Restprodukten från elproduktionen är värme som i samma anläggning producerar fjärrvärme för Uddevalla. Återvinningsgraden av restvärmen är i dagsläget nära 100 procent och är därmed en mycket effektiv anläggning. För att Lillesjöverket ska vara effektivt är det således viktigt att verket kan hållas i gång året runt.

Detta innebär att baskraften för fjärrvärmenätet kommer från Lillesjöverket och den värmen från verket klarar att leverera värme ner till när det är ca + 5 ^{o}C grader utomhus. Därefter kopplas kommunens något äldre Hovhultsverket in som eldas med bioflis. Hovhultsverket går ca 4 - 6 månader om året beroende på väderförhållanden. Fjärrvärmenätet försörjer de centrala delarna av Uddevalla med viss täckning även på andra sidan E6:an vid köpcentret Torp. Effekttoppen för fjärrvärme ligger normalt under januari månad. Det är framför allt under vinterperioden som Brattåsverket ibland kan behöva driftsättas när behovet av extra värme kan vara som allra störst vissa extra kalla år samt som extra reservkraft för Lillesjöverket.

4.2.2 Beskrivning av Brattåsverket

Då Brattåsverket från början planerades att försörja hela Uddevalla med värme ligger det placerat i hjärtat av fjärrvärmenätet. En viktig förändring från när Brattåsverket anlades är också att Lillesjöverket sedan 2008 utgör den nya centrala baskraften och styrenheten för dagens fjärrvärmesystem.

Brattåsverket ligger centralt i Uddevalla stad och fastigheten ägs av Uddevalla energi, men fastigheterna precis runt om Brattåsverket ägs av Uddevalla kommun och består till stor del av ytterligare berg. Platsen bedöms ligga i närheten av ett tätbebyggt område, se Figur 4.19.

Till fastigheten vid Brattåsverket finns också ett tillhörande bergrum som omfattar ca 250 - 300 kvm golvyta, 25 - 30 meter i takhöjd. Detta är ett bergrum av betydande storlek som utgör en fördel när det gäller bedömningen av ytterligare mervärden för utvärderingen vid val av plats.

[5] STEM, 2023. ER 2023:27. Förslag till en fjärrvärme och kraftvärmestrategi - Slutleverans. Del 2 av 2.

Figur 4.19: Brattåsverket och dess fjärrvärmeledningar är inrymda i ett större bergrum som är inrymt i ett större berg i närheten av Uddevalla stad i nära anslutning till Uddevalla hamn.

Inom kommunens geografi finns ganska få energikrävande industrier historiskt, men bland pågående etableringssatsningar går att se ett växande elbehov så som exempelvis vid Västra Lillesjös Industrimark nordväst om Uddevalla i närheten av Lillesjöverket. Under 2025 intensifieras anläggandet av en större däckåtervinningsanläggning i Uddevalla i form av världens första fullskaliga återvinningsanläggning för uttjänta däck. Denna satsning bedöms göra däckbranschen mer hållbar då så mycket som ca 40 % av Sveriges uttjänta däck kan bearbetas vid anläggningen. Återvinningsanläggningen bedöms behöva använda en stor del av kommunens nuvarande elöverskott. En ytterligare bit nordväst om Uddevalla runt tätorten Hogstorp pågår även tidiga detaljplaner för industrietablering och andra verksamheter som kan komma att öka elbehovet ytterligare in i framtiden.

Lokaliseringsarbetet har genomförts i två faser

Lokaliseringsarbetet vid Brattåsverket har genomförts i två faser. I första fasen utgörs av en grovanalys. Den analysen genomfördes i stora drag redan i den inledande lokaliseringsutredningen i Kapitel 3 för att bedöma förutsättningarna mer översiktligt på platsen. Sedan har en ytterligare fördjupningsfas genomförts där tekniska kriterier samt ett antal hänsynskriterier för omgivningspåverkan har analyserats.

4.2.2.1.1 Grovanalys

Vid lokaliseringsutredningen i Kapitel 3 utgick platsvalsanalysen utifrån viktiga grundkriterier så som närheten till pågående industrietableringar och närhet till transportnät som vägar och järnväg som en förutsättning för att hantera logistiken av gods. Inom lokaliseringsutredningen fanns även kriterier så som närhet till vatten för att kunna kyla anläggningen samt övriga produktionsvatten. Närheten till fjärrvärmesystem som kan ha ett framtida behov av ytterligare processvärme var också en viktig utgångspunkt. Tillgången till en tillräckligt närbelägen industrihamn som underlättar transporten av kärnbränsle har också analyserats. Dessa förutsättningar har således redan tagits i beaktande när platsvalet för Brattåsverket analyserades.

Detta gör att grundförutsättningarna för den fortsatta MMR-anläggningens bedömning är relativt mycket lättare än SMR-anläggningsalternativet vid Anneröd som är en större anläggning som därmed får en större påverkan på ett oexploaterat naturområde. Att bedöma ett MMR-anläggningsalternativ i ett redan utsprängt bergrum i en redan exploaterad stads- och hamnmiljö bedöms sammantaget innebära en betydligt lägre miljöpåverkan, varför grovanalysen och den efterföljande fördjupade analysen för Brattåsverket blir mindre omfattande.

Att inrymma en SMR-anläggning för elproduktion om 300 MW bedömer Sweco vara mer utmanande av flera skäl. Både utifrån det totala utrymmet i bergrummet och dess begränsande kringytor, men även utifrån bergrummets närhet till en centralort samt hur inloppstunneln till bergrummet är utformad. Det bedöms därmed kunna vara onödigt kostsamt att anpassa bergrummets öppningar för att få in SMR-anläggningsdelar på ett bra sätt.

Sammanfattning och slutsats

Sammanfattningsvis bedöms Brattåsverkets bergrum i anslutning till fjärrvärmeanläggningen utgöra en lämplig plats för en MMR-reaktor utifrån flertalet aspekter som har summerats ovan. Grundkravet är ändå att bergrummet bedöms ha tillräcklig volym för en MMR-anläggning med direkt anslutning till fjärrvärme- och elnätet och god närhet till de flesta övriga infrastrukturella behoven.

4.3.2.1 Fördjupningsanalys

För att identifiera en lämplig teknisk lösning vid Brattåsverket har ett flertal intervjuer med anställda inom Uddevalla Energi samt ett platsbesök genomförts. Platsbesöket genomfördes både vid Lillesjöverket och Brattåsverket med tillhörande bergrum för att få en bra bild av berganläggningen inför det fortsatta arbetet att utreda dess lämplighet för en MMR-anläggning. Studiebesöket resulterade även i en mer fördjupad förståelse för hur en utformning av en MMR-reaktor kan behöva anpassas för att tillföra mest nytta till Lillesjöverket som är Uddevallas nuvarande centrala styrenhet för Uddevallas fjärrvärmesystem. Sweco har även arbetat med olika former av GIS-analysverktyg och andra former av expertbedömningar.

För att bättre förstå tekniken kring en MMR-anläggning har Sweco även fört en dialog med en utvecklare av MMR-teknik som har bidragit till att bedöma de mer tekniska förutsättningarna för platsvalet och dess utformning på ett mer tillämpat vis. Inom ramen för den fördjupade analysen har Sweco identifierat ett antal grundkriterier som har ställts upp och analyserats vidare kring, se punktlistan nedan samt Figur 4.20. Dessa grundkriterier som valts ut har bedömts vara några av de viktigast i detta tidiga skede för att bedöma en MMR-anläggnings grundläggande behov och förutsättningar.

I dessa grundkriterier har huvudfokus legat på ett antal viktiga tekniska aspekter, men fokus har även legat på hänsynskriterier så som möjliga skyddsåtgärder för strålsäkerhetsskydd, kylvattenbehov och vatten för övriga produktionsbehov samt säkerhetsfrågor kopplat till transporter av uttjänt kärnbränsle.

Följande kriterier beaktas vid en fördjupad analys av Brattåsverket (se Figur 4.20):

Figur 4.20. Tekniska aspekter samt övriga hänsynskrav vid fördjupningsanalysen.

4.2.3 Utrymmesbehov för en MMR-anläggning

En MMR-reaktor kan antas behöva en yta på några tusen kvadratmeter. En sådan anläggning består av olika byggnader med olika funktioner. Vissa funktioner har säkerhetsklassade system för drift av anläggningen. Dessa system bör placeras på en skyddad plats till exempel i ett bergrum, se Figur 4.21.

Det innebär att hela anläggningen inte behöver rymmas i ett bergrum, utan endast de system som så kräver. Man kan anpassa layouten så att den passar mot den plats man valt samt att olika leverantörer har olika behov av utrymme. Tekniken och utvecklingen går fort framåt mot att göra dessa anläggningar mer kompakta.

Figur 4.21: Ett exempel på hur det kan se ut när en MMR-anläggning är monterad i ett bergrum.

4.2.4 Värmebehovet inom fjärrvärmesystemet över ett år

Uddevalla har sin max-topp för värme under januari månad senaste åren. Då kan samtliga tre verk, Lillesjöverket, Hovtorpsverket samt Brattåsverket, vara i gång samtidigt för att försörja kommunen med tillräcklig fjärrvärme.

En MMR-anläggning skulle kunna placeras inom Brattåsverket och producera fjärrvärme som ersättning för den samlade processvärme som Brattåsverket och Hovtorp producerar idag. En MMR-reaktor fungerar som bäst om den får gå under konstant drift. Därför behövs en mer detaljerad utredning kring hur man kan anpassa en MMR-anläggning i Brattåsverket som samtidigt matchar Lillesjöverket och dess produktion av både elkraft och fjärrvärme idag. Detta eftersom basproduktionen i dagsläget produceras i Lillesjöverket hela året runt med en mycket hög nyttjandegrad.

Uddevalla kommun kan också lösa detta genom att bygga ut sitt fjärrvärmesystem för att täcka in de växande behoven i Uddevalla stad samt nya tänkta industrietableringar vid exempelvis Hogstorp norr om Uddevalla stad eller på ytterligare platser.

En viktig skillnad mellan en SMR-anläggning för elproduktion och en mindre MMR-anläggning för att renodlat producera fjärrvärme är att den inte behöver något kylvatten. Skälet till det är att överskottsvärmen från MMR-reaktorn kyls bort genom att föra över värmeöverskottet direkt mot fjärrvärmenätet.

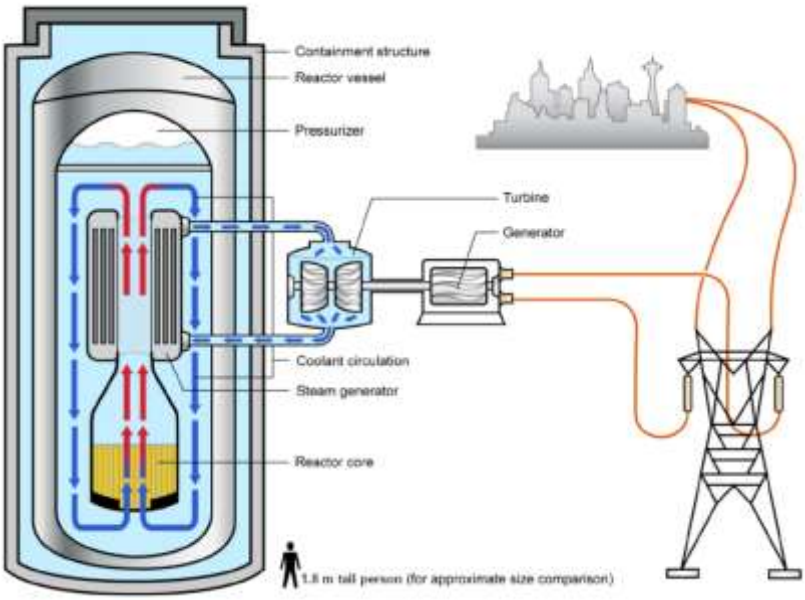
Om en MMR-anläggning däremot helt eller delvis växlar från att producera processvärme till el kommer ett kylvattensystem att behövas. I dagsläget finns inga MMR-reaktorer som kan växlas mellan värme och el, varför ett antagande om en elproducerande MMR-reaktor får utgå från en anläggning motsvarande 50 MW. Vilket innebär ett betydligt mindre kylvattenbehov än för en SMR-anläggning.

Utöver kylvattenbehovet vid elproduktion bedöms även att de flesta MMR-anläggningar behöver vatten utöver kylvattnet för själva produktionen. Detta varierar för olika reaktortyper på marknaden varför endast ett grovt och mer generellt antagande om vattenbehovet kan göras i den här förstudien. Vattenintag för själva produktionen kan lösas genom att exempelvis anlägga ett vattenintag i något lämpligt område i Uddevalla hamnområde. Hänsynsfrågorna för omgivande havsekosystem kring dessa två olika vattenbehov för kylvatten för en elproducerande MMR-anläggning respektive vattenintag för övriga produktionsbehov analyseras vidare i Kapitel 4.2.8.

4.2.5 MMR-teknik som kan växla mellan värme och el

En MMR-reaktor producerar elkraft eller värme genom att utnyttja den värme som uppstår vid kontrollerad klyvning av kärnbränsle. Värmen förs från reaktorn via ett slutet kylsystem. Denna värme kan antingen användas direkt för industriella processer och fjärrvärme, eller omvandlas till elektricitet genom en ångturbin, se Figur 4.22.

Med dagens MMR-teknik blir det en utmaning att skifta mellan värme- och elproduktion på grund av de förluster som uppstår. Det innebär att man utnyttjar produktionen av en MMR-anläggning på ett mer effektivt sätt om man renodlat nyttjar den som baskraft för processvärme och inte varierar produktionen mellan processvärme och el över tid. I framtiden kan dock MMR-tekniken komma att utvecklas så att den här typen av förluster går att hantera bättre. Med sådana framtida lösningar kan en varierad produktion vara en mer attraktiv och bättre lösning för att kunna reglera behovet av energi över tid.



Figur 4.22: Exempel på ångturbin för generering av el för vidare distribution på elnätet till slutanvändare.

4.2.6 Effektbehovet hos kommunen (nuläge och framtid)

Då Uddevalla idag producerar sin elproduktion via Lillesjöverket och köper in resterande elbehov från regionnätet finns det ingen framdragen infrastruktur för att koppla in Brattåsverket. Det verkar finnas ett mindre elnätsystem anpassad mest för normal konsumtion. Sweco bedömer att detta elnät har en kapacitet på ca 10-20 kV. Det nätet skulle kunna klara av en effekt på ca 15 – 20 MW elproduktion. Om detta ledningsnät går att använda för att överföra elen från en MMR-reaktor vore det en stor fördel. Dels eftersom anläggande av nya elnät ofta är förknippat med en stor investering, dels för att anläggande av elnät i stadsmiljö kan vara trångt beträffande ledningsdragningar och dess eventuella påverkan på människors hälsa. Men man vill samtidigt inte köra el på långa ledningssträckor i dessa elnät på grund av förlusterna, detta gäller främst vid längre transporter på det existerande 40 kV-nätet i anslutning till Uddevalla stad.

Om elen från en MMR-reaktor i stället distribueras för det lokala elbehovet inom Uddevalla stad och hamn bedöms elen från MMR-reaktorn snarare kunna bidra till att minska förlusterna i det lokala nätet. Elnätsfrågorna behöver studeras närmare framöver eftersom Sweco inte har haft tillgång till mer fördjupade data. Bedömningarna har i första hand har baserats på de öppna nätuppgifter som finns i kombination med expert- och erfarenhetsmässiga bedömningar.

4.2.7 Teknik för skyddsbarriärer i bergrum

En MMR-anläggning bygger på så kallad passiv kylteknik till skillnad från aktiv kylteknik som många traditionella verk använder idag. Passiv kylteknik innebär att reaktorn kyls ner med naturliga fysiska processer i stället för med hjälp av pumpar eller andra mekaniska produkter. Dessa processer är utformade för att automatiskt ta bort värme från reaktorn även om all yttre ström eller utrustning slutar fungera.

Exempel på dessa passiva kylprocesser är:

- **Naturlig cirkulation runt reaktorn:** Varmt vatten stiger och kallt vatten fyller på, denna cirkulation transporterar bort värme passivt vid ett driftfel.
- **Gravitation**: Vatten placeras högre än reaktorn och rinner ner över reaktorn med självfall vid ett driftfel.

En skyddsbarriär för en reaktor är ett lager av konstruktion och material som hindrar radioaktiva ämnen från att spridas, även om något skulle gå fel med reaktorn. Reaktorerna har inbyggda barriärer i olika steg inom själva reaktorn, som bränslet och reaktortanken. Som en yttre barriär nyttjar man byggnaden runt reaktorn. I Brattåsverket nyttjar man berget som en skyddsbarriär. Berget behöver inspekteras mer i detalj framöver samt analyseras för att kunna mer fördjupat bedöma bergets samlade skyddseffekt. Om inte berget skulle räcka till kan man applicera betong på insidan av berget för att ytterligare öka barriärskyddet.

4.2.8 Havsekosystemets förutsättningar och påverkan av kylvatten och intag av produktionsvatten

I anslutning till Uddevalla stad och dess hamnområde ligger Byfjorden. I hänsynskraven kopplat till kylvatten och övriga produktionsvatten för en MMR-anläggning behöver därför statusen i Uddevalla hamnområde och Byfjorden analyseras. I analysen har även genomförts en översiktlig bedömning av en ytterligare närliggande fjords status och naturskydd som heter Havsstensfjorden. Detta i syfte att i ett tidigt skede analysera om en MMR-anläggning för elproduktion som genererar utgående kylvatten med en något förhöjd temperatur bedöms innebära en acceptabel påverkan på de omgivande fjordarna. I analysen ingår även att bedöma lämpligheten samt risker med att utveckla ett vattenintag från Uddevalla hamn till Brattåsverket för övriga produktionsvattenbehov för en MMR-reaktor.

Byfjorden har sedan tidigare dokumenterad förekomst av mycket höga koncentrationer polycykliska aromatiska kolväten (PAH) och PCB samt mycket höga koncentrationer av TBT som tidigare användes i bottenfärg för fartyg som har byggts upp i fjordens bottensediment. Flertalet metaller av zink, kadmium, koppar och nickel finns också i mycket höga koncentrationer i Byfjordens bottensediment. Och kvicksilverhalterna överstiger EU:s Vattendirektivs

gränsvärden i fjordens musslor. Flera numera nedlagda industriverksamheter har sannolikt bidragit till de förhöjda halterna av en rad olika miljögifter.

Vid bedömningen av om kylvatten med förhöjda temperaturer från en MMR-anläggning kan återföras till havsekosystemet har Byfjordens och Havsstensfjordens vattenomsättning studerats. [8]

Klimatförändringarna pekar på att uppvärmningen sker snabbare i innerhavsfjordar likt Byfjorden och Havstensfjorden än hur uppvärmningen ökar i Skagerak. Denna kombination med en långsam vattenomsättning och ökad uppvärmning i ett framtida klimat visar att området i anslutning till Uddevalla hamn bedöms vara sårbar för att tillföra ens begränsade mängder uppvärmt kylvatten.

Detta bekräftas även vid en översiktlig bedömning kring naturskyddade havsmiljöområden i närområdet runt Uddevalla hamn. Direkt utanför Byfjorden ligger Havstensfjorden som i dess nordöstra del finns ett utpekat Naturreservat och Natura 2000-område (SE0520173)6. Sedan 2008 är i stort sett hela Natura 2000-området skyddat genom naturreservatet Havstensfjorden se Figur 4.23. Havstensfjorden är en av få stora, relativt orörda grunda vikar, med högproduktiva bottna i den inre skärgården. Den har stor betydelse som lek- och uppväxtområde för fisk och ryggradslösa djur samt är ett viktigt flytt-, häcknings- och ruggningsområde för fåglar.

Det stora sammanhängande marina grundområdet med vegetationstäckta bottnar av ålgräs, vegetationsfria ler- och sandbottnar samt ostron och blåmusselbankar, utgör viktiga miljöer
för en mängd olika organismer. Här finns goda förutsättningar för en rik livsmiljö med ryggradslösa djur, fiskar och fåglar. Den stora grunda viken i Havstensfjorden-Svälte kile är en relativt orörd grund vik med högproduktiva bottnar i den inre skärgården och har stor betydelse som uppväxtområde för fisk och ryggradslösa djur samt är ett viktigt flytt-, häcknings- och ruggningsområde för fåglar.

Figur 4.23. Naturreservatet och Natura 2000-området Havstensfjorden och den grunda viken Svälte kile.

Natura 2000-områdets grunda bottnar riskerar att vara extra känsliga för ytterligare förhöjda temperaturer orsakade av återfört kylvatten. Vattenutbytet i Havstensfjorden är långsamt samtidigt som tillförseln av näringsämnen är stor. Orsaken till det är att Bäveån, som är Byfjordens största tillflöde står för en stor del av kväve- och fosfortillförseln till fjorden, via skogs- och jordbruksmark. När dessa övergödande näringsämnen sedan transporteras vidare västerut till Havstensfjorden tenderar de övergödande näringsämnena att läggas fast där på grund av det långsamma vattenutbytet

[6] https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/sknat/?nvrid=2005533#Havstensfjorden

som råder i havstensfjorden. Största delen av näringsämnen stannar därför kvar i fjordarna. Havstensfjorden har som mål att uppnå god kemisk ytvattenstatus med tidsfrist 2027.

Eftersom vattenutbytet redan idag bedöms vara begränsat och den kemiska statusen i Byfjorden och Havstensfjorden inte är tillräckligt återställd i kombination med framtida temperaturhöjningar i havet gör Sweco bedömningen att kylvattenåterföring till det omgivande havsekosystemet kan vara känsligt även för en MMR-anläggning. Det behöver därför genomföras en ytterligare fördjupningsutredning för att bättre kunna bedöma hur kylvattenuttag med en viss förhöjd temperatur från en MMR-anläggning för elproduktion kan påverka havsekosystemet och Havsstensfjorden och dess Natura 2000-område. I en sådan fördjupad utredning behöver även analyseras möjliga ytterligare skyddsåtgärder för att kunna anpassa MMR-anläggningens miljöpåverkan så att den bedöms bli acceptabel för omgivande ekosystem. En sådan utredning kan med fördel samordnas med en fördjupad utredning i Gullmarn om båda platsvalen ska analyseras vidare parallellt. Alternativet om kylvattenpåverkan bedöms blir för stor är att endast en MMR-anläggning renodlat för fjärrvärmeproduktion utan behov av kylvatten är den tekniska lösning som lämpar sig bäst för Brattåsverket.

På grund av föroreningsgraden av bottensediment i Byfjorden föranleder att rekommendera att vattenintagpunkten i hamnen om möjligt utformas så att det minskar risken för att fartygsrörelser bidrar till att röra upp giftigt bottensediment som sugs med i intagsledningen. Lämplig placering för en intagspunkt bör analyseras djupare om vattenintaget för en MMR-anläggnings produktionsprocesser utöver kylvatten behöver tas från havet.

4.2.9 Säkerhetsfrågor Hamn & Transportväg

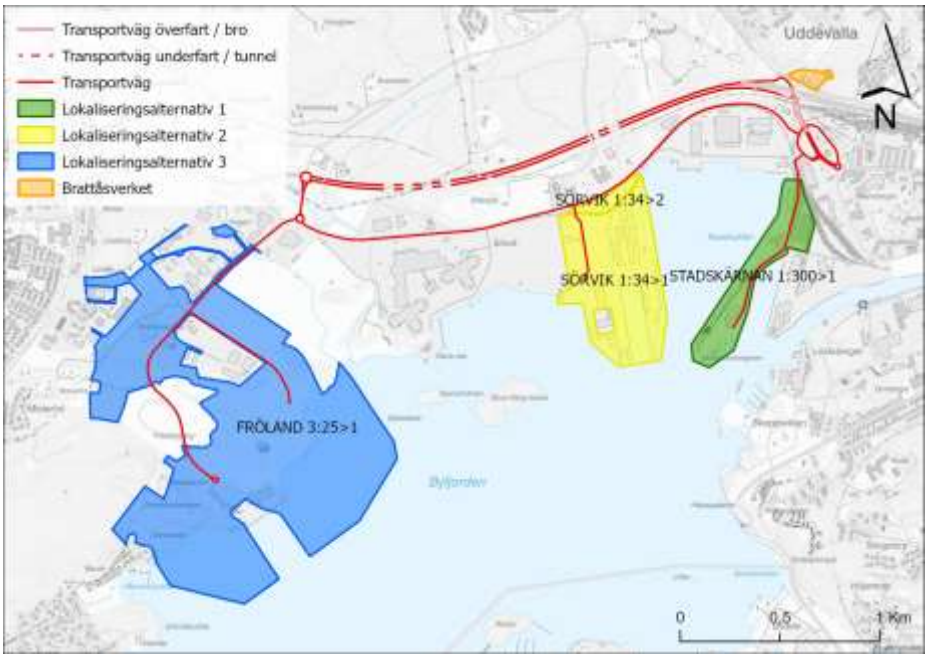
För att transportera uttjänt kärnbränsle på ett säkert sätt enligt gällande krav för säkra transporter bedömer Sweco att en närbelägen hamn i Uddevalla kommer att behöva användas. Bedömningen inbegriper även om det bedöms finnas tillgång till bra hamnkapacitet för övrig gods- och teknikdelar under anläggande, drift och avveckling av en MMR-anläggning. Det finns tre hamnar i Uddevalla hamnområde i närheten av Brattåsverket som bedöms vara tillgängliga. Dessa tre hamnfastigheter redovisas i Figur 4.24.

Fastigheten Stadskärnan 1:300 som ligger närmast Brattåsverket bedöms vara mindre lämplig eftersom mycket av kommunens nuvarande hamnverksamhet planeras att flyttas från hamnområdet. Hamnfastigheten kan således komma att få andra användningsområden i framtiden.

Av de två kvarvarande alternativen som i dag ägs och driftas av Uddevalla hamnterminal som ägs av kommunen är hamnfastigheten Sörvik 1:34 den hamn som bedöms ha stora öppna ytor och ett bra hamndjup hela vägen in. De öppna ytorna bedöms göra området mer lätt att övervaka, vilket kan skapa en funktionell säkerhet som kan behövas vid transporter av kärnbränsle. En nackdel med denna hamnfastighet kan vara att väganslutningen som leder mot Uddevalla stad, och som sedan ansluter vidare till Brattåsverket från denna hamnfastighet, har en försvagad vägsträcka som kan komma att kräva att denna vägsträcka förstärks för att kunna bära tunga transporter.

Den tredje hamnfastigheten Fröland 3:25 bedöms också utgöra ett fungerande alternativ då hamnfastigheten i dag driftas av Uddevalla hamnterminal som ägs av kommunen. Här arbetar kommunen med att kunna utöka hamnverksamheten. En uppenbar nackdel med detta hamnalternativ är att hamnen ansluter till motorvägen som leder in till Uddevalla stad. Denna motorväg leds genom två tunnlar som finns redovisas i Figur 4.24 och som bedöms utgöra en risk vid transporterna. För att komma runt det problemet har även studerats möjligheten att leda transporterna via en transportsträcka som går på höjdområdet ovanför motorvägen. En nackdel med den vägdragningen är dock att en delsträcka av den alternativa vägen ägs av en privat väghållare som gör att lösningen bedöms både kunna vara kostsam och osäker.

Vid den samlade bedömningen är det hamnfastigheten Sörvik 1:34 som bedöms sammantaget utgöra det bästa alternativet för att kunna säkerställa säkerhetsfrågorna vid kärnbränsletransporterna.



Figur 4.24: Det finns tre möjliga hamnområden samt två möjliga vägnät för att transportera kärnbränsle.

4.2.10 Sammanfattande slutsatser MMR-anläggning för fjärrvärme vid Brattåsverket

Lokaliseringsanalysen för MMR-anläggningen visar att en sådan reaktortyp på grund av dess begränsade effekt och utformade tekniska design har ett betydligt mindre behov av yta jämfört med en SMR-anläggning. Eftersom en MMR-reaktor kan kylas direkt mot ett större fjärrvärmenät har den inte heller denna typ av anläggning samma behov av kylvattenlösning som en SMR-reaktor för elproduktion har. Det utgör tre viktiga skillnader som gör det möjligt och mer lämpligt att inrymma en MMR-anläggning vid just Brattåsverket som har en mer begränsad yta och direkt närhet till det centrala fjärrvärmesystemet i centrala Uddevalla.

Brattåsverkets bergrum bedöms därför vara ett möjligt platsval för den tekniska lösningen med en MMR-anläggning för fjärrvärmeproduktion. I det fortsatta arbetet behöver en mer fördjupad studie genomföras kring hur man bäst utformar MMR-anläggningen så att den blir så optimal som möjligt för den nuvarande baskraftsanläggningen vid Lillesjöverket för kommunens fjärrvärmeuppvärmning. I detta kan ingå både att följa hur MMR-tekniken utvecklas på marknaden samt att studera djupare hur man kan designa en om möjligt optimal växlingslösning för säsongsvis elproduktion av en del av MMR-anläggningens processvärme.

Det skulle kunna möjliggöra en mer flexibel teknisk utformning av en MMR-anläggning som både utnyttjar Brattåsverkets anläggning och bidrar med en mer flexibel lösning för att utgöra en lämplig teknisk lösning för att bidra till att Uddevallas fjärrvärmesystem i framtiden både blir 100 % fossilfri och samtidigt bidrar med en viss flexibilitet som gör att fjärrvärmesystemet får en så optimal drift som möjligt sett till hela den samlade anläggningen vid samtliga producerande enheter.

För att en sådan mer flexibel MMR-lösning också ska kunna komma till stånd behöver en fördjupningsstudie också genomföras kring hur kylvatten från en MMR-anläggning för elproduktion kan komma att påverka det omgivande havsekosystemet och dess Natura 2000-område.

Brattåsverkets bergrum bedöms utgöra en bra plats för att bidra till möjligheten att skapa en säker barriär för den omgivande staden, men en undersökning av berget behövs för att bedöma det mer i detalj. Hur barriären vid behov bör förstärkas får utredas vidare. Hamnsäkerheten bedöms också vara acceptabel för kärnbränslehantering vid en MMR-anläggning i Brattåsverket.