

R-10-01

Teknisk beskrivning – mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle

Svensk Kärnbränslehantering AB

Juli 2010

Svensk Kärnbränslehantering AB

Swedish Nuclear Fuel
and Waste Management Co

Box 250, SE-101 24 Stockholm
Phone +46 8 459 84 00



ISSN 1402-3091

SKB R-10-01

Teknisk beskrivning – mellanlagring, inkapsling och slutförvaring av använt kärnbränsle

Svensk Kärnbränslehantering AB

Juli 2010

Nyckelord: SKBdoc id 1179767, KBS-3-systemet, MKB, Clink, Kärnbränsleförvar

En pdf-version av rapporten kan laddas ner från www.skb.se.

Sammanfattning

Föreliggande tekniska beskrivning redovisar SKB:s system för omhändertagande av använt kärnbränsle från det svenska kärnkraftprogrammet enligt KBS-3-metoden (där KBS står för kärnbränslesäkerhet). I systemet ingår befintlig mellanlagring i Clab (Centralt mellanlager för använt kärnbränsle) i Oskarshamn, inkapsling av bränslet i kopparkapslar i inkapslingsanläggningen intill Clab, transport av kapslarna i transportbehållare till slutförvarsanläggningen i Forsmark, Östhammar samt deponering av kapslarna på förvaringsnivå nere i berggrunden.

Clab är lokaliserat väster om Oskarshamns kärnkraftverk på Simpevarpshalvön. Inkapslingsanläggningen kommer att uppföras intill Clab och integreras till en gemensam anläggning, benämnd Clink.

Från hamnen och Oskarshamnsverket transporteras det använda kärnbränslet med terminalfordon till Clab i torra luftkylda transportbehållare som ger strålskydd och skydd mot yttre skador. Här anländer det till mottagningsdelen och transporteras vidare till nedkylningscellen där bränslet i transportbehållaren kyls ned med vatten. Därefter lyfts bränsleelementen ut ur transportbehållaren och placeras i bränslekassetter som via bränslehissen transporteras till förvaringsbassängerna belägna cirka 30 meter under markytan. I dessa bassänger mellanlagras bränslet tills radioaktiviteten och värmestrålningen har minskat till en nivå som underlättar hanteringen och är acceptabel för inkapsling och slutförvaring.

Efter mellanlagring i förvaringsbassängerna förs bränslet upp via bränslehissen till en hanteringsbassäng i inkapslingsanläggningen varefter torkning sker. Därefter placeras bränsleelementen i en kopparkapsel. Atmosfären i kapselinsatsen byts till en inert gas och ett kopparlock monteras på kapseln som sedan försluts genom svetsning. Därefter kontrolleras svetsen och maskinbearbetas. Kopparkapseln är efter kontroll avseende radioaktiva partiklar på ytan redo för transport till slutförvarsanläggningen.

För att kunna transporteras på ett säkert sätt placeras kapslarna i kapseltransportbehållare och lastas på ett terminalfordon. Kapseltransportbehållaren avskärmar den radioaktiva strålningen från kopparkapseln, så att hanteringen kan ske på ett strålskyddat sätt. Terminalfordonet transporterar kapseltransportbehållaren till lastfartyget m/s Sigyn som specialtillverkats för transport av kärnavfall och använt kärnbränsle och som varit i drift sedan 1985. Sigyn rymmer 10 st kapseltransportbehållare och transporterar dessa till Forsmarks hamn, där ett annat terminalfordon tar dem vidare till slutförvarsanläggningen. SKB har fattat inriktningsbeslut att ersätta Sigyn med ett nytt fartyg.

Slutförvarsanläggningen för använt kärnbränsle är lokaliserad till Östhammars kommun i norra Uppland. Förlägningsplatsen ligger i närheten av kärnkraftverket och SFR, slutförvaret för radioaktivt driftavfall.

De centrala funktionerna ovan mark för anläggningens drift är samlade inom det så kallade driftområdet. Detta innehåller det inre driftområdet, där hanteringen av kärnbränslet äger rum och förbindelse finns till undermarksdelen på cirka 470 m djup. I det yttre driftområdet sker bland annat produktionen av de material som används till barriärerna buffert, återfyllning och förslutning. Till ovanmarksdelen av anläggningen hör också de externa delarna bergupplag och ventilationsstationer.

Undermarksdelen består av ett centralområde och ett förvarsområde. Centralområdet omfattar bergutrymmen med funktioner för undermarksdelens drift. Det har förbindelse med det inre driftområdet ovan mark via en spiralformad ramp och ett antal schakt. Rampen används för att transportera kapslar med använt kärnbränsle och andra tunga eller skrymmande transporter. Schakten används för att transportera uttaget berg, buffert, återfyllning och personal, samt för ventilation. Större delen av utrymmena under mark utgörs av förvarsområdet där kapslarna med det använda bränslet deponeras. Deponeringen av kapslar förutsetts här ske i vertikala hål i tunnlar, som återfylls när deponeringen i tunneln är klar.

De två huvudverksamheterna under mark är bergarbeten och deponeringsarbeten, vilka bedrivs åtskilt från varandra. Bergarbeten omfattar alla moment som krävs för att spränga ut tunnlar och borra deponeringshål liksom att göra provisoriska installationer i tunnlar. Till deponeringsarbeten räknas, förutom själva deponeringen av kapseln, även placering av bentonitbufferten i deponeringshålet samt återfyllning av deponeringstunnlarna.

Innehåll

1	Inledning	7
1.1	Syfte, mål och avgränsningar	7
1.1.1	Syfte och mål	7
1.1.2	Avgränsningar	7
1.2	Förutsättningar	7
2	Hantering och slutförvaring av det använda kärnbränslet	9
2.1	KBS-3-metoden	9
2.2	KBS-3-systemet	11
3	Clab	13
3.1	Lokala förutsättningar	13
3.2	Anläggningens utformning	14
3.3	Verksamheter under drift	17
3.3.1	Inledning	17
3.3.2	Transport till Clab	17
3.3.3	Nedkylning	18
3.3.4	Urlastning	19
3.3.5	Urlastning i servicebassäng	19
3.3.6	Uttransport av tom transportbehållare	19
3.3.7	Förvaring	20
3.3.8	Uttransport av bränsle från Clab	20
3.4	Övrig information om anläggningen	21
3.4.1	Transporter	21
3.4.2	Avfall och avfallshantering	21
3.4.3	Resursförbrukning	22
3.5	Tekniska skyddsåtgärder	23
3.5.1	Rening av vatten	23
3.5.2	Rening av luft	24
4	Clab och inkapslingsanläggning	25
4.1	Den integrerade anläggningen Clink	25
4.2	Transporter och tillträde	25
4.3	Anläggningens utformning	26
4.4	Verksamheter under drift	28
4.4.1	Inledning	28
4.4.2	Kapsel till inkapslingsbyggnaden	29
4.4.3	Bränsletransport från förvaringsbassängen till inkapslingsbyggnaden	30
4.4.4	Urval av bränsleelement och transport till hanteringscellen	30
4.4.5	Bränslet torkas	30
4.4.6	Bränslet flyttas till kapseln	32
4.4.7	Atmosfär byts i kapselinsatsen och kopparlocket monteras	32
4.4.8	Kopparlocket svetsas till kapseln	32
4.4.9	Svetsen kontrolleras	33
4.4.10	Svetsen/kapseln maskinbearbetas	33
4.4.11	Slutlig kontroll av svetsfog	33
4.4.12	Kapseln kontrolleras med avseende på eventuell ytkontaminering	33
4.4.13	Kapseln placeras i en transportbehållare	34
4.4.14	Uttransport av transportbehållare med kapsel	34
4.5	Övrig information om anläggningen	35
4.5.1	Transporter	35
4.5.2	Avfall och avfallshantering	35
4.5.3	Resursförbrukning	35
4.6	Tekniska skyddsåtgärder	36
4.6.1	Rening av vatten	36
4.6.2	Rening av luft	37

4.7	Uppförandeskede, inkapslingsanläggningen	37
4.7.1	Etablering av markområde	37
4.7.2	Bygg- och markarbeten	38
4.7.3	Transporter	39
4.7.4	Avfall och avfallshantering	39
4.7.5	Resursförbrukning	39
4.7.6	Tekniska skyddsåtgärder	39
4.8	Rivningsskede, Clink	40
5	Transport av kapslar med använt kärnbränsle	41
5.1	Dagens transportsystem	41
5.2	Kapseltransportbehållare och vägfordon	41
5.3	Fartyg för kapseltransport	42
5.4	Transporter av inkapslat kärnbränsle	43
5.5	Resursförbrukning	44
6	Slutförvarsanläggning	45
6.1	Lokala förutsättningar	45
6.2	Anläggningens utformning	47
6.2.1	Yttre driftområde	47
6.2.2	Inre driftområde	49
6.2.3	Anläggningar utanför driftområdet	50
6.2.4	Undermarksdel	50
6.3	Verksamheter under drift	55
6.3.1	Skeden i anläggningens livscykel	55
6.3.2	Principer för utbyggnad och drift	55
6.3.3	Bergarbeten	57
6.3.4	Deponeringsarbeten	59
6.3.5	Återfyllning	63
6.3.6	Produktion och hantering av buffert	63
6.3.7	Produktion och hantering av återfyllning	65
6.3.8	Övriga verksamheter	65
6.4	Övrig information om anläggningen	66
6.4.1	Transporter	66
6.4.2	Avfall och avfallshantering	66
6.4.3	Resursförbrukning	66
6.5	Tekniska skyddsåtgärder	67
6.5.1	Rening av vatten	67
6.5.2	Utsläpp av ventilationsluft	70
6.6	Uppförandeskede	70
6.6.1	Inledning	70
6.6.2	Verksamheten år 1–3	71
6.6.3	Verksamheter år 4–5	72
6.6.4	Verksamheter år 6	72
6.6.5	Verksamheter år 7	75
6.6.6	Transporter	76
6.6.7	Avfall och avfallshantering	76
6.6.8	Resursförbrukning	76
6.6.9	Tekniska skyddsåtgärder	76
6.7	Avvecklingskede	77
7	Referenser	79
Bilaga 1	Anläggningsdata – geometri	81
Bilaga 2	Anläggningsdata – kapacitet och bemanning	85

1 Inledning

1.1 Syfte, mål och avgränsningar

1.1.1 Syfte och mål

Syftet med bilagan **Teknisk beskrivning** är att i enlighet med 22 kap 1 § miljöbalken beskriva den sökta verksamheten och anläggningarna. Särskilt beskrivs sådant som har betydelse för dessas miljöpåverkan.

SKB:s mål med bilagan är att beskriva anläggningar, verksamheter, utsläppskällor, markanspråk med mera under uppförande, drift och avveckling till en omfattning och detaljeringsgrad så att miljödomstolen utan krav på kompletteringar kan bereda ärendet inför regeringens tillåtlighetsprövning.

1.1.2 Avgränsningar

Den tekniska beskrivningen av verksamheter och anläggningar omfattar det som SKB söker tillstånd för enligt miljöbalken, det vill säga:

- Befintlig drift av Centralt mellanlager för använt kärnbränsle (Clab).
- Uppförande av inkapslingsanläggningen och drift av Clab + inkapslingsanläggning (Clink).
- Uppförande och drift av slutförvarsanläggningen för använt kärnbränsle.
- Kort om avveckling av anläggningarna.

Här redovisas hanteringen av det använda kärnbränslet från det att lämnar kärnkraftverken och till dess att det har nått sin slutliga plats i slutförvarsanläggningen och denna har återfyllts och förslutits.

Den redan pågående transporten av använt kärnbränsle från kärnkraftverken till Clab beskrivs inte. Under kärnkraftverkens livscykel uppstår även annat radioaktivt avfall än använt kärnbränsle såsom driftavfall och rivningsavfall. Hanteringen av sådant avfall redovisas inte i denna tekniska beskrivning. Kapselabrik för tillverkning av kopparkapslar ingår inte heller.

1.2 Förutsättningar

Det svenska kärnbränsleprogrammet ska hantera allt använt bränsle som driften av de svenska kärnkraftverken ger upphov till. Det kommer huvudsakligen från de svenska kärnkraftverken i Barsebäck, Oskarshamn, Ringhals och Forsmark. Alla reaktorer är av typen kokvattenreaktor (Boiling Water Reactor, BWR) frånsett tre reaktorer i Ringhals som är av typen tryckvattenreaktor (Pressurized Water Reactor, PWR). Bränsleelementens utseende och några viktiga data framgår av figur 1-1.

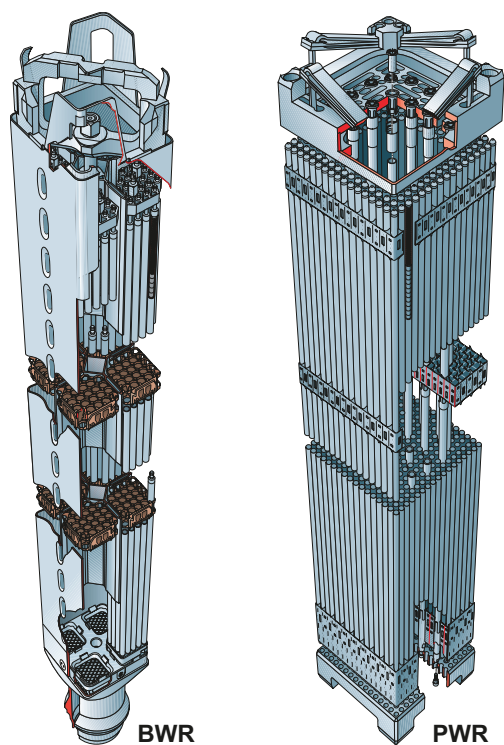
Det använda kärnbränslet mellanlagras i Clab i Oskarshamns kommun. Anläggningen togs i drift 1985. För transporter till och från kärnkraftverken finns ett specialbyggt fartyg – m/s Sigyn. Fartyget ska i framtiden ersättas av ett liknande men modernare fartyg. Innan det använda kärnbränslet kapslas in och placeras i slutförvarsanläggningen kommer det att ha mellanlagrats i Clab vilket underlättar den fortsatta hanteringen genom att radioaktiviteten minskar, men viktigast är att värmeavgivningen (resteffekten) minskar med cirka 90 %.

Mängden använt kärnbränsle anges oftast som den mängd uran som ursprungligen fanns i bränslet. Den bränslemängd som använts i de svenska reaktorerna finns nu i reaktorhårdarna, i kärnkraftverkens bränslebassänger i avvaktan på transport till Clab (ungefär ett års förbrukning) och i Clab. Mängden använt bränsle i Clab anges i avsnitt 3.2. Ett BWR-bränsleelement innehåller cirka 180 kg uran och ett PWR-element cirka 460 kg uran. Efter användning har uranvikten minskat med 4–5 %.

Planeringen för kärnbränsleprogrammet baserar sig på att den mängd som ska slutförvaras uppgår till cirka 12 000 ton uran, motsvarande ungefär 6 000 kapslar.

Slutförvarsanläggningen dimensioneras för att kunna ta emot 200 kapslar per år. I inledningskedet kommer antalet deponerade kapslar per år att successivt ökas tills man når den planerade deponeringstakten 150 kapslar per år.

Redovisningen bygger på geologisk deponering av det använda kärnbränslet enligt KBS-3-metoden, se avsnitt 2.1. KBS är en förkortning av Kärnbränslesäkerhet.



	BWR	PWR
Vikt	300 kg	700 kg
Längd	4,4 m	4,3 m
Tvärsnittsmått	140 mm	220 mm

Figur 1-1. Bränsleelement för PWR- och BWR-bränsle.

2 Hantering och slutförvaring av det använda kärnbränslet

2.1 KBS-3-metoden

Utformningen av slutförvaret för det använda kärnbränslet är baserad på KBS-3-metoden. Slutförvarets säkerhet efter förslutning ska upprätthållas genom ett system av passiva **barriärer**. Barriärerna ska på ett eller flera sätt medverka till att innesluta, förhindra eller fördröja spridning av radioaktiva ämnen, antingen direkt, eller indirekt genom att skydda andra barriärer i barriärsystemet.

KBS-3-metoden är en metod för slutförvaring av använt kärnbränsle som innebär att:

- det använda kärnbränslet kapslas in i täta och lastbärande kapslar som är motståndskraftiga mot korrosion,
- kapslarna deponeras i kristallint berg på 400–700 meters djup,
- kapslarna omges av en buffert som begränsar vattenflöde och skyddar dem,
- de utrymmen i berget som krävs för deponering återfylls och försluts.

Kapseln är en behållare med ett tätt hölje av koppar och en lastbärande insats av segjärn i vilken använt kärnbränsle placeras för deponering i slutförvarsanläggningen. Kapseln ska innesluta det använda kärnbränslet och förhindra spridning av radionuklider till omgivningen (radionuklid är en radioaktiv isotop av ett grundämne, som avger joniserande strålning). Kapseln ska också förhindra kriticitet (det tillstånd då mängden av ett radioaktivt ämne är så stor att en kedjereaktion kan underhållas).

Bufferten utgörs av bentonit, ett finkornigt lermaterial, som sväller vid upptag av vatten. Bufferten omger kapseln och fyller utrymmet mellan kapsel och berg. Bufferten ska begränsa vattenflöde och skydda kapseln. Om det skulle finnas otäta kapslar ska bufferten förhindra och fördröja transport av radionuklider från kapseln till berget.

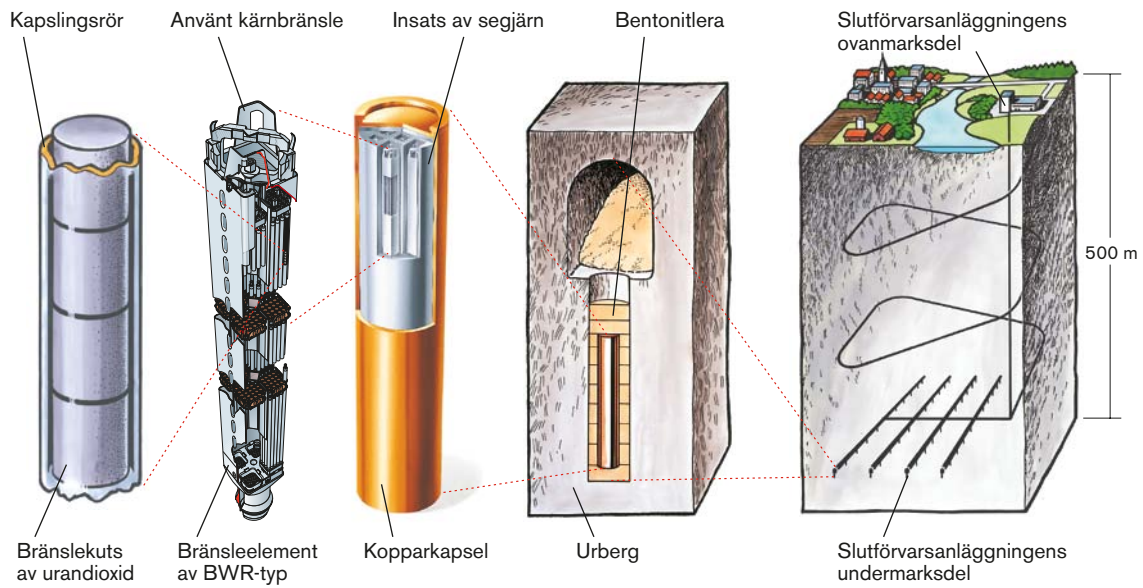
Återfyllning är det material som installerats i deponeringstunnlar för att återfylla dem. Återfyllning i deponeringstunnlar ska upprätthålla flerbarriärsprincipen genom att hålla bufferten på plats och begränsa vattenflöde genom deponeringstunnlarna.

Förslutning är det material som installerats i bergrum, schakt och ramp samt tunnlar som ej är deponeringstunnlar för att återfylla och försluta dem. Förslutningen ska avsevärt försvåra intrång i slutförvaret samt begränsa vattenflödet genom utrymmena. Undersökningsborrhål försluts med **borrhålsförslutningar**.

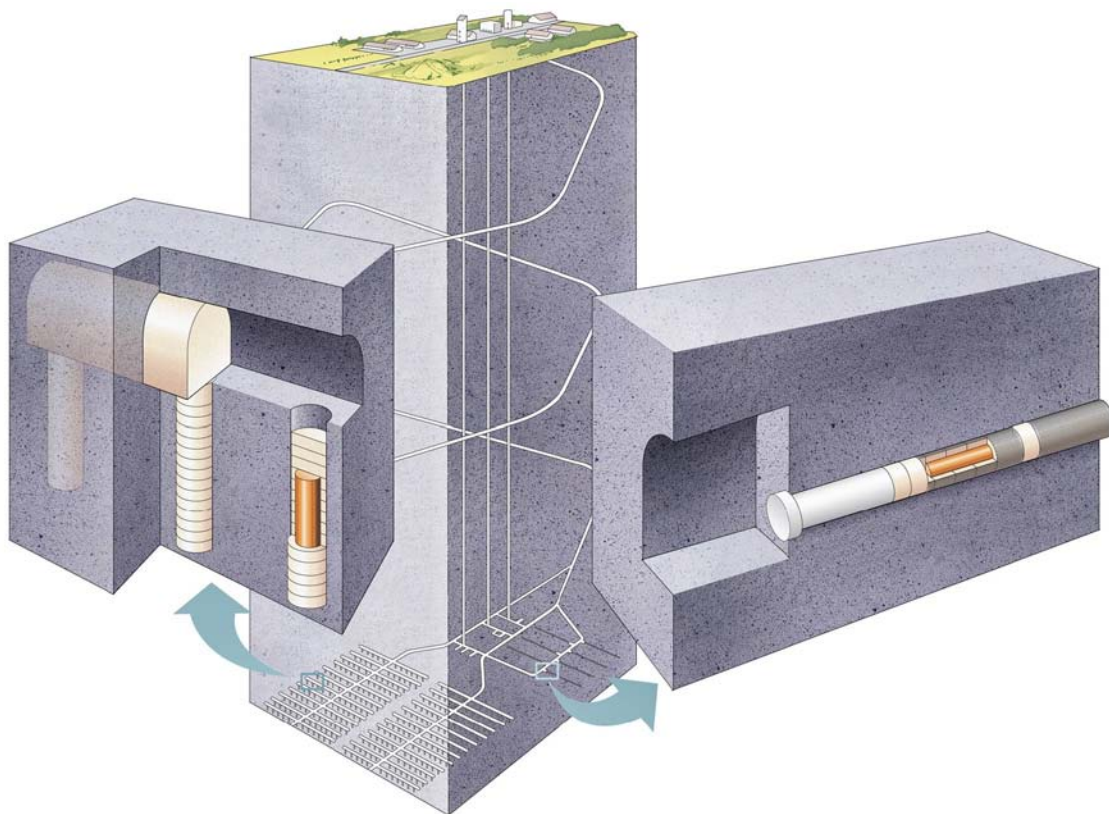
Slutförvaret omfattar berget på förvarsplatsen, kapslarna med använt kärnbränsle, buffert, återfyllning och förslutningar samt främmande material som finns kvar i bergutrymmena då de återfyllts och förslutits.

KBS-3-metoden illustreras i figur 2-1.

I referensutformningen av KBS-3-metoden placeras kapslarna med det använda kärnbränslet vertikalt i borrhåls i berget. En variant av KBS-3-metoden är KBS-3H, där kapslarna i stället placeras liggande horisontellt på rad i långa deponeringshål. Denna tekniska beskrivning redovisar en utformning baserad på vertikal deponering, KBS-3V.



Figur 2-1. KBS-3-metoden för slutförvaring av använt kärnbränsle. De röda punkterade strecken mellan delfigurerna visar det avbildade objektets plats i nästa delfigur.



Figur 2-2. Slutförvarsanläggningens undermarksdel med vertikal deponering till vänster (referensutförning) och horisontell deponering till höger (möjlig framtida deponeringslösning; utförningsdetaljer redovisas inte i denna tekniska beskrivning).

2.2 KBS-3-systemet

KBS-3-systemet avser de anläggningar mm som SKB planerar för att genomföra slutförvaring av använt kärnbränsle enligt KBS-3-metoden. KBS-3-systemet består av en central anläggning för mellanlagring och inkapsling av det använda kärnbränslet, ett transportsystem för transporter av kapslar med använt kärnbränsle och en slutförvarsanläggning.

Systemet redovisas i figur 2-3.

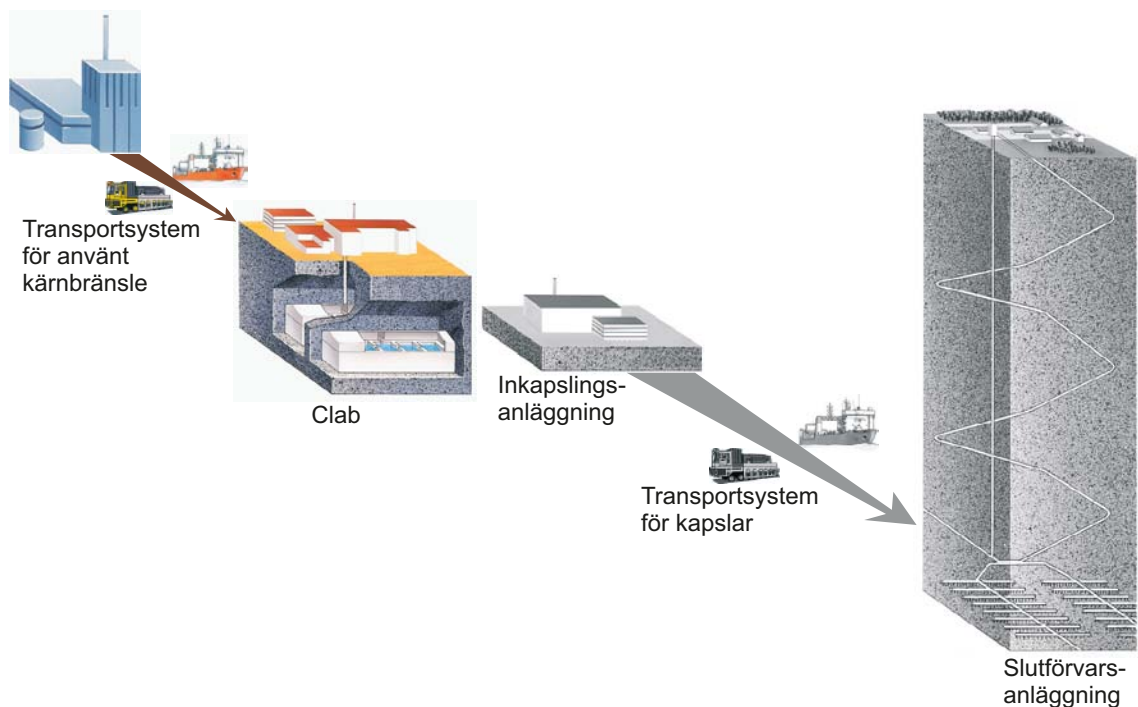
Transportsystem: På kärnkraftverken lastas använt kärnbränsle i bränsletransportbehållare och transporteras med terminalfordon till hamn för vidare sjötransport till hamn i Simpevarp/Oskarshamns kommun och med ett annat terminalfordon till Clab. Bränslet från Oskarshamns kärnkraftverk går med terminalfordon direkt till Clab. Från inkapslingsanläggningen lastas det inkapslade använda kärnbränslet i kapseltransportbehållare (KTB) och förs via terminalfordon och sjötransport till slutförvarsanläggningen.

Clab är ett centralt mellanlager för använt kärnbränsle, där bränslet kyls i bassänger och får avklinga (strålning och värmeavgivning avtar) i avvaktan på inkapsling och slutförvaring.

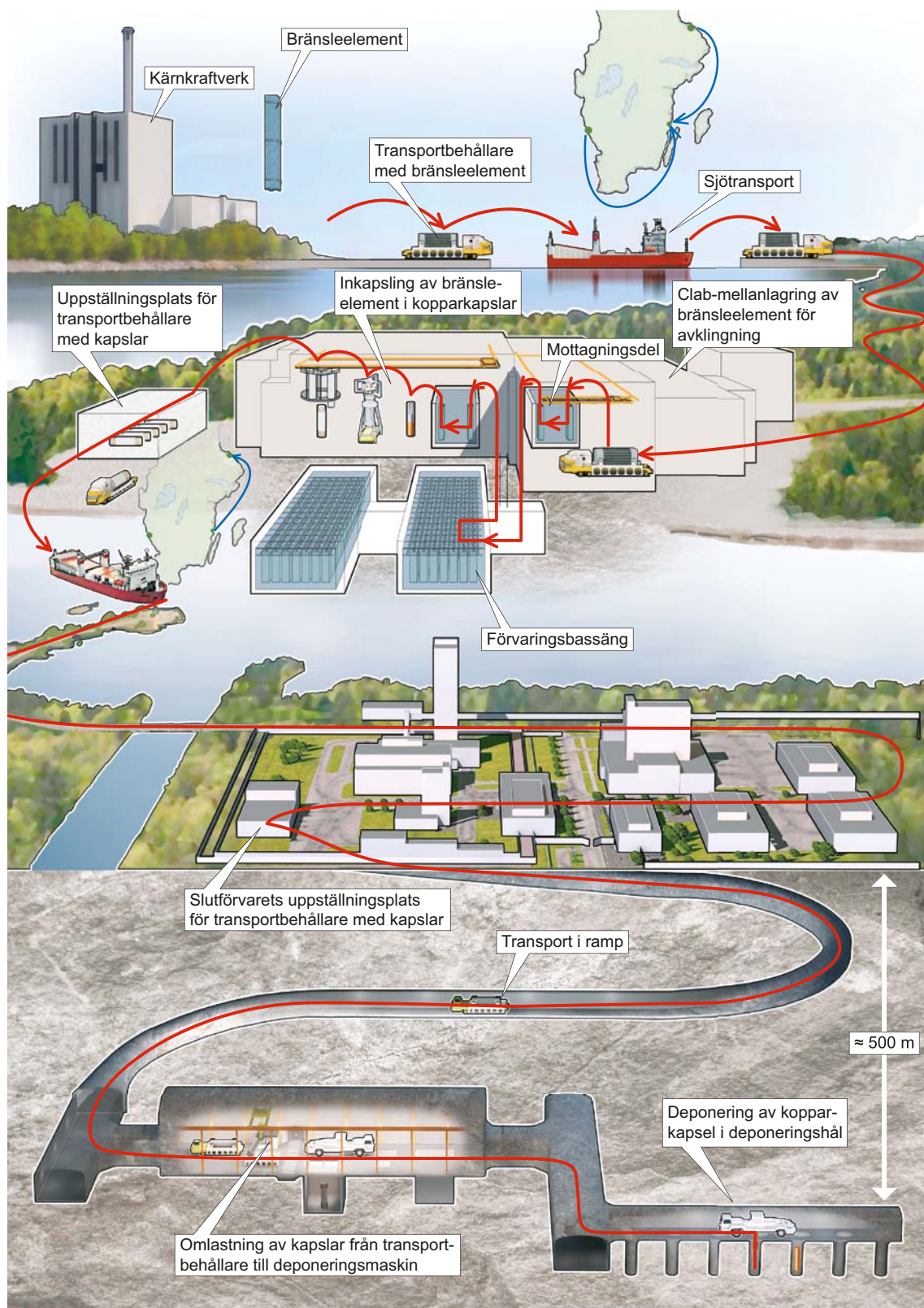
Inkapslingsanläggning: Här inkapslas det använda kärnbränslet i kopparkapslar för vidare transport till slutförvarsanläggningen. Kopparkapslarnas huvuddelar tillverkas hos utvalda leverantörer och levereras till inkapslingsanläggningen.

KBS-3-förvarsanläggning (slutförvarsanläggning) är den anläggning som krävs för att uppföra slutförvaret och genomföra de verksamheter SKB beslutat. KBS-3-förvarsanläggningen delas in i en icke kärnteknisk anläggning och en kärnteknisk anläggning inom vilken slutförvaret uppförs och kapslar med använt kärnbränsle hanteras och förvaras.

Det använda kärnbränslets väg från kärnkraftverk till slutförvarsanläggning illustreras i figur 2-4.



Figur 2-3. Systemet för att ta hand om använt kärnbränsle i befintliga och framtida anläggningar. De framtida anläggningarna (med delfigurer i svartvitt) är inkapslingsanläggning och slutförvar för använt kärnbränsle.



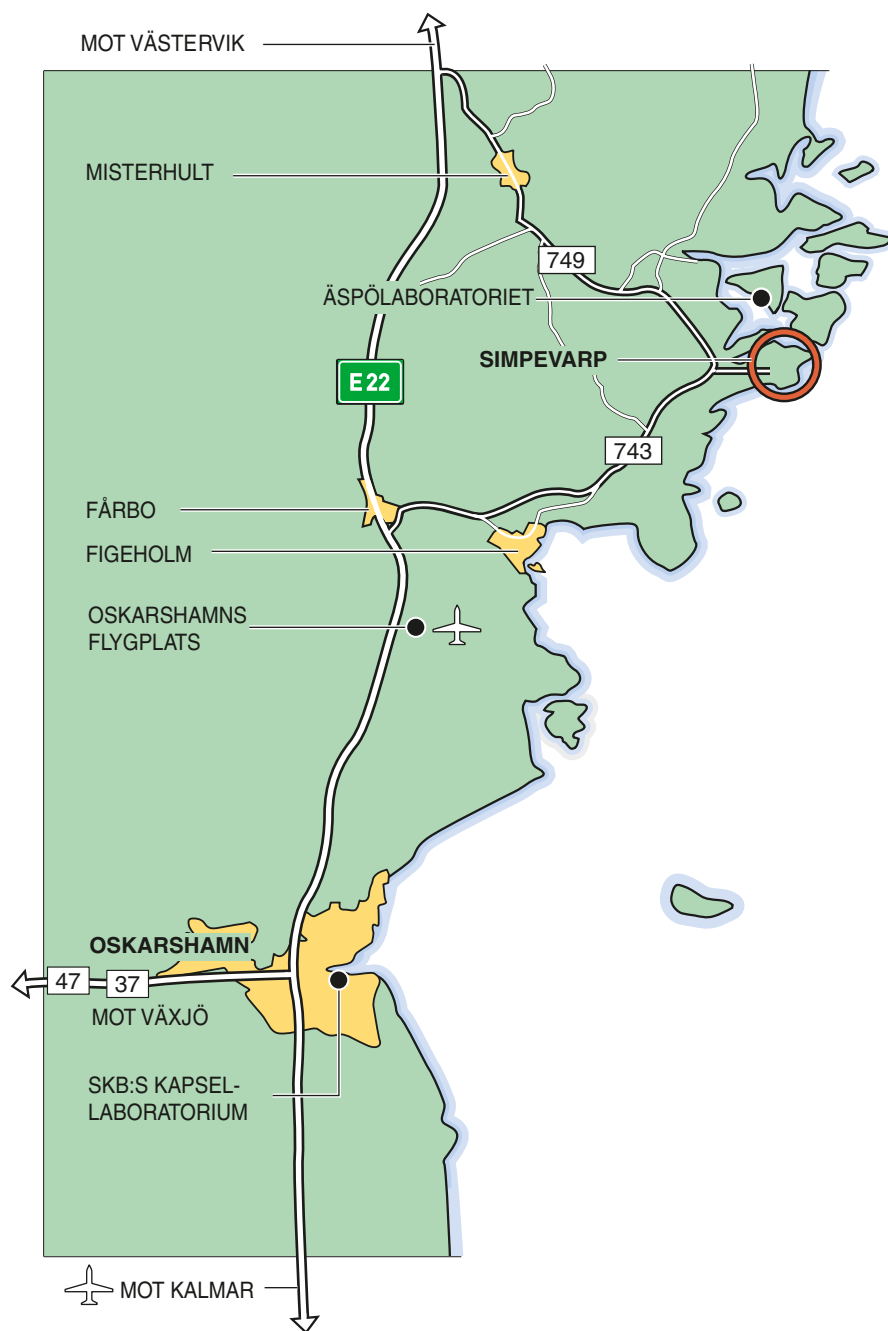
Figur 2-4. Bränslets väg från kärnkraftverk till slutförvarsanläggning. Transporten går i bränsletransportbehållare först på terminalfordon, sedan via fartyg (för Ringhals och Forsmark) och därefter på ett annat terminalfordon till Clab (Clink) för mellanlagring. Efter inkapsling lastas kapseln i en kapseltransportbehållare och transporteras med terminalfordon till hamnen i Simpevarp, med fartyg till hamnen i Forsmark och med ett annat terminalfordon till slutförvarsanläggningen för slutförvaring.

3 Clab

3.1 Lokala förutsättningar

Clab är lokaliserad i Oskarshamns kommun på Simpevarpshalvön, cirka 700 meter väster om Oskarshamns kärnkraftverk. Avståndet till Oskarshamn är cirka tre mil.

Oskarshamns kommun har ett ganska tätt nät av allmänna vägar. Större vägar inom kommunen är europaväg E22 mellan Norrköping och Malmö och riksväg 37 mellan Oskarshamn och Malmö, via Växjö. Simpevarp ligger cirka en mil från E22 och de transporter som sker från E22 till Simpevarp sker mestadels på länsväg 743 och på länsväg 749, se figur 3-1. E22, riksväg 37 och länsväg 743 har högsta bärighetsklass.



Figur 3-1. Översiktskarta Oskarshamn.

Öster om Clab är ett flertal byggnader och anläggningar belägna som visas i figur 3-2. De största byggnaderna är Oskarshamnsvverkets tre kärnkraftsreaktorer: O1, O2 och O3. På halvöns norra del finns tunnelpåslaget till SKB:s berglaboratorium Äspölaboratoriet, vars ovanmarksdel är beläget på Äspö. Äspölaboratoriet är SKB:s anläggning för forskning, utveckling och demonstration av slutförvaring för använt kärnbränsle.

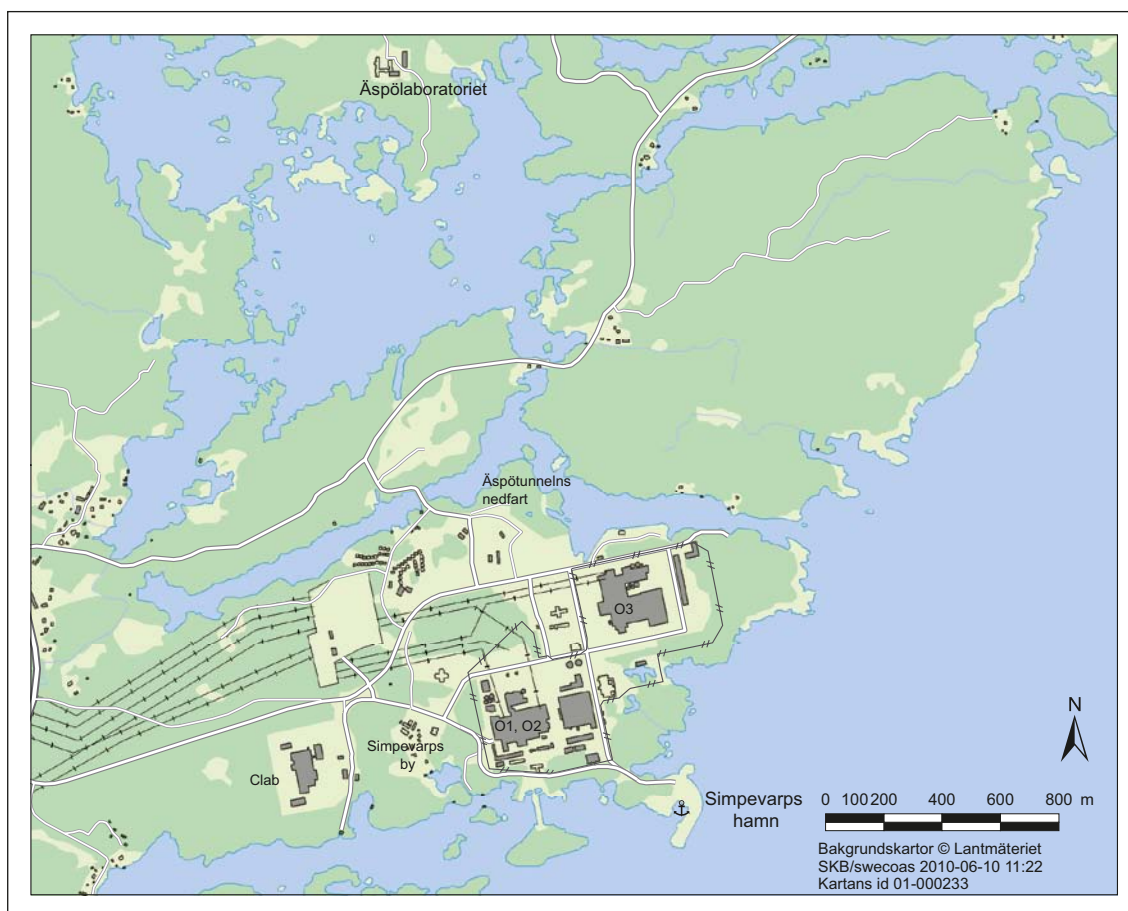
Simpevarps hamn är belägen söder om O1 och O2. Hamnen är anpassad för SKB:s och Oskarshamnsvverkets transporter av tungt gods. Kärnbränslefartyget m/s Sigyn trafikerar hamnen regelbundet. Från hamnen leder en väg som är speciellt anlagd för tung trafik, till Oskarshamnsvverket och till Clab, vilken visas i figur 3-2.

Servicefunktionerna vid Oskarshamnsvverket svarar för en stor del av Clabs tekniska försörjning såsom elkraft, reningsverk, släckvatten med mera.

3.2 Anläggningens utformning

I det system som finns idag för omhändertagande av använt kärnbränsle utgör Clab en viktig del, se figur 3-3. Här mellanlagras det använda kärnbränslet i vattenfyllda bassänger. Idag finns det cirka 5 100 ton använt kärnbränsle i form av uran och radioaktivt material från kärnkraftverken i Clab, vars tillåtna lagringskapacitet uppgår till 8 000 ton uran. Kapaciteten kan med måttliga åtgärder utökas till 10 000 ton uran.

Under den period det använda kärnbränslet mellanlagras i Clab avtar dess radioaktivitet och värmeavgivningen (resteffekten) minskar med cirka 90 %. Detta underlättar den fortsatta hanteringen och bränslet kan kapslas in och transporteras vidare till slutförvarsanläggningen.



Figur 3-2. Delområde Simpevarp.



Figur 3-3. Foto på Clab.

Förutom de bränsleelement som kommer från kärnkraftverken Forsmark, Oskarshamn, Barsebäck och Ringhals finns bränsle från Ågestareaktorn, cirka 20 ton uran samt en mindre mängd från Studsvik och dessutom MOX (Mixed Oxide Fuel)-bränsle, cirka 20 ton uran, från några kärntekniska anläggningar i Tyskland. Det tyska bränslet kommer från en bytesaffär som gjordes mellan Sverige och Tyskland där svenskt bränsle som fanns i uppberedningsanläggningen i La Hague byttes mot det tyska.

Clab ligger ungefär 300 meter från havet och marknivån för området är mellan 8 och 12 meter över vattenytan. Högsta byggnadshöjd är 33 meter över havet och ventilations skorstenens höjd är cirka 45 meter över havet.

Clab har anläggningsdelar både ovan och under mark, se figur 3-4. De byggnader som finns ovan mark är elbyggnad, hjälpsystembyggnad, personalbyggnad (kontor) samt en mottagningsbyggnad. Inom driftområdet finns även servicebyggnad och ett garage- och verkstadsbyggnad där terminalfordonen underhålls. För att komma in till bevakat område måste man gå in via en entrébyggnad. Utanför driftområdet, söder om Clab (Herrgloet), finns intaget för kylvattnet och där finns också en intagsbyggnad för kylvattnet.

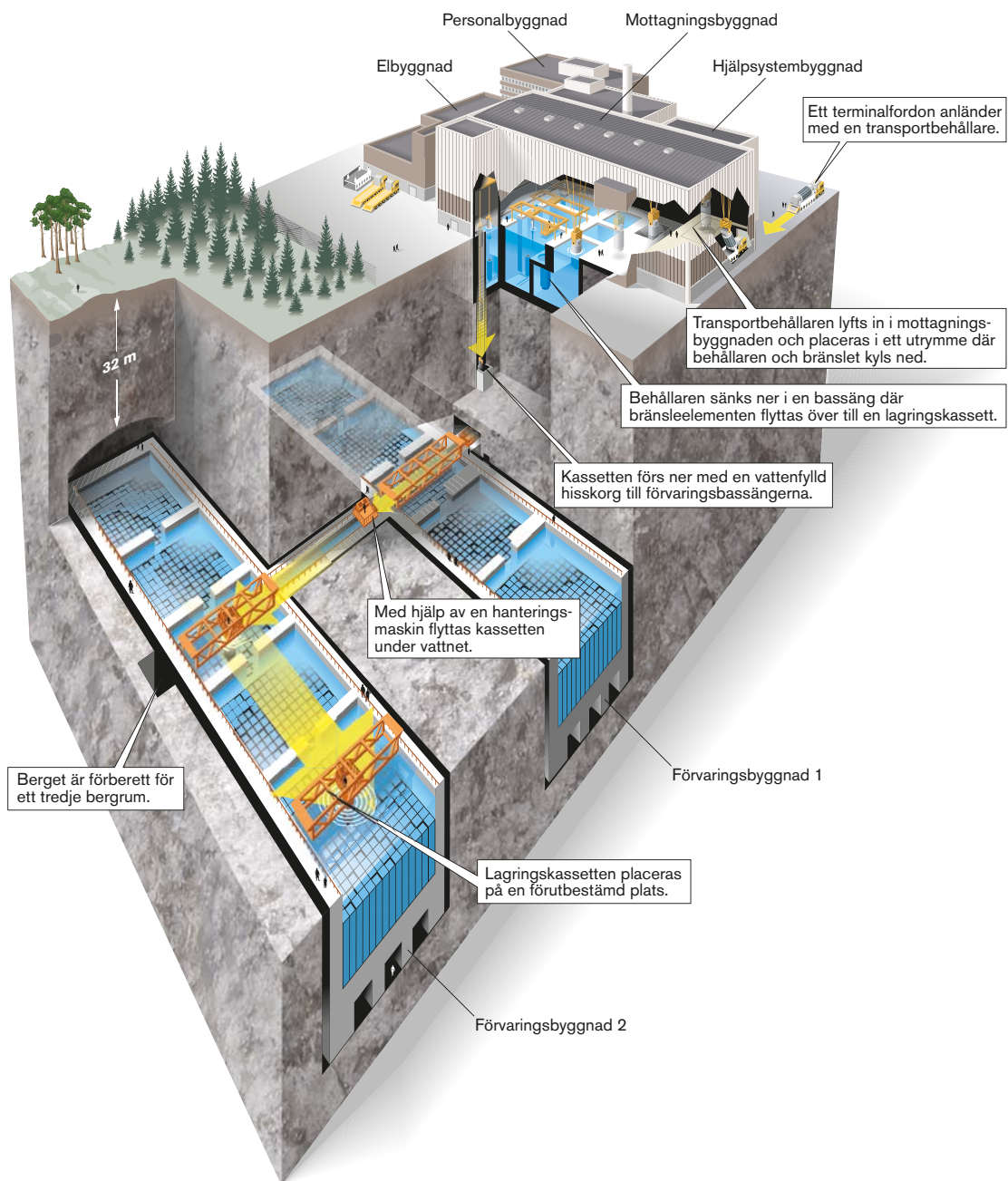
Mottagningsbyggnaden tillsammans med hjälpsystembyggnaden och elbyggnaden bildar ett centralt byggnadskomplex.

I mottagningsbyggnaden tas det använda kärnbränslet emot och placeras i bränslekassetter. I denna byggnad finns utrustning och bassänger för att hantera bränsletransportbehållare och bränsleelement.

I hjälpsystembyggnaden finns system för; kylning och rening av bassängvatten och bränsletransportbehållare, rening av process och golvdrenagevatten, omhändertagande av radioaktivt avfall samt ventilation för kontrollerat område.

I elbyggnaden finns elektrisk kraftmatnings- och kontrollutrustning, ventilationssystem för icke kontrollerat område, kontrollrum, mellankylkretsens pumpar och värmeväxlare, köldbärarsystem samt tryckluftsystem.

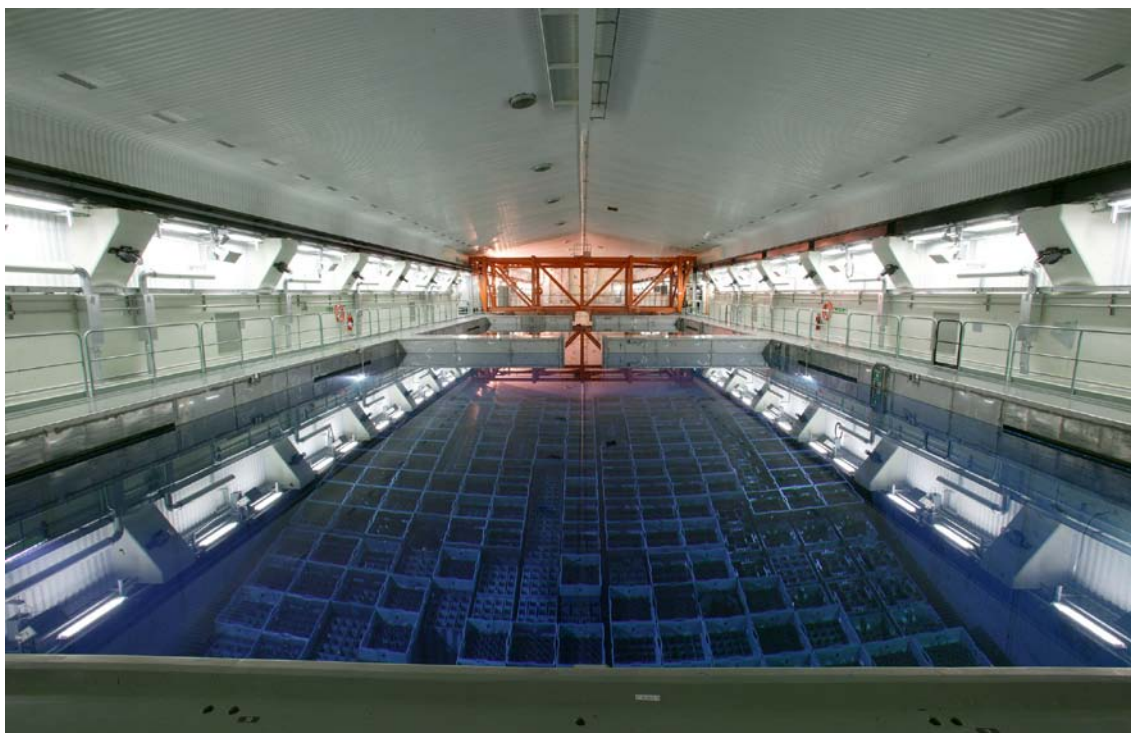
I anslutning till mottagningsbyggnaden ligger bränslehissschaktet med en vattenfylld hisskorg som förbinder mottagningsbyggnaden med den bergförlagda förvaringsdelen och dess bassänger.



Figur 3-4. Bränslets flödesväg i Clab.

Clabs undermarksdel består av två parallellt utsprängda bergtrum, förvaringsbyggnad 1 och 2, se figur 3-4. Dessa ligger cirka 30 meter under markytan och är cirka 21 meter breda, 28 meter höga och 115 meter långa med en byggnadsvolym på ungefär 63 000 m³ vardera.

I varje förvaringsbyggnad finns fyra förvaringsbassänger samt en mittbassäng i vilka bränslet lagras. Bassängerna, se figur 3-5, i båda bergtrummen rymmer totalt 30 000 m³ vatten och är förbundna via en 40 meter vattenfylld transportkanal. Till bränslehisshaktet finns också en transportkanal som förbinder hisschaktet med bassängerna.



Figur 3-5. Förvaringsbassäng i Clab.

3.3 Verksamheter under drift

3.3.1 Inledning

I Clab arbetar idag cirka 100 personer, och anläggningen är bemannad dygnet runt. Mottagning och hantering sker huvudsakligen under dagtid men intransport av transportbehållare kan förekomma under andra tider.

Bränslets väg genom Clab visas i figur 3-4 och i figur 3-8 beskrivs den stegvisa hanteringen av bränslet i Clab.

3.3.2 Transport till Clab

Från hamnen och Oskarshamnsverket transporteras bränslet med terminalfordon till Clab i torra luftkylda transportbehållare som ger strålskydd och skydd mot yttre skador, se figur 3-6 och 3-7.

När transportbehållare med använt kärnbränsle anländer till Clab placeras de antingen i tillfälliga förråd för transportbehållare eller körs med terminalfordonet via en port in i transportslussen som ligger i anslutning till mottagningsdelen. Där genomförs en mottagningskontroll.

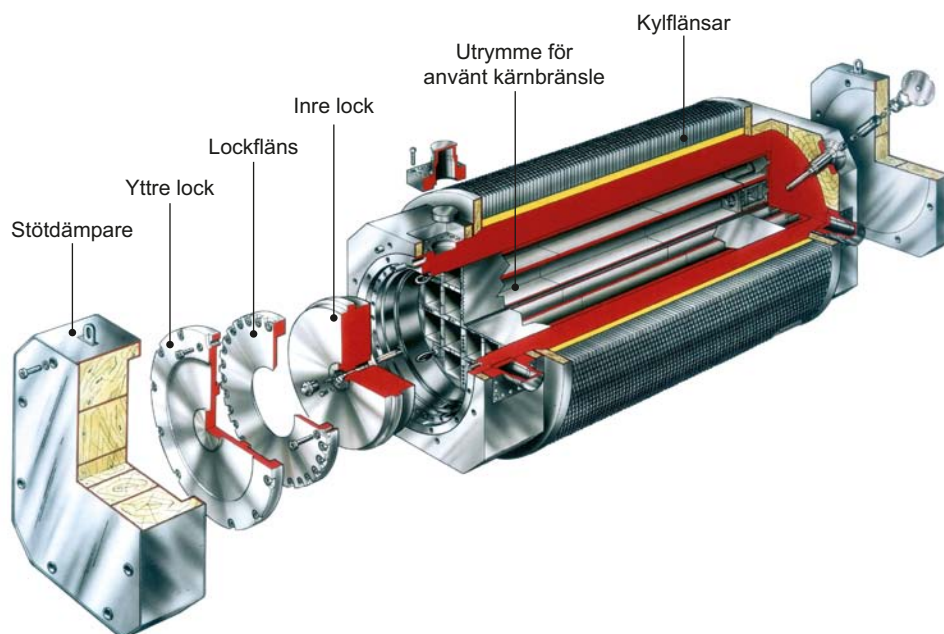
Mottagningskapaciteten i Clab är cirka 100 transportbehållare per år vilket motsvarar cirka 300 ton uran per år. Under 2009 mottogs 49 transportbehållare med bränsle totalt innehållande 170 ton uran.

Härdkomponenter (uttjänt utrustning och skrotade komponenter med inducerad aktivitet från reaktorhård) inklusive styrtavlar, som har hög aktivitet, transporteras i särskilda behållare. Transportbehållarna för härdkomponenter har samma dimensioner som bränsletransportbehållarna och hanteras på samma sätt som dessa. Hantering och lagring av härdkomponenter sker i nuläget på samma sätt som det använda kärnbränslet. Bergrum för avfall (BFA) används idag av OKG för mellanlagring av härdkomponenter. Nu utreds om det utbyggda SFR kan mellanlagra härdkomponenter från andra kraftverk. I dagsläget är det inte planerat att flytta de härdkomponenter som finns i Clab (främst styrtavlar).

Efter mottagningskontroll transporteras transportbehållaren till en av de tre nedkylningscellerna, eller till en vänteposition, i mottagningshallen.



Figur 3-6. Terminalfordon med transportbehållare för bränsleelement .



Figur 3-7. Transportbehållare i genomskäring.

3.3.3 Nedkylning

I nedkylningscellen förses transportbehållaren med en skyddsmantel. Utrymmet mellan mantel och behållare fylls med vatten och ett externt kylflöde upprättas, se figur 3-8. Bränsletransportbehållaren fylls sedan upp med vatten och ett internt kyl- och reningsflöde upprättas. Härigenom åstadkoms nedkylning av bränsle och bränsletransportbehållare samtidigt som det cirkulerande vattnet renas. När aktivitet och temperatur stabiliserats under fastställda gränser lyfts bränsletransportbehållaren över till en behållarbassäng.

3.3.4 Urlastning

Transportbehållaren transporteras via behållarbassängen till en position under urlastningsbassängen, se figur 3-8. Det är endast behållarens inre media som kommer i kontakt med urlastningsbassängen.

Bränsleelementen lyfts upp ur transportbehållaren och placeras i bränslekassetter. Kassetterna transporteras med bränslehanteringsmaskinen ut ur urlastningsbassängen vidare till förvaringsdelen via bränslehissen, alternativt till kassettbassängen i mottagningsdelen för tillfällig förvaring.

3.3.5 Urlastning i servicebassäng

Servicebassängen används för urlastning av transportbehållare som inte är anpassade till utrustningen i behållarbassängerna, exempelvis bränsletransportbehållare med bränsle från Studsvik (bränsle från kontroll, forskning och undersökningar). Servicebassängen används också vid hantering av skadat bränsle.

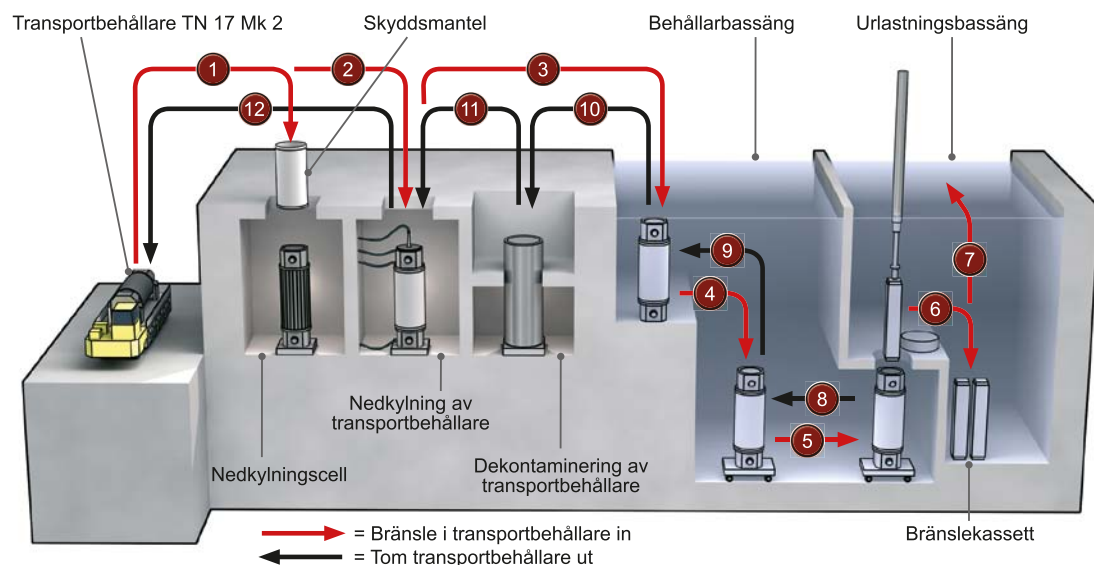
3.3.6 Uttransport av tom transportbehållare

Efter urlastningen förs den tomma transportbehållaren från behållarbassängen till en nedkylningscell där behållaren kopplas till kyl- och rengingssystemet för renspolning. Behållaren töms och torkas invändigt varefter skyddsmanteln demonteras.

Om det finns behov av yttre rengöring av behållare med skyddsmantel kan det ske i dekontamineringscellen, vilket i så fall äger rum efter urlastning från behållarbassängen och innan behållaren förs till nedkylningscellen.

Före uttransport görs en radiologisk kontroll av behållaren. Hanteringen av transportbehållare visas i figur 3-8.

1. Bränslet i transportbehållare lyfts från terminalfordon till nedkylningscell.
2. Nedkylning till aktivitet och temperatur stabiliserats under fastställda gränser.
3. Bränsletransportbehållaren lyfts över till behållarbassäng.
- 4,5. Förberedelse inför urlastning. Behållaren ansluts underifrån tätt till urlastningsbassängen.
6. Bränslet lastas ur transportbehållaren och placeras i kassetter.
7. Kassetterna transporteras ut ur urlastningsbassängen och vidare till förvaring.
- 8,9,10. Tomma behållare transporteras från behållarbassängen till dekontamineringscellen för eventuell yttre rengöring av behållare.
11. Tomma behållare förs till nedkylningscellen för renspolning och invändig torkning.
12. Efter demontage av skyddsmantel transporteras tomma behållare ut ur anläggningen.



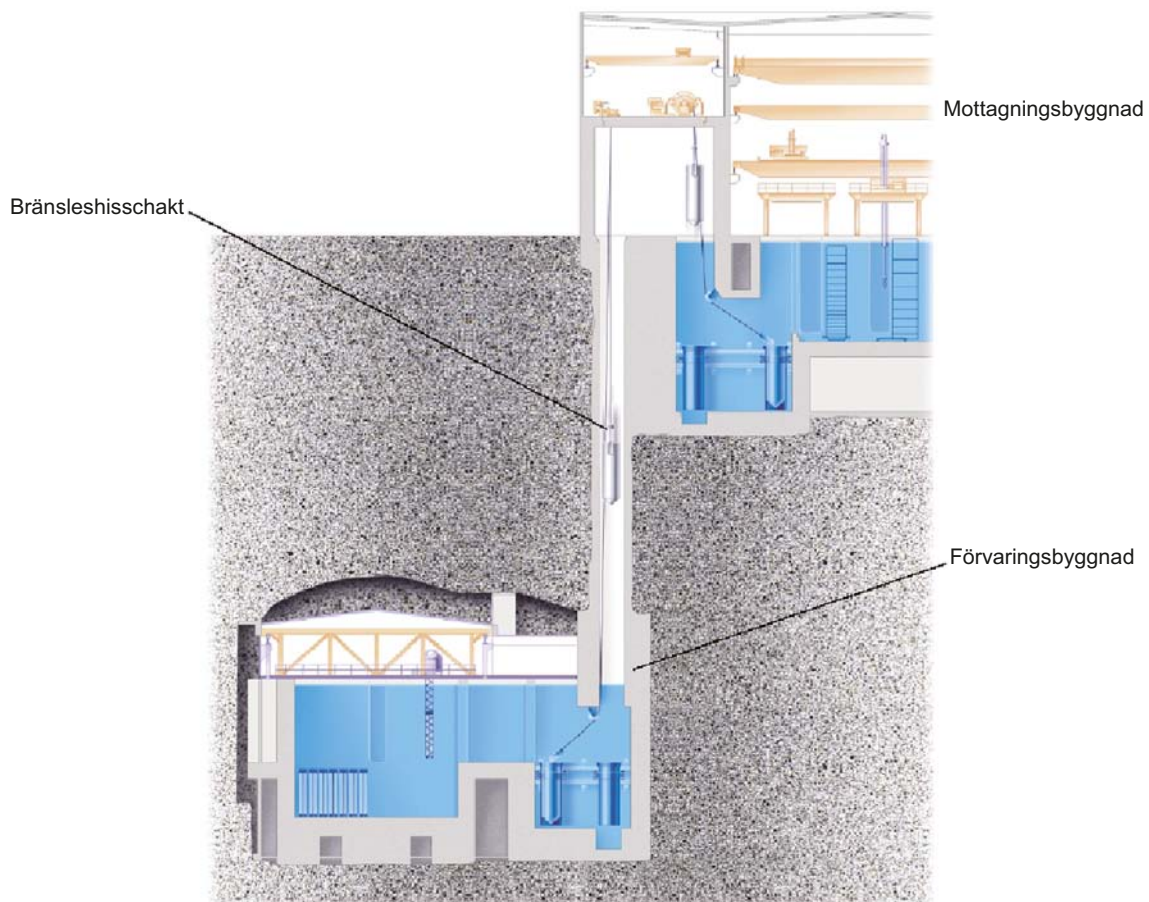
Figur 3-8. Hantering av transportbehållare i mottagningsbyggnaden.

3.3.7 Förvaring

I mottagningsbyggnaden sänks bränslekassetten ned i en vattenfylld hisskorg, se figur 3-9. Därefter lyfts hisskorgen upp över vattenytan, i det strålskärmande utrymmet ovanför bränslehissschaktet, och sänks ned till förvaringsbyggnaden. Härifrån lyfts kassetten upp ur hisskorgen med hjälp av en hanteringsmaskin för bränslekassetter och förs till dess avsedda position i en av förvaringsbassängerna i bergtrum 1 eller 2.

3.3.8 Uttransport av bränsle från Clab

Clab är förberett för transport av bränsle till inkapslingsbyggnaden, vilket redogörs för i avsnitt 4.5. De transport- och hanteringsmoment som erfordras vid uttransport motsvaras av moment som utförs vid mottagning men i omvänd ordning och med vissa modifieringar.



Figur 3-9. Bränslehis till förvaringsbyggnad.

3.4 Övrig information om anläggningen

3.4.1 Transporter

En sammanställning av de dagliga transporter till och från Clab redovisas i tabell 3-1.

3.4.2 Avfall och avfallshantering

Det radioaktiva driftavfall som Clabs verksamhet ger upphov till hanteras och förpackas, för att sedan transporteras till slutförvaret för kortlivat radioaktivt avfall i Forsmark (SFR), som ägs av SKB.

Radioaktivt avfall från Clab omfattar avfall från process- och underhållsverksamheten. Avfallet sorteras och kategoriseras i så stor utsträckning som möjligt.

Medelaktivt avfall gjuts in i betong i en betongingjutningsanläggning. Det ingjutna avfallet transporteras därefter vidare till SFR.

Lågaktivt avfall förs till en särskild deponi, som ligger intill Äspös tunnelpåslag på Simpevarps-halvön, kallat markförvar för lågaktivt avfall (MLA). Mängden aktivt avfall som slutförvaras i MLA är cirka sex ton per år. Avfallet består bland annat av trasor, skyddsutrustning och emballage.

HEPA-filter (high efficiency particulate air filter, det vill säga högeffektivt partikelfilter för luft) används för rening av luft inom kontrollerat område och förbrukningen uppskattas till 50 filter/år.

Ett medelvärde för avfallsmängder från åren 2003 till 2009 redovisas i tabellerna 3-2, 3-3 och 3-4.

Det farliga avfallet omhändertas och förvaras i containers i väntan på hämtning.

Tabell 3-1. Nuvarande verksamhet vid Clab (transporter/dag)

Medarbetare på Clab (personbilar)	50 st/dag
Besökare till Clab (personbilar)	1 st/dag
Besökare till Clab (bussar)	3 st/vecka
Godstransporter (lastbilar)	5 st/dag

Tabell 3-2. Avfall till deponering, förbränning eller biologisk behandling.

Avfallsslag	Mängd/år (ton)
Brännbart	8,9
Radioaktivt avfall, kokiller (till SFR)	32,1
Radioaktivt avfall, sopbalar (till MLA)	5,7
Annat avfall	8,4

Tabell 3-3. Avfall till återanvändning/återvinning.

Avfallsslag	Mängd/år (ton)
Metallskrot	5,6
Papper (kontor)	3,3
Papper (well)	0,6
Plaster	0,8
Glas	0,06

Tabell 3-4. Farligt avfall till deponering, återvinning, förbränning eller behandling.

Avfallsslag	Mängd/år (ton)
Spillolja	1,1
Oljeavskiljar slam och oljeavskiljarrester	1,7
Färg- och kemikalierester	0,3
Elektronikavfall	0,7
Glykol	0,7

3.4.3 Resursförbrukning

Elenergiförbrukning

Under år 2003–2009 var elenergianvändningen på Clab i medeltal 16,7 GWh per år.

Bränsleförbrukning

Terminalfordonens och de övriga fordonens bränsleförbrukning för interna transporter uppgick till i medeltal 6,9 m³ diesel (Mk1) per år under år 2003–2009 och 1,5 m³ bensin (95 oktan blyfri) under år 2008–2009.

I Clab finns ett diesellaggregat för reservkraft vid ett eventuellt bortfall av yttre nät. Reservkraftaggregatet drivs av en dieselmotor. För den gick det under år 2003–2009 åt i medeltal 1,5 m³ diesel (typ E01) per år.

Vattenförsörjning

Råvatten tas från sjön Götumaren, cirka 8 kilometer NNV om Simpevarp, och leds till OKG:s vattenverk. Här renas det vatten som ska till Clab, bruksvatten och avsaltat (avjoniserat) vatten. Bruksvatten används i kök och på toaletter samt i garaget för tvätt av terminalfordon. Avsaltat vatten används i bassängerna på kontrollerad sida. Den totala vattenförbrukningen, både bruks- och avsaltat vatten, var under år 2005–2009 i medeltal cirka 14 300 m³ per år. Släckvattensystemet för Clab försörjs också från kärnkraftverkets vattenverk.

Anläggningens kylvattensystem består av ett öppet havsvattenkylsystem som förser värmeväxlarna i ett mellankylsystem med kylvatten. Mellankylsystemet är en sluten kylkrets mellan havsvattenssystemet och de komponenter i anläggningen där kylbehov föreligger. Mellankylsystemet kyler bland annat nedkylningssystemet för transportbehållare samt kyl- och reningssystemen för mottagnings- och förvaringsbassängerna, som kyler bort resteffekt från bränslet. Dessa system som kyls av mellankylsystemet är de enda som kommer i direkt kontakt med radionuklider från bränslet.

Kylvattnet till Clab pumpas in via en intagsbyggnad som är beläget vid havsstranden söder om anläggningen, Herrgloet, se figur 3-10. Från intagsbyggnaden leds kylvattnet via en markförlagd ledning till elbyggnaden där värmeväxlarna är placerade. Efter värmeväxlarna leds det uppvärmda kylvattnet via en rörledning till kylvattenutsläppet för Oskarshamnsverket 1 (O1), ut i Hamnefjärden. Under år 2009 erfordrades i genomsnitt 0,16 m³ havsvatten per sekund för Clabs behov av kylning. Tillåtet kylvattenuttag för Clab, enligt vattendom (1998-09-08), är 0,6 m³ per sekund. Temperaturskillnaden på ingående och utgående kylvatten är cirka 7–10 °C.

Kemikalier

Kemikalier används vid rengöring och underhåll av anläggningen. Nedan anges förbrukning i medeltal per år.

- Den totala förbrukningen av rengöringsmedel och smörjmedel uppgick till 850 kg (2007–2008).
- Av köldmedia (HFC, det vill säga halogenerade fluorkarboner) förbrukades 23 kg (2003–2009).
- Färger och lösningsmedel vid målning uppgick till en förbrukning av 1 900 kg (2007–2008).
- Av processkemikalierna förbrukades per år (2003–2009) 350 kg jonbytarmassor (pulver), 1,4 m³ jonbytarmassor (kornformig) och 11 kg Hydrazin Levoxin (hydrazin är en färglös, rykande, hygroskopisk vätska med ammoniaklukt och molekylformeln N₂H₄, som är reducerande och därför används som korrosionsinhibitor i stora hetvattensystem).

3.5 Tekniska skyddsåtgärder

3.5.1 Rening av vatten

Rening av vatten från kontrollerat område

Det finns två system i Clab som har till uppgift att ta emot och behandla vatten från kontrollerat område.

Reningssystemet för använt processvatten har till uppgift att rena vattnet, så att det kan återanvändas i processen eller släppas ut till kylvattenkanalen. Till systemet för rening av processvatten tillförs bland annat det vatten som kyler bränslet i transportbehållaren och det vatten som kyler och renar mottagnings- och förvaringsbassängerna.

Reningssystemet för golvdränagevatten mottar och behandlar vatten från kontrollerat område, så att det kan släppas ut till kylvattenkanalen. Detta vatten kan inte återanvändas i processen.

Process- och golvdränagevatten renas med avseende på partiklar i mekaniska filter och kemiskt i jonbytare. Processvattnet kan efter godkända prov avseende aktivitet och konduktivitet återföras till distributionssystemet för renat avsaltat vatten för återanvändning.

Det vatten som ska släppas ut i kylvattenkanalen samlas upp i utsläppstankar och radiologisk och kemiska mätningar utförs på vattnet. Vid godkänt prov pumpas vattnet ut i kylvattenkanalen för O1 som mynnar ut i Hamnefjärden, i annat fall går det tillbaka för ytterligare rening. Under år 2003–2009 släpptes det i medeltal ut cirka 1 700 m³ renat vatten från Clab i Hamnefjärden.

Länshållningsvatten

Länshållningsvattnet (inläckande grundvatten) renas via sedimenteringsbassäng och oljeavskiljare och leds sedan vidare ut till dagvattensystemet med utlopp i Herrgloet, se figur 3-10.

Spillvatten (sanitärt avloppsvatten)

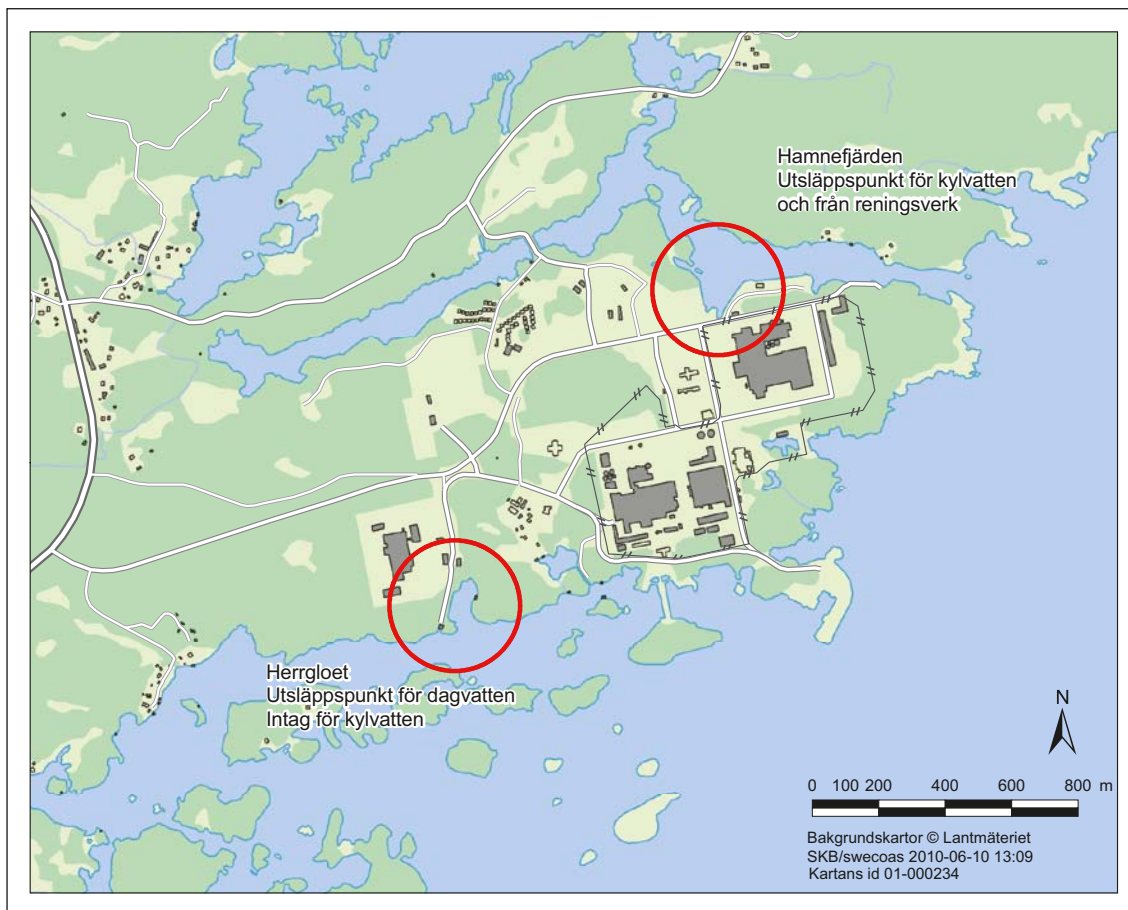
Mängden spillvatten som uppkommer från Clab är idag cirka 32 m³ per dygn. Vattnet renas i OKG:s befintliga reningsverk och det är OKG som sköter driften av anläggningen. Reningsverket är placerat på Simpevarpshalvöns nordöstra del, vid havsviken Hamnefjärden. Reningsstegen består av mekanisk avskiljning, luftning, sedimentation, kemisk fällning med hjälp av aluminiumsulfat och slutsedimentering. Det renade vattnet pumpas sedan via en ledning ut i Hamnefjärden, se figur 3-10, där även kylvattnets utsläppspunkt är. Slammet skickas till Figeholms reningsverk för avvattning.

Dagvatten

Baserat på årsnederbörden och den yta som verksamhetsområdet för Clab upptar beräknas dagvattenflödet från Clab uppgå till 23 000 m³ per år. Dagvattnet består huvudsakligen av regnvatten från takytor och asfalterade ytor. Numera används en princip för dagvattenhantering som innebär att man så långt möjligt undviker kulvertering och istället hanterar dagvattnet på platsen där det uppstår, så kallat lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD). Detta innebär förenklat att man dämpar flöden och håller kvar föroreningar på (gräs-)bevuxen mark. Denna princip planerar man att i möjligaste mån tillämpa för kompletteringen av dagvattenhanteringen för Clab i samband med utbyggnaden av inkapslingsanläggningen, medan inget sådant har tillämpats i det befintliga systemet, som togs i drift 1985.

För hantering av dagvatten från Clab kommer ett nytt system att anläggas i samband med uppförande av en inkapslingsanläggning. Systemet baseras på att i första hand överföra en del av dagvattnet från Clab till det dagvattenhanteringssystem som planeras för inkapslingsanläggningen eftersom det finns större möjligheter till infiltration där. Resterande dagvatten planeras ledas till en sedimentations-/utjämningsdamm och därefter vidare ut i Östersjön vid Herrgloet tillsammans med länshållningsvattnet, se figur 3-10. Oljeavskiljare kommer att installeras i anslutning till de delar av Clab där olja hanteras.

I händelse av brand kommer släckvattnet från icke kontrollerat område avledas till dagvattensystemet.



Figur 3-10. Utsläppspunkter för renat vatten samt intags- och utsläppspunkt för kylvattnet på Clab.

3.5.2 Rening av luft

Filter i ventilationssystemet

Ventilationssystemet är utformat så att luftflödet alltid går från utrymmen med lägre aktivitet mot utrymmen med förväntad högre aktivitet. I utrymmen där luftburen aktivitet kan förväntas är ventilationssystemet utrustat med filter som samlar upp de luftburna partiklarna. HEPA-filter används för rening av luft inom kontrollerat område.

4 Clab och inkapslingsanläggning

4.1 Den integrerade anläggningen Clink

I direkt anslutning till Clab, kommer inkapslingsanläggningen att uppföras. Clab och inkapslingsanläggningen ska tillsammans fungera som en integrerad anläggning, benämnd Clink.

Vid integreringen av de två anläggningarna till en, kommer befintliga system och funktioner i Clab att samutnyttjas där det är möjligt. Inkapslingsanläggningen utformas för gemensam drift och underhåll med Clab. Kontroll och övervakning av gemensamma system sker från Clabs centrala kontrollrum. Under dagtid, när inkapsling normalt äger rum, sker övervakning och styrning av inkapslingsprocessen från ett lokalt kontrollrum i inkapslingsanläggningen.

Driftorganisationen kommer att vara gemensam. Kommunikationsvägar i Clab utnyttjas så att driftpersonal kan passera till inkapslingsbyggnaden.

Utrymmen för process och processhjälpsystem är disponerade med fokus på säkerhet och strålskydd, drift och kommunikation för driftpersonal, transporter, byggvolym med mera.

Vid den befintliga bränslehissen i Clab finns förberedelser för att ansluta en förbindelsebassäng. Bränslehissen kan då användas för transport av bränsle från förvaringsbassängerna till inkapslingsbyggnaden. Förutom bränsletransportsystemet är också andra system som kontroll och övervakning, elkraft och bas-sängkyllning gemensamma med Clab. Inkapslingsanläggningen och Clab kommer att ha ett gemensamt system för rening av utsläpp till vatten, men separata system för rening av utsläpp till luft.

Befintliga utrymningsvägar och portar i Clab kommer till övervägande del att behålla sin funktion efter integreringen med inkapslingsanläggningen. Anledningen till detta är att Clab, även efter uppförandet av inkapslingsanläggningen, ska upprätthålla sin utrymningsstrategi.

Tillgängligheten i byggnaden är beroende av strålningsnivån. De olika utrymmena i byggnaden klassificeras som grund för tillträde efter risken för kontaminering och strålningsnivå i zoner.

Anläggningen utformas för att en med Clab samordnad besöksverksamhet ska kunna ske från icke-kontrollerat område.

Inkapslingsanläggningens lokalisering intill Clab förutsätter att den anpassas vad gäller drift, byggnadsutformning och säkerhet. Vid planeringen av anläggningens uppförande kommer hänsyn att tas till verksamheten i Clab så att endast små driftinskränkningar blir nödvändiga. Vid grundläggningen av de nya byggnaderna kommer bergets egenskaper och befintliga utrymmen i berg tillhörande Clab att beaktas.

4.2 Transporter och tillträde

Transporterna till och från inkapslingsanläggningen sker via den befintliga transportvägen inom Clabs område fram till den södra, nedre stationsplanen. Här finns redan idag transportbehållarförrådet för Clab. Transportvägen är byggd för tung trafik och kommer därför bara att behöva förlängas en bit så att de speciella terminalfordonen kan köra till och från inkapslingsanläggningen. Den nuvarande vägen mellan den södra och norra stationsplanen flyttas något västerut. Terminalbyggnaden är placerad i den sydvästra delen av området och får därmed kort väg till transportslussen i inkapslingsbyggnaden.

På den övre, norra stationsplanen är den befintliga körytan byggd för lättare trafik.

Inkapslingsanläggningen får en besöksentré på norra sidan av inkapslingsbyggnaden, dit besökare kommer gående från personalbyggnaden i Clab.

4.3 Anläggningens utformning

Utformningen av Clink visas i figur 4-1.

Inkapslingsanläggningen består av två markförlagda byggnader; en inkapslingsbyggnad och en terminalbyggnad. I inkapslingsbyggnaden sker inkapslingsprocessen. I terminalbyggnaden mellanförvaras fyllda transportbehållare samt tomma kapslar.

Driftområdet för Clink är cirka 8,7 hektar. Inkapslingsbyggnaden tar i anspråk en yta på cirka 75 gånger 90 meter. Driftområdet inhägnas med ett dubbelstaket som utgör områdesskyddet. Det innebär att det nuvarande bevakade området för Clab utökas västerut med cirka 50 meter och att områdesskyddet, dubbelstängslet, flyttas motsvarande sträcka.

Disposition av byggnader inom driftområdet för Clink visas i figur 4-2.

Inkapslingsbyggnadens höjd är cirka 38 meter över havet, vilken är något högre än Clabs mot-tagningsbyggnad. Dessutom finns en ventilationsskorsten som sträcker sig cirka 45 meter över havet. Inkapslingsbyggnaden består av tre våningsplan under och sju över marknivå och utformas så att inkapslingsprocessen kan inrymmas på ett sådant sätt att största möjliga samordning med process, elsystem samt organisation vid Clab blir möjlig.

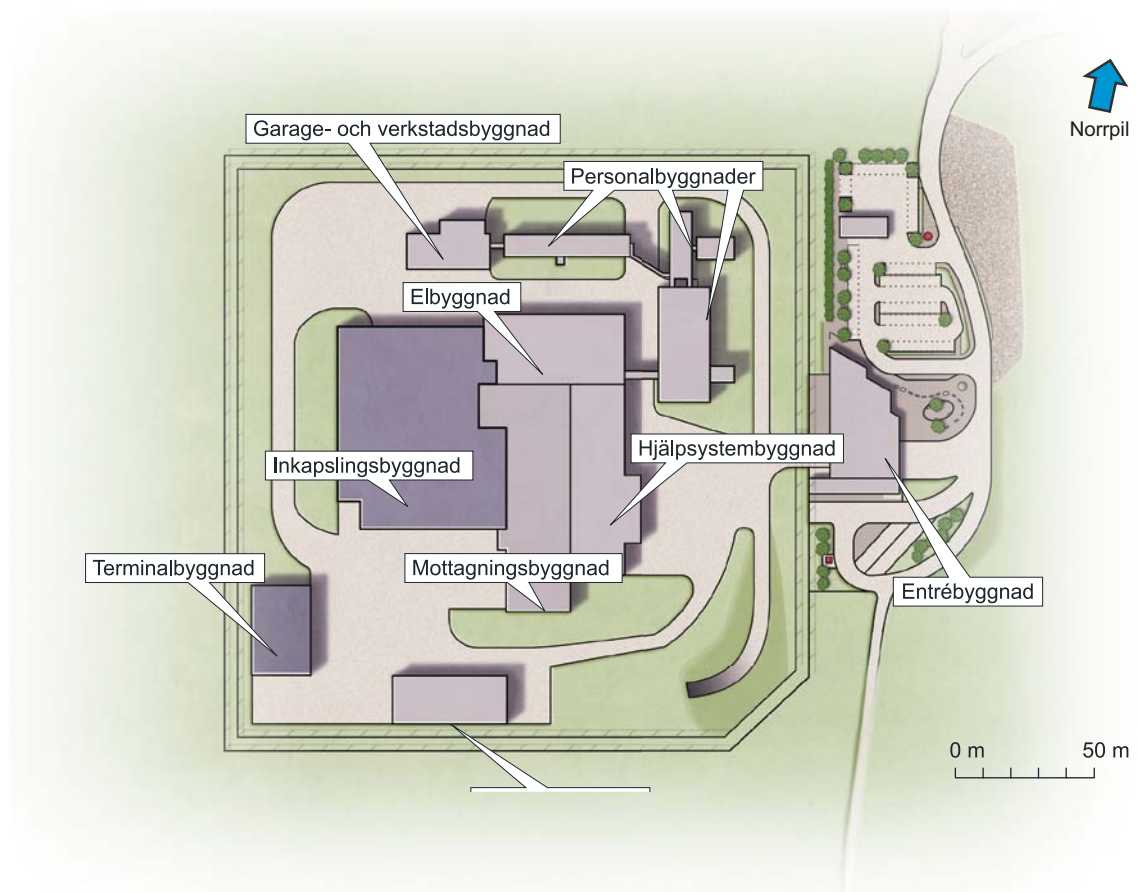
Inkapslingsbyggnaden omfattar strålskärmade utrymmen för inkapslingsprocessen, kontrollrum, personal- och serviceutrymmen och utrymmen för visning av verksamheten för besökare. Utrymmena för inkapslingens process är koncentrerade i inkapslingsbyggnadens inre del, medan utrymmena för hjälpsystem och servicefunktionerna är placerade runt omkring och med direkta anslutningar till processens utrymme.

Inkapslingsbyggnadens hanteringsbassäng förläggs i ett cirka 15 meter djup bergschakt. Schaktbotten ligger i huvudsak på samma nivå som för grundläggningen av Clabs ovanmarksanläggning, det vill säga ovanför befintliga förvaringsbassänger i Clab. Närmaste avståndet mellan bergrumstaket i förvaringsbyggnad 1 och blivande schaktbotten är cirka 14 meter. I figur 4-3 framgår utsträckningen av den planerade bergschakten.

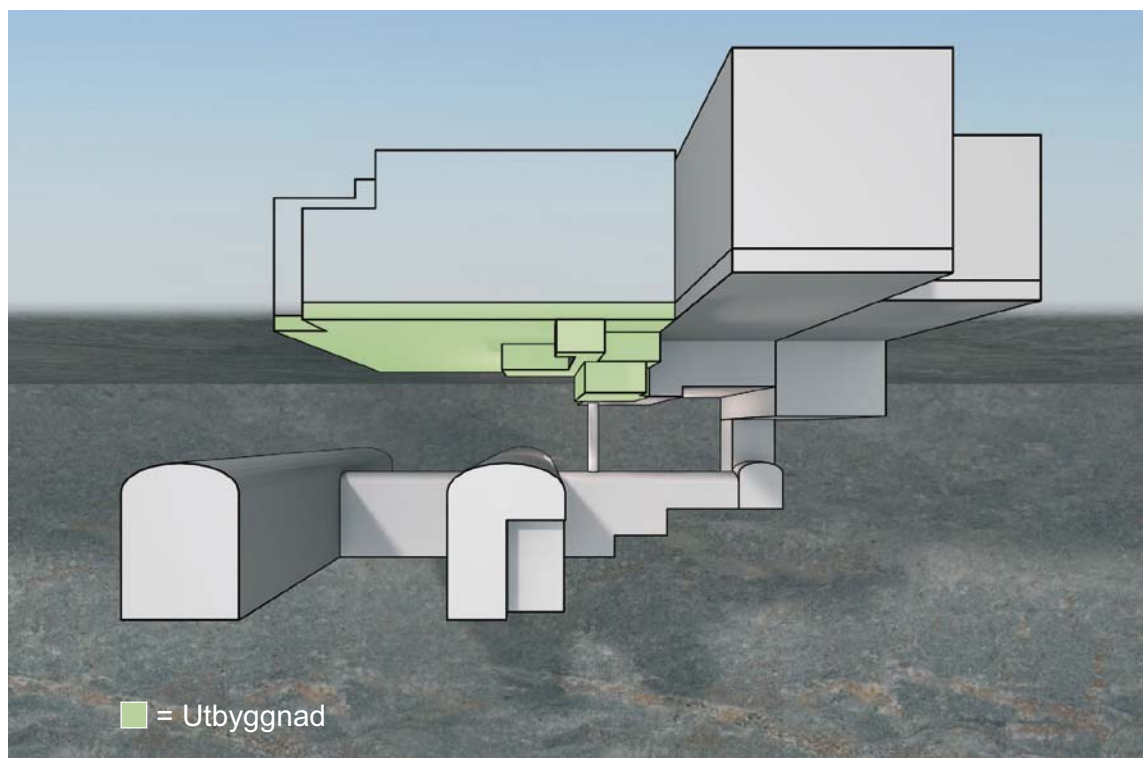
Hanteringsbassäng med förbindelsekanaler är vattenfyllda och har en total vattenvolym på cirka 1 600 m³.



Figur 4-1. Fotomontage på inkapslingsanläggningen bredvid befintligt Clab.



Figur 4-2. Disposition av byggnader för Clink.



Figur 4-3. Utbredning av planerat bergschakt (grön markering) för inkapslingsbyggnaden i förhållande till Clab.

4.4 Verksamheter under drift

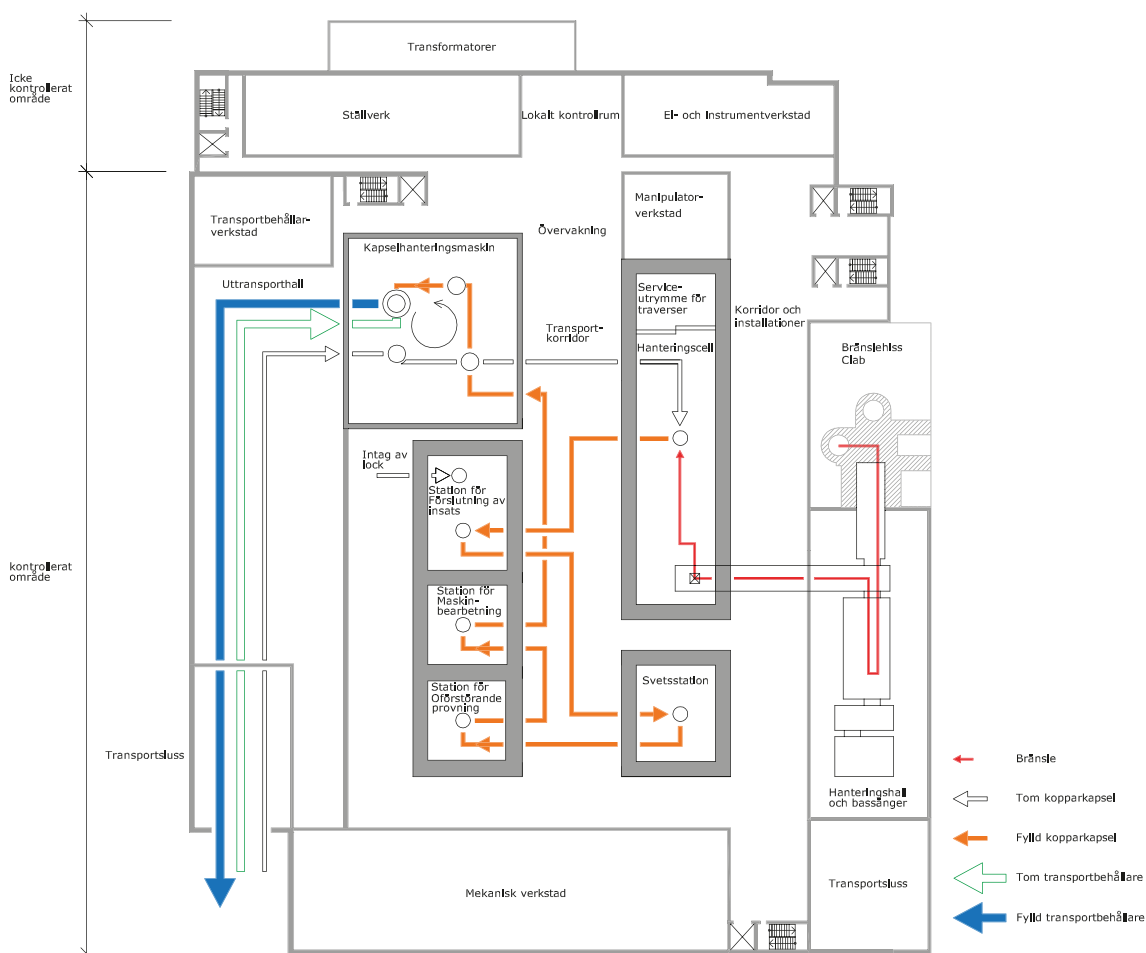
4.4.1 Inledning

Anläggningen dimensioneras för en produktionskapacitet om 200 kapslar per år, det vill säga ungefär en kopparkapsel per arbetsdag. Genomsnittlig produktionstakt är planerad till cirka 150 kapslar per år.

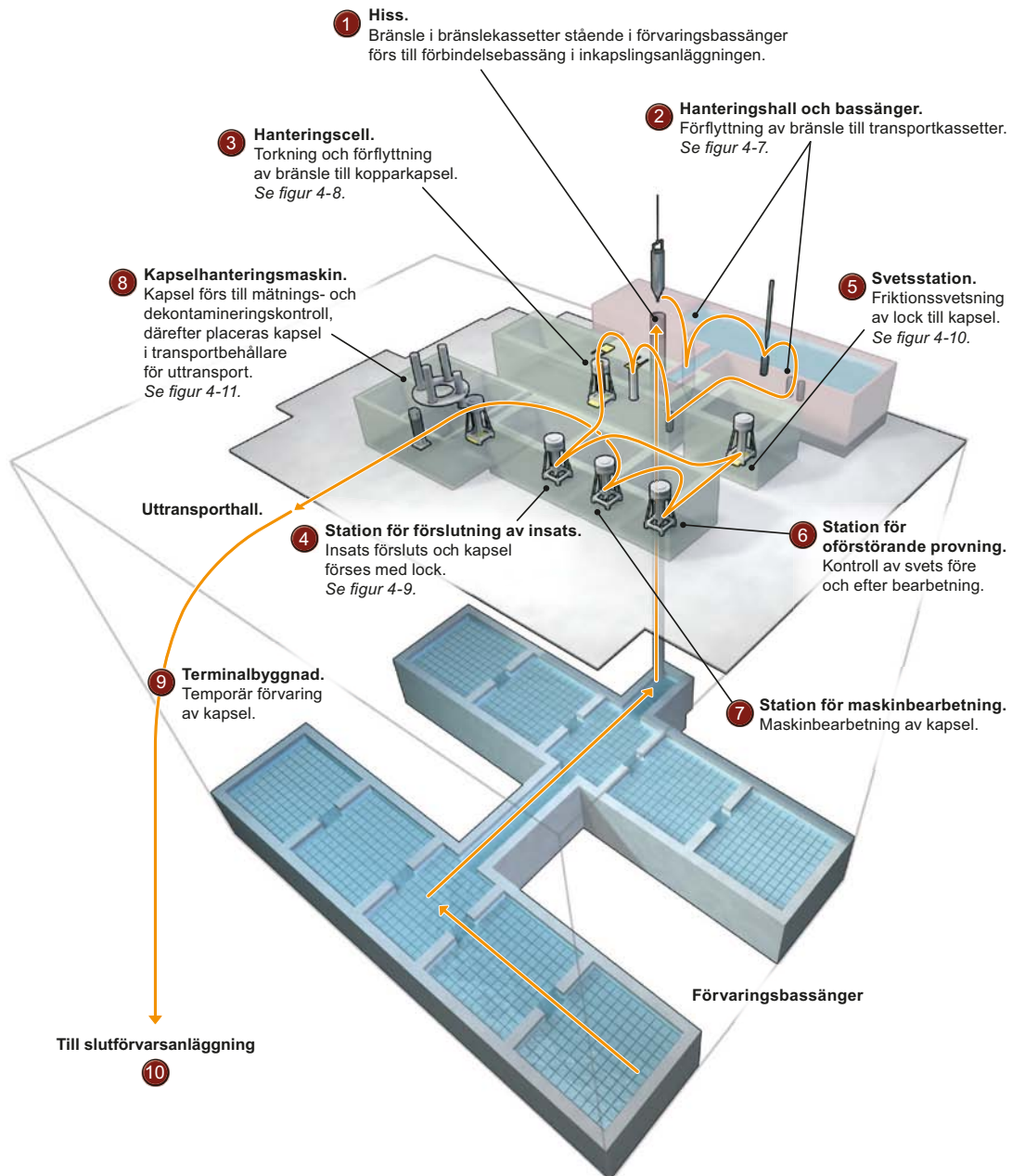
Clink kommer att vara i drift under samma period som slutförvarsanläggningen, det vill säga under cirka 50 år. Under denna tid kommer cirka 130 personer att arbeta i anläggningen varav cirka 30 med inkapslingsprocessen.

I figur 4-4 visas arbetsstationerna i inkapslingsbyggnaden och de olika moment som genomförs vid respektive station. Under hela processen är kapsel placerad i en lastbärare med strålskydd och förflyttas med hjälp av en luftkuddetruck mellan arbetsstationerna. All hantering av det använda kärnbränslet sker från särskilt strålskyddade arbetsplatser.

I figur 4-5, visas stegvis de olika moment som genomförs vid hanteringen av bränslet i inkapslingsbyggnaden. I efterföljande text och bilder beskrivs mer ingående funktionerna för att hantera och kapsla in bränslet.



Figur 4-4. Inkapslingsprocessen i inkapslingsbyggnaden.



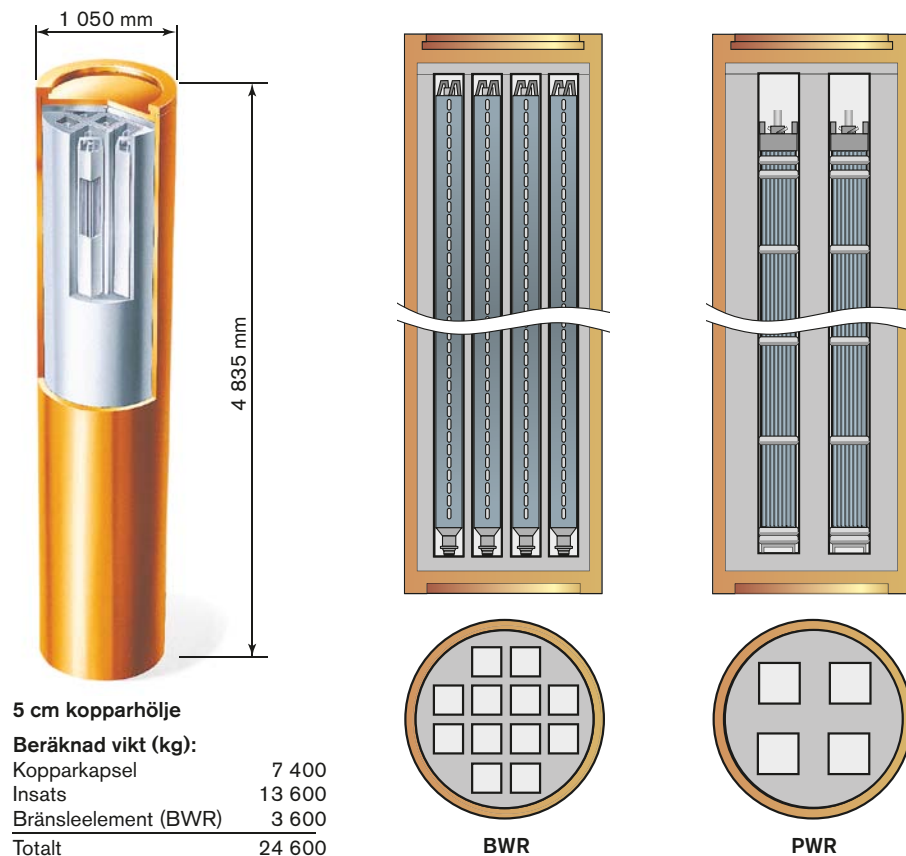
Figur 4-5. Hantering av bränsle i inkapslingsbyggnaden.

4.4.2 Kapsel till inkapslingsbyggnaden

Kopparkapslarna som ska användas för inneslutning av det använda kärnbränslet tillverkas i en separat anläggning (kapselabrik) och levereras i färdigt skick, med insats, till inkapslingsanläggningen.

Kapseln utgörs av en cylindrisk behållare bestående av ett hölje av koppar och med en tryckbärande gjuten insats av segjärn, se figur 4-6. Insatsen är försedd med kanaler för placering av kärnbränsleelement. Det finns två typer av insatser, en med 12 kanaler för bränsleelement från BWR-reaktorer och en med 4 kanaler för bränsleelement från PWR-reaktorer. Locket på insatsen består av stål.

Kapseln är cirka fem meter lång och har en diameter på cirka en meter. Kopparhöljets tjocklek är fem centimeter. En kopparkapsel som är fylld med använt kärnbränsle väger cirka 25 ton med BWR-bränsle och cirka 27 ton med PWR-bränsle.



Figur 4-6. Kopparkapsel med insats av segjärn.

4.4.3 Bränsletransport från förvaringsbassängen till inkapslingsbyggnaden

Bränslekassetterna med bränsleelement transporteras upp från förvaringsbassängerna med befintlig bränslehiss som finns i Clab idag. Bränslehissen lyfter upp den vattenfyllda hisskorgen med bränslekassetten och sänker ner den i inkapslingsbyggnadens förbindelsebassäng. Med bränslehanteringsmaskinen förflyttas sedan bränslekassetten till hanteringsbassängen, se figur 4-7.

4.4.4 Urval av bränsleelement och transport till hanteringscellen

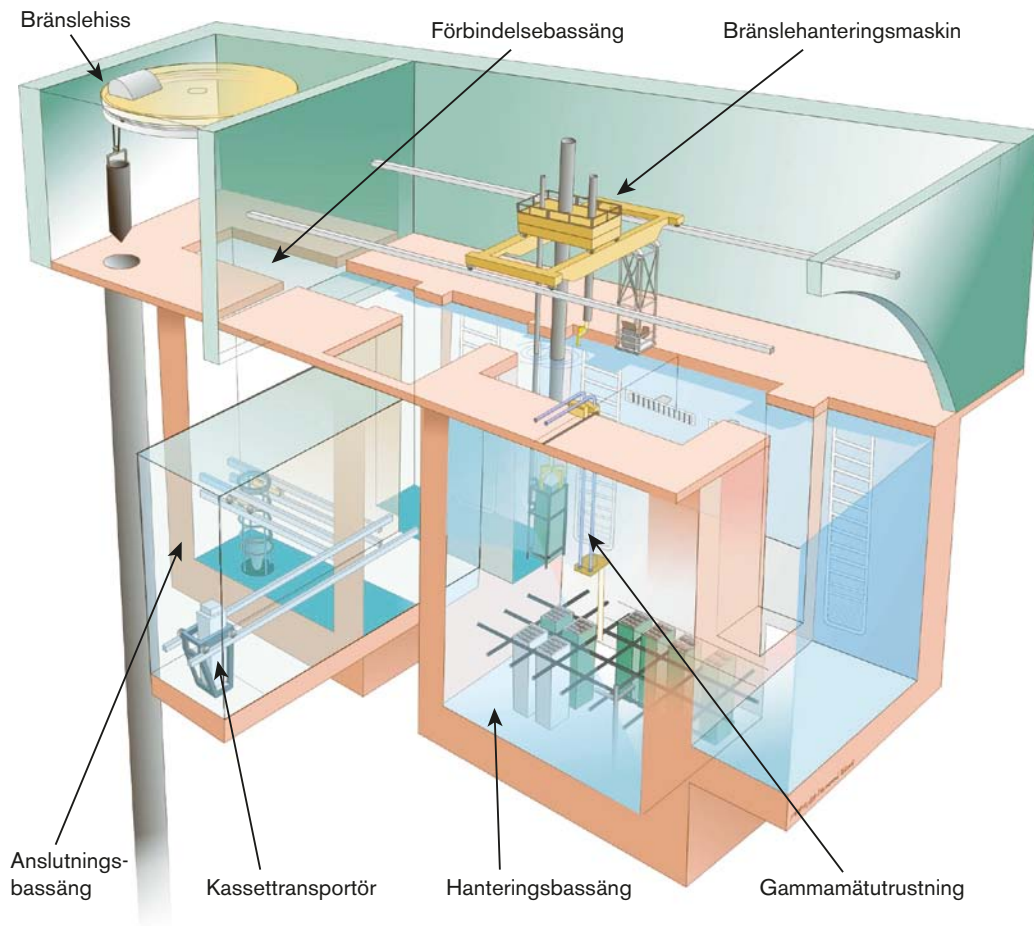
Kapselns/bränsleelementets värmeavgivning är en styrande faktor för slutförvarets dimensionering. Värmeavgivningen från de enskilda bränsleelementen varierar och beror på utbränning och avklingningstid. För att minimera det totala antalet kapslar väljs bränsleelement till en kapsel så att varje kapsel ligger nära det maximalt tillåtna effektvärdet, 1 700 W. Sammansättning görs utifrån bränsledata som finns dokumenterat till varje bränsleelement.

Varje bränsleelement som valts ut att ingå i en viss kapsel lyfts över till en särskild transportkassett i hanteringsbassängen. Transportkassetten med bränsleelementen flyttas med hjälp av bränslehanteringsmaskinen till en kassettransportör i anslutningsbassängen, se figur 4-7. Kassettransportören transporterar transportkassetten till positionen under hanteringscellen (figur 4-8). Tömda bränslekassetter återförs till förvaringsbassängen.

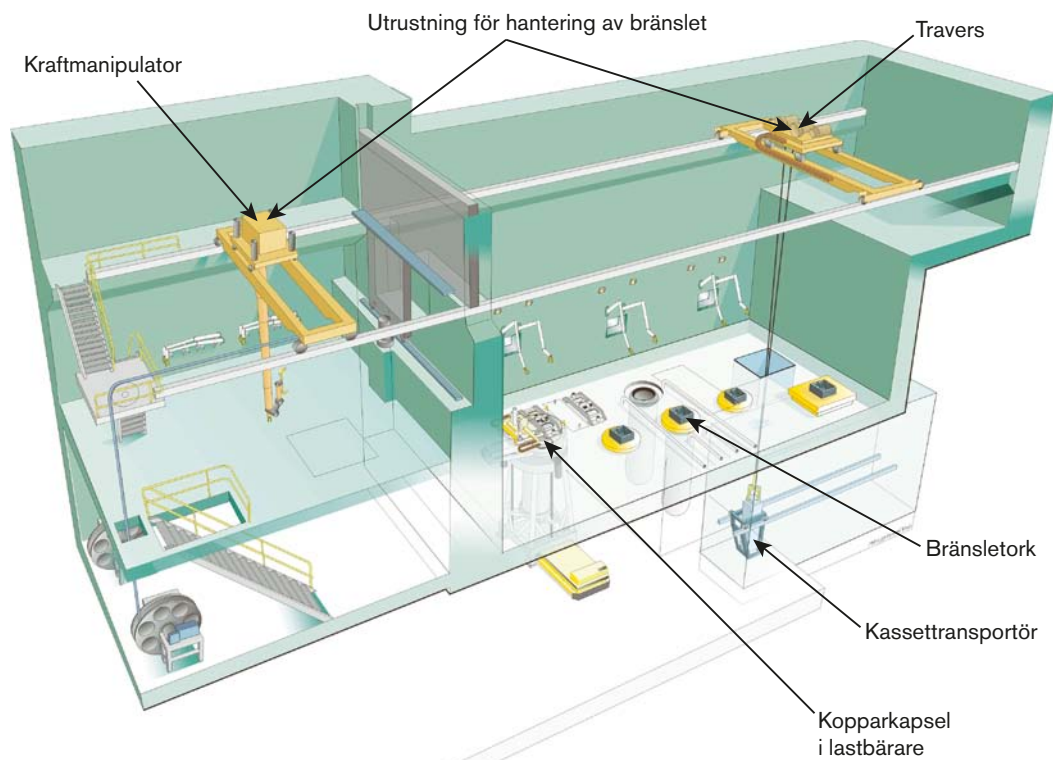
4.4.5 Bränslet torkas

När transportkassetten lyfts upp ur vattnet i anslutningsbassängen hålls den hängande så att vatten kan rinna av. Därefter förs transportkassetten vidare till en av de två torkpositionerna i hanteringscellen se figur 4-8. Bränslet torkas genom att sätta torkutrymmet under vakuum och på så sätt få vattnet att ”koka” bort. Det är av korrosionsskäl som bränslet måste vara torrt inne i kapseln.

Även andra metoder för torkning av bränsle utreds för att om möjligt kunna effektivisera torkprocessen. Slutligt val av torkmetod görs under detaljprojekteringskedet.



Figur 4-7. Bassänger i inkapslingsbyggnaden.



Figur 4-8. Hanteringscellen med kraftmanipulatore i hanteringscellens serviceutrymme i vänstra delen av bilden.

4.4.6 Bränslet flyttas till kapseln

Lastbärare med en tom kopparkapsel dockas till hanteringscellens anslutningsposition, se figur 4-8. Kapseln är förberedd genom att en kapselinsats med stållock är på plats i kapseln. Stållocket demonteras och bränselementen flyttas från transportkassetten, i torkpositionen, till kapseln med hjälp av hanteringscellens kraftmanipulator. Då kapseln är fylld monteras stållocket på kapselinsatsen. Tömd transportkassett återförs till hanteringsbassängen.

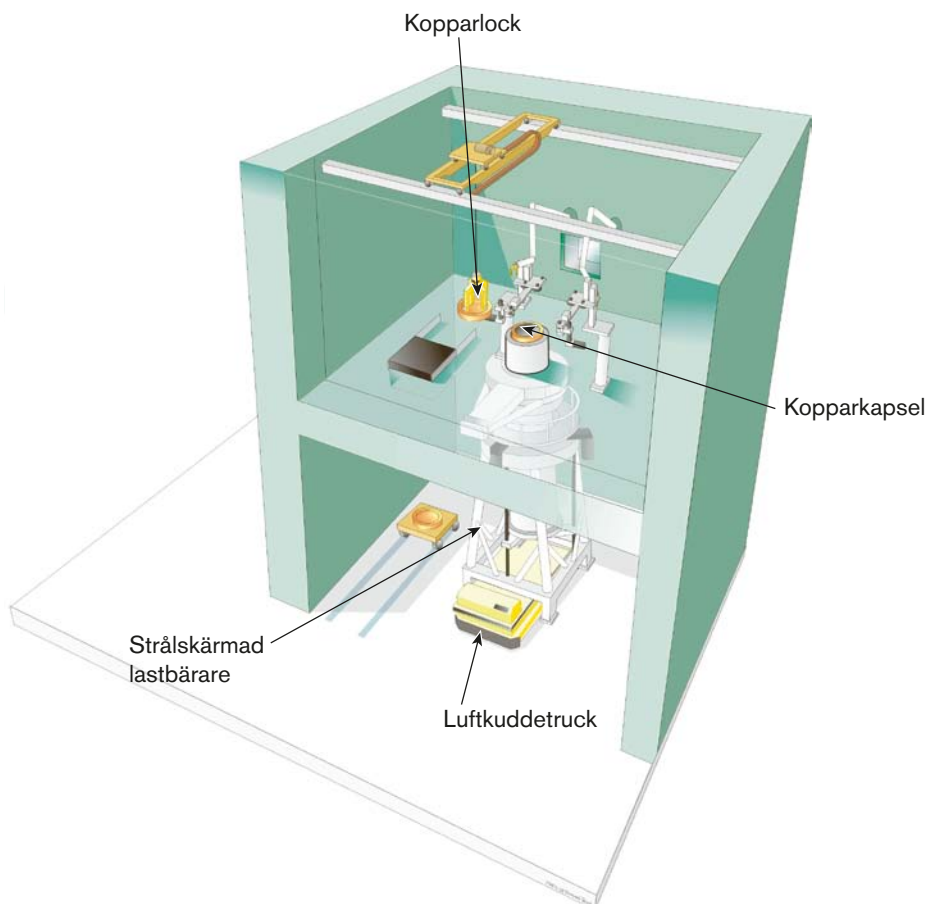
4.4.7 Atmosfär byts i kapselinsatsen och kopparlocket monteras

Av korrosionsskäl byts atmosfären inne i insatsen, vilket innebär att luften ersätts av en inert gas, det vill säga en gas, som inte reagerar kemiskt med sin omgivning. I stållocket finns en ventil genom vilken atmosfären i insatsen byts.

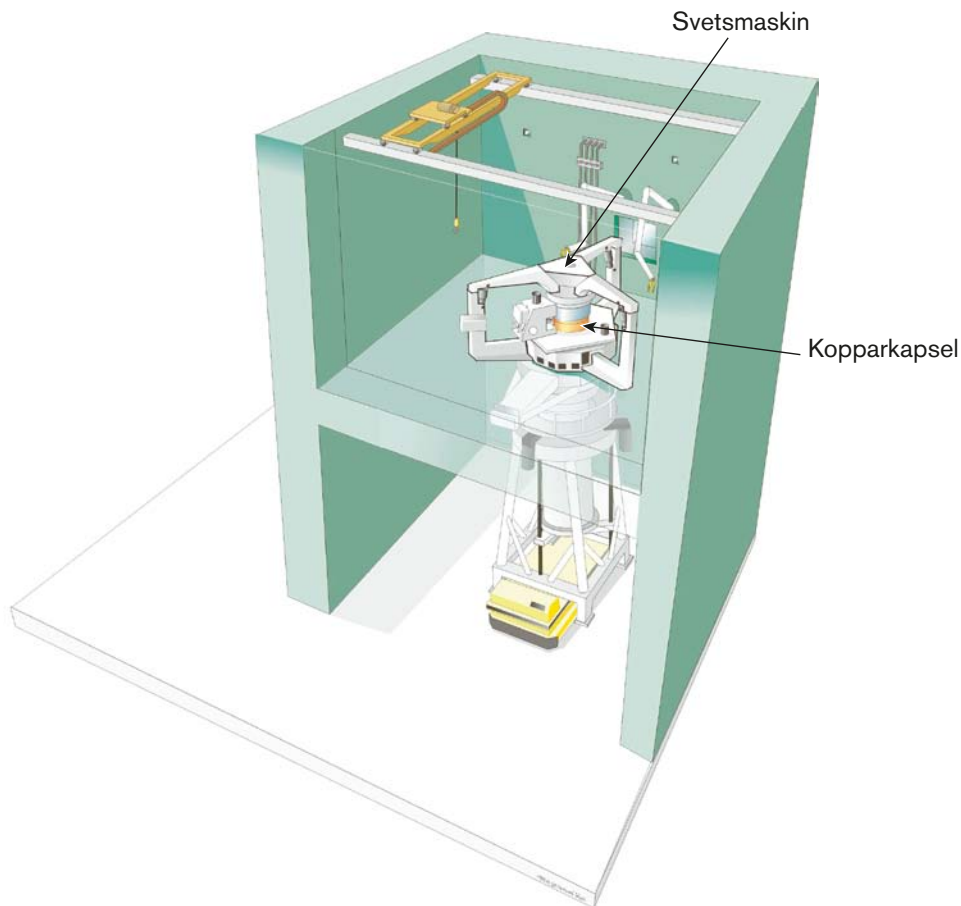
Svetsfogytan på kapseln kontrolleras och rengörs vid behov, därefter lyfts kopparlocket in och monteras på kapseln, se figur 4-9. Kapseln är nu klar för förslutning genom svetsning.

4.4.8 Kopparlocket svetsas till kapseln

Kapseln förs till svetsstationen, fixeras i svetsmaskinen och försluts med hjälp av friktionssvetsning, se figur 4-10. Väsentliga svetsparametrar mäts och dokumenteras.



Figur 4-9. Station för förslutning av insats.



Figur 4-10. Svetsstation.

4.4.9 Svetsen kontrolleras

Kapseln förs sedan till stationen för oförstörande provning där den roteras och en första undersökning av svetsen görs med röntgen och/eller ultraljud.

Vid godkänd svets förs kapseln vidare för maskinbearbetning. Om svetsen inte godkänns kan kapseln återföras i processen för omsvetsning. Kontroll av svetsen sker både efter svetsning och efter maskinbearbetning.

4.4.10 Svetsen/kapseln maskinbearbetas

Kapseln förs till stationen för maskinbearbetning. För att kapseln senare ska kunna lastas i transportbehållaren och kunna deponeras i slutförvarsanläggningen måste dess yta vara slät. Svetsen och locket ovasida maskinbearbetas för att få bort ojämnheter.

4.4.11 Slutlig kontroll av svetsfog

Kapseln återförs till stationen för oförstörande provning. En ny kontroll av svetsen görs med röntgen och/eller ultraljud. Om resultatet är godkänt är förslutningsprocessen klar. För att inte försvåra överskådligheten i figur 4-4 har moment 4.4.11 inte visats där.

4.4.12 Kapseln kontrolleras med avseende på eventuell ytkontaminering

Kapseln förs sedan till kapselhanteringsmaskinen som lyfter kapseln till stationen för mätning och dekontaminering, se figur 4-11. Inkapslingsprocessen är utformad för att inte kontaminera kapseln. Om kapseln trots detta skulle vara kontaminerad rengörs den mekaniskt.

4.4.13 Kapseln placeras i en transportbehållare

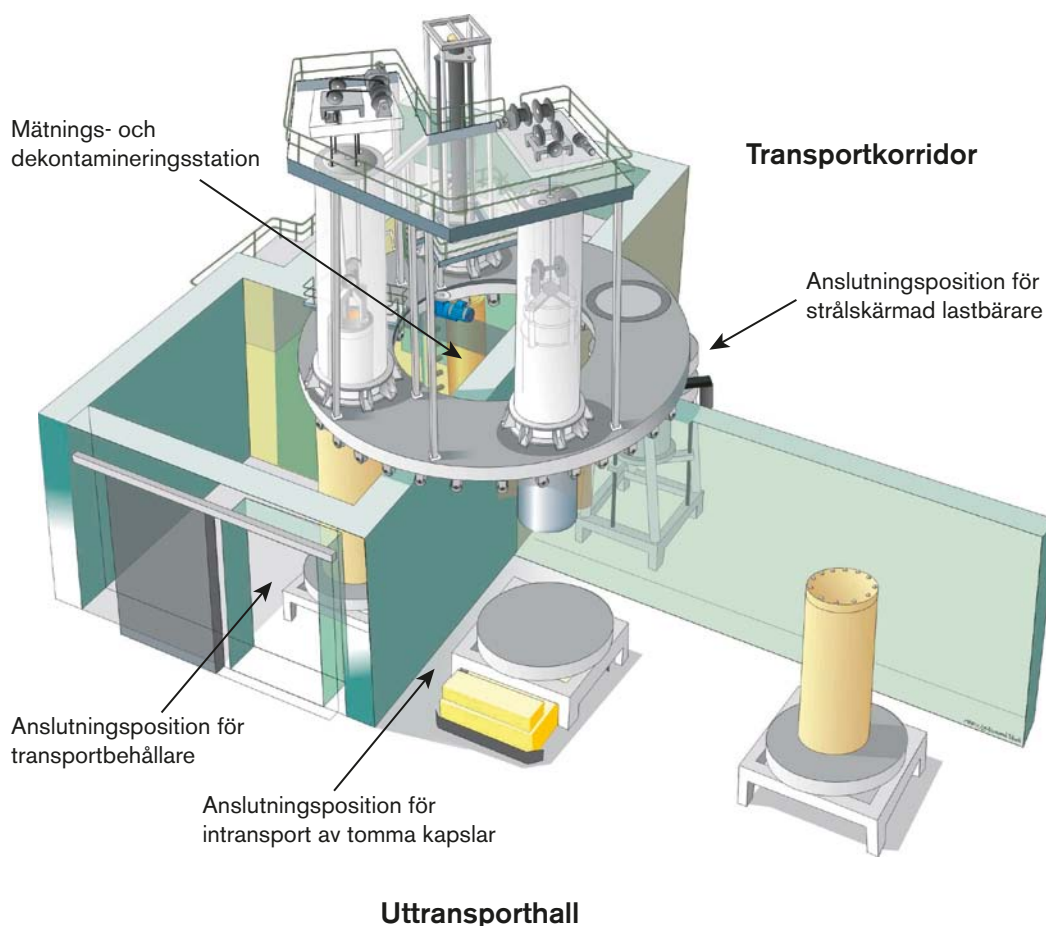
Den förslutna kapseln lyfts med kapselhanteringsmaskinen, se figur 4-11, från mättings- och dekontamineringsstationen till uttransporthallen. Kapseln sänks där ner i en transportbehållare som ska skydda kapseln från skador och omgivningen från joniserande strålning i den återstående hanteringen vid inkapslingsanläggningen, under transport till slutförvarsanläggningen och vid den inledande hanteringen där.

Innerlocket, som även utgör strålskydd, sänks ner och monteras i transportbehållaren över kapseln. Sedan byts eventuellt atmosfären i transportbehållaren för att ge effektivare värmeöverföring från kapseln och ett ytterlock monteras.

4.4.14 Uttransport av transportbehållare med kapsel

Transportbehållaren transporteras till slussen i uttransporthallen där den placeras på en lastbärare.

Kapseln är nu klar för transport till slutförvarsanläggningen. Ett terminalfordon hämtar transportbehållaren för transport till terminalbyggnaden om den inte ska transporteras direkt till slutförvarsanläggningen. När kapseln är deponerad återförs transportbehållaren med sin utrustning till inkapslingsanläggningen.



Figur 4-11. Kapselhanteringsmaskin.

4.5 Övrig information om anläggningen

4.5.1 Transporter

Trafiken till och från Simpevarpshalvön och inom Simpevarpsområdet kommer att öka i och med att inkapslingsanläggningen byggs. Länsväg 743, som leder från europaväg E22 och ut på Simpevarpshalvön, kommer att nyttjas för transporterna.

Trafiken i driftskedet bedöms främst bestå av 3 000–4 000 besökare per år som reser till och från anläggningen samt av cirka 130 personer som dagligen reser till och från sin arbetsplats. Det totala antalet fordonsrörelser per dygn förväntas uppgå till cirka 70 varav 20 % utgörs av tung trafik.

4.5.2 Avfall och avfallshantering

De avfallsslag som uppstår är av samma slag som de som förekommer i Clab och hanteras på likartat sätt. Det radioaktiva driftavfall som uppkommer i inkapslingsanläggningen hanteras, förpackas och transporteras vidare till slutförvaret för kortlivat radioaktivt avfall (SFR) på samma sätt och med samma utrustning som för Clab.

HEPA-filtrer förekommer i inkapslingsanläggningens ventilationssystem och i dammsugningsutrustning i hanteringscellen. Det finns två alternativa strategier för filterhanteringen, antingen kan filtren bytas ofta och hanteras som lågaktivt avfall eller alternativt kan de bytas mer sällan och hanteras som medelaktivt avfall. Inriktningen är att minimera avfallsvolymer, men filterhanteringen kommer att studeras vidare inom ramen för detaljprojekteringen innan val av strategi genomförs.

Mängden aktivt avfall från inkapslingsanläggningen som slutförvaras i MLA (markförvar för lågaktivt avfall) förväntas vara i samma storleksordning som på Clab, det vill säga sex ton per år, och därmed blir det en fördubbling till tolv ton per år. Avfallet består bland annat av trasor, skyddsutrustning och emballage.

Återanvändning, återvinning och friklassning av material och komponenter i anläggningen tillämpas i så hög grad som möjligt. Under driftskedet uppkommer cirka 250 kg kopparspill per kapsel vid bearbetning av svetsen, vilket motsvarar 30 procent av lockets vikt. Baserat på en årlig produktion av 150 kapslar per år förväntas mängden kopparspill uppgå till 40 ton per år. Kopparspillet kan efter friklassning smältas ner för återvinning.

4.5.3 Resursförbrukning

Elenergiförbrukning

För uppvärmning av Clink kommer värme utvinnas från kylvattnet och ventilationen i anläggningen, vilket redan idag görs för Clab.

Den årliga elenergiförbrukningen för processen i inkapslingsanläggningen har bedömts till 4,5 GWh per år. Den totala elenergiförbrukningen i Clab var i medeltal 16,7 GWh under perioden 2003–2008. Clinks totala elenergiförbrukning uppskattas därmed till 21 GWh per år under driftskedet.

Bränsleförbrukning

När inkapslingsanläggningen tillkommer behöver befintligt system i Clab kompletteras med ytterligare ett dieseldrivet reservkraftaggregat för att kunna försörja båda anläggningarna med reservkraft i händelse av nätbortfall. När ytterligare ett aggregat tillkommer förväntas förbrukningen av dieselbränsle för reservkraftaggregaten att öka med 1,5 m³/år och bli 3,0 m³/år.

Materialförbrukning

Totalt cirka 44 kiloton koppar beräknas gå åt för att kapsla in det använda kärnbränslet under en 40- till 50-årsperiod. Cirka 82 kiloton järn kommer också att krävas.

Vattenförsörjning

Inkapslingsanläggningens behov av bruksvatten motsvarar normal kontorsverksamhet. Med 30 anställda uppgår vattenförbrukningen till cirka 1,5 m³ per dygn, för Clab cirka 32 m³ per dygn och Clink uppskattas därmed till cirka 34 m³. Anslutning sker till befintligt vattenledningsnät och det existerande släckvattensystemet i Clab.

Avsaltat vatten kommer att användas inom kontrollerat område. Vattnet tas från kärnkraftverkets vattenverk via anslutning till Clab. När inkapslingsanläggningen tillkommer beräknas förbrukningen av avsaltat vatten öka med cirka 20 procent till cirka 3 600 m³/år.

Den totala vattenförbrukningen, både bruks- och avsaltat vatten, beräknas bli cirka 16 000 m³ per år för Clink.

Inkapslingsanläggningen kommer endast att marginellt öka kylvattenmängden. Det som påverkas är temperaturen på kylvattnet.

Kemikalier

Inkapslingsanläggningens vätskeformiga radioaktiva utsläpp renas av Clabs reningssystem. När inkapslingsanläggningen ansluts förväntas förbrukningen av jonbytarmassa och filter i Clab att öka med cirka 20 procent om dagens vattenreningsteknik används vilket blir 420 kg jonbytarmassor (pulver) och 1,6 m³ jonbytarmassor (kornformig). Möjliga tekniker och metoder för att reducera de radioaktiva utsläppen kommer att studeras vidare inom ramen för detaljprojekteringen innan val av strategi genomförs.

4.6 Tekniska skyddsåtgärder

4.6.1 Rening av vatten

Generellt sett är de system som försörjer inkapslingsanläggningen med vatten och kyla gemensamma med Clab, liksom de system som avleder och renar utsläpp av vatten.

Rening av vatten från kontrollerat område

Rening av vatten från kontrollerade områden, processvatten och golvdrenagevatten, görs med hjälp av filter och jonbytare enligt avsnitt 3.5.1. Mängden renat vatten bedöms öka till cirka 2 000 m³ per år.

Länshållningsvatten

Länshållningsvattnet renas via sedimenteringsbassäng och oljeavskiljare och därefter leds det ut till det befintliga dagvattensystemet för Clab med utlopp i Herrgloet.

Spillvatten

Mängden spillvatten som beräknas uppkomma från inkapslingsanläggningen är cirka 1,5 m³ per dygn, och tillsammans med Clabs mängd på 32 m³ per dygn uppgår den totala mängden spillvatten för Clink i driftskedet till cirka 34 m³ per dygn.

Spillvattnet avleds till befintligt spillvattennät för Clab och renas i Oskarshamnsvärens reningssystem. Det släpps sedan ut i havsviken Hamnefjärden.

Dagvatten

I samband med uppförandet av inkapslingsanläggningen planeras en förbättring av dagvattenhanteringen vid Clab. Bland annat planeras det att överföra dagvattnet från västra delen av Clabs huvudbyggnad till dagvattensystemet för inkapslingsanläggningen. För dagvatten från resterande ytor planeras en damm i en sänka öster om anläggningen för sedimentation och utjämning. När inkapslingsanläggningen ansluts till systemet beräknas flödet i dagvattensystemet öka med 4 500 m³ per år till 27 500 m³ per år.

Dagvattenhanteringen för inkapslingsanläggningen kommer att utformas enligt följande principer:

- Minimerad hårdgörning inom etableringsområdet.
- Nyttjande av fallet (nivåskillnaden) mot den omgivande skogsmarken för avledning av dagvattnet.
- Dosering av hårdgjorda ytor inom tillkommande verksamhetsområde så att avledning så långt möjligt kan ske till omgivande skogsmark utan brunnar och ledningar.
- Avledning av takvatten från inkapslingsbyggnaden västerut mot skogsmarken via (dränerande) ledningar.
- Avledning av takvatten från terminalbyggnaden via utkastare och infiltration/avledning i bergkrossfyllda diken eller dränrör till omgivande skogsmark.
- Nyttjande av marken i skogsområdet för avskiljning av föroreningar.

Oljeavskiljare kommer att installeras i anslutning till de delar av Clink där olja hanteras.

Dagvattenhanteringen kommer också att omfatta läns hållningsvatten från bergförlagda delar av anläggningen. I händelse av brand kommer släckvatten från icke kontrollerat område i Clink att avledas till dagvattensystemet.

4.6.2 Rening av luft

Inkapslingsbyggnaden har två ventilationssystem. Det ena är för vanlig luft (icke kontrollerade utrymmen) och det andra för luft som eventuellt kan innehålla radioaktiva gaser eller partiklar (kontrollerade utrymmen). I det senare systemet finns filter för att minimera radioaktiva utsläpp samt mätutrustning för att detektera eventuella radioaktiva utsläpp. HEPA-filter används för rening av luft inom kontrollerat område.

4.7 Uppförandeskede, inkapslingsanläggningen

Uppförandet av inkapslingsanläggningen, själva byggtiden, beräknas ta cirka 5,5 år. Under de första 3,5 åren kommer byggnaderna att uppföras och under de två sista åren sker huvudsakligen installationsarbeten.

4.7.1 Etablering av markområde

Under uppförandeskedet kommer ett markområde om sammanlagt 2,8 hektar att tas i anspråk. Byggområdet delas upp i ett inre och ett yttre område. Det inre byggområdet utgör inkapslingsanläggningens framtida verksamhetsområde och det yttre byggområdet etableringsområde under byggtiden.

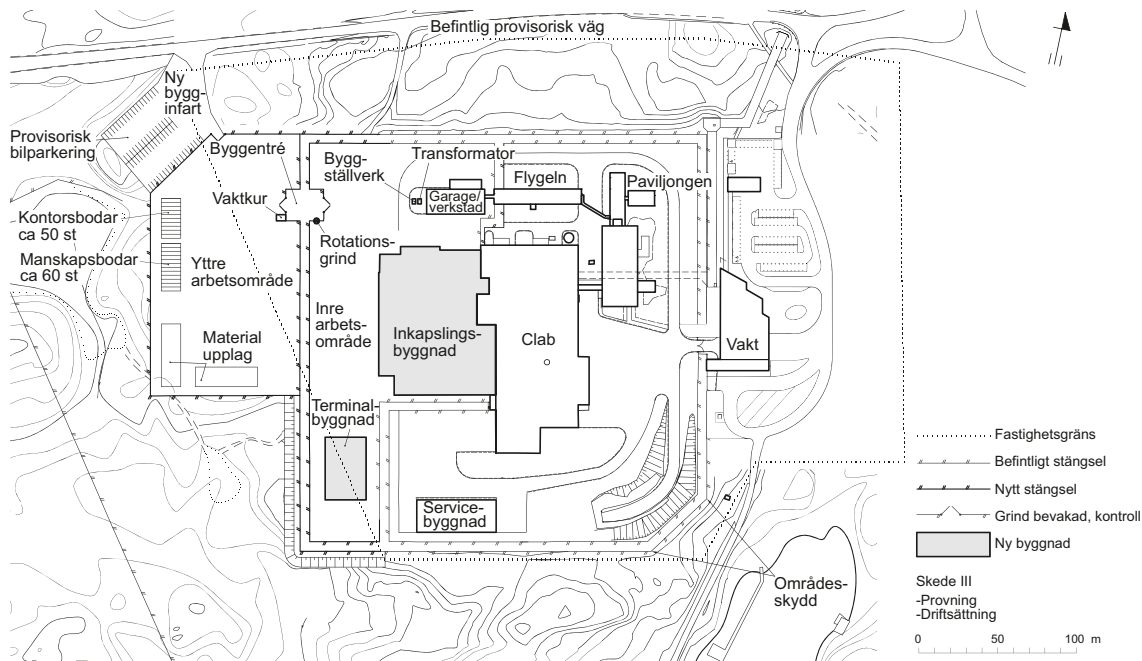
En föreslagen disposition av byggområdet under tiden då provning och driftsättning av inkapslingsanläggningen sker visas i figur 4-12. I projektets slutskede, när inkapslingsanläggningen samfunktioneras med Clab, tas byggentrén bort och dubbelstaketet integreras med områdesskyddet för Clab. I detta skede är inkapslingsanläggningen integrerad med Clab och allt tillträde sker via entrén vid Clab.

På byggområdet avverkas träd, marken jämnas ut och därefter hårdgörs den plana ytan. Detta innebär både sprängning och utfyllnad, samt att jord och berg måste schaktas bort. Redan hårdgjorda ytor kommer i stor utsträckning att användas för byggprovisorier.

De markområden som tillfälligt tas i anspråk för etableringsområdet kommer så långt som möjligt att återställas till naturmark efter avslutat arbete. Återställandet beräknas kunna påbörjas efter cirka tre år då huvudsakligen inre installationsarbeten förväntas återstå.

I början av uppförandeskedet kommer troligen behovet av bergmassor vara större än tillgången, vilket innebär att massor får hämtas i närområdet. De bergmassor som behövs för återställandet av etableringsområdet sparas. Överskottsmassor som uppstår under uppförandeskedet transporteras bort för avsättning i närområdet.

Genom att inkapslingsanläggningen förläggs i anslutning till Clab kan den befintliga infrastrukturen på Simpevarpsalvön nyttjas.



Figur 4-12. Planerat byggområde under provnings- och driftsättningsperioden.

4.7.2 Bygg- och markarbeten

Byggprovisorier, upplagsytor och parkering

Inom etableringsområdet finns platskontor, manskapsbodar, verkstäder, upplagsytor och parkering. Figur 4-12 visar ett förslag till uppställningen av kontor för entreprenören och SKB:s bygglledning samt manskapsbodar. En upplagsyta ställs i ordning för att ge plats åt källsortering, lossning och tillfällig lagring av gods etc. och en tillfällig väg för byggtransporter ansluts mot norr. I driftskedet blir tillfartsvägen till inkapslingsanläggningen densamma som till Clab idag, det vill säga den som går öster om Clab.

Sprängning

För byggande av inkapslingsbyggnadens bassänger behöver ett djupare bergschakt sprängas ut. Bergschaktet kommer att bli cirka 15 meter djupt och ligga intill Clabs befintliga ovanmarksanläggning, se figur 4-3. Inkapslingsbyggnaden ansluts sedan till den befintliga bränsehissen för Clab. Vid sammankopplingen rivs en temporär bassängvägg och den befintliga bassängen i Clab förlängs.

Vilken sprängmetod som ska användas för bergschakten är i dagsläget inte fastställd, men troligtvis kommer det ske med så kallad pallsprängning eftersom det är ett öppet schakt.

Den bergvolym som sprängs ut för inkapslingsanläggningen beräknas till 24 000 m³ fast berg (80 000 ton lösa massor).

Borring

Det som är styrande för hur lång tid bergschakten tar är huvudsakligen kapaciteten på borringen samt hur många möjliga skjut tillfällen som finns per dag. För borring bedöms en totaltid på cirka 11 veckor behövas. Tiden för etablering, avtäckning, ledningsomläggningar med mera är då inte inräknad. Totaltiden baseras på obegränsade fria skuttider.

4.7.3 Transporter

Icke kärntekniska transporter

Under inkapslingsanläggningens uppförande domineras tillkommande trafik av borttransporter av bergmassor samt betong- och materialtransporter till byggnaden. Huvuddelen av de tunga fordonen beräknas förekomma under de första 3,5 åren av uppförandeskedet.

Transportsiffror under uppförandeskede, uppdelat i två etapper (byggetapp 1 år 0–3,5 och byggetapp 2 år 3,5–5,5). Under första delen av uppförandeskedet beräknas 60 st fordonsrörelser per dygn ske av tunga transporter (mer än 3,5 ton) och 80 stycken lätta (mindre än 3,5 ton). I de tunga transportererna, 60 stycken, är inte bergmassetransporter medräknade utan dessa beräknas uppgå till 30 fordonsrörelser per dygn. Under den andra delen av uppförandeskedet förväntas det förekomma 30 stycken tunga respektive 40 lätta fordon till och från inkapslingsanläggningen.

4.7.4 Avfall och avfallshantering

I uppförandeskedet antas främst byggavfall som plast, stål och kartong uppkomma, se tabell 4-1. Mängden bedöms inte överstiga en procent av tillförseln av material för byggnaden.

4.7.5 Resursförbrukning

Elenergiförbrukning

I uppförandeskedet åtgår energi vid transporter och för drift av arbetsmaskiner. Energiåtgången har beräknats till cirka 6,6 GWh för hela uppförandeskedet varav arbetsmaskiner står för cirka 3,3 GWh. Utslaget per år under uppförandeskedet uppgår energiförbrukningen till 1,2 GWh.

Bränsleförbrukning

Den mängd bränsle, diesel MK 1, som beräknats åtgå i uppförandeskedet är cirka 600 m³

Vattenförsörjning

För försörjning av bruksvatten under uppförandeskedet sker anslutning till befintligt vattenledningsnät i Clab.

4.7.6 Tekniska skyddsåtgärder

Rening av vatten

Länshållningsvatten, spillvatten och dagvatten hanteras enligt nedan.

Länshållningsvatten

Länshållningsvatten uppstår vid sprängningsarbete och från nederbörd. Mängden har uppskattats till 1 100 m³/år. Efter erforderlig rening leds vattnet till dagvattensystemet för Clab med utlopp i Herrgloet.

Spillvatten

Befintligt spillvattennät utnyttjas under uppförandeskedet.

Tabell 4-1. Huvudsakliga avfallsmängder i uppförandeskedet.

	Plast	Kartong	Isolering	Papp	Stål	Plåt
(ton)	10	9	2	1,3	38	5

Dagvatten

Mängden dagvatten som uppkommer från den yta som tas i anspråk under inkapslingsanläggningens uppförandeskede (2,8 hektar) har utifrån årsnederbörden beräknats till 12 m³ per dygn (medelvattenvolym) eller 4 500 m³/år. Dagvattnet får rinna av och infiltrera i omgivningen. För att förhindra att eventuellt oljespill följer med dagvattnet ut i omgivningen kommer beredskap finnas för att omhänderta oljeföroreningar.

Rening av luft

Utsläpp till luft kommer främst från transporter (se avsnitt 4.7.3) och från sprängningsarbeten, då kväveoxider (NO_x) och koloxid (CO) avges till luften. För att begränsa utsläppen av gaser och även damm vattenbegjuter man i området vid sprängningen. Då inkapslingsanläggningen placeras nära Clab kommer sprängningen att ske med stor försiktighet och bland annat läggs mindre och tätare laddningar än normalt. Den dammpåverkan som sprängningen orsakar får därmed liten omfattning.

4.8 Rivningsskede, Clink

Clink ska rivas när allt använt kärnbränsle har kapslats in och skickats till slutförvarsanläggningen. Avvecklingen av Clink beräknas ta fem till sju år. En preliminär avvecklingsplan har upprättats för detta arbete /Hallberg och Eriksson 2008/. Enligt denna finns olika tänkbara alternativ för en avveckling av inkapslingsanläggningen:

1. Anläggningen friklassas och rivs till cirka en meter under marknivå. Friklassat rivningsmaterial används som återfyllning. Undermarksdelen måste återfyllas för att marken ska kunna användas utan förbehåll. Friklassat rivningsavfall kan deponeras i berggrummen. Alternativt kan rivningsavfallet återvinnas och/eller transporteras till kommunal deponi.
2. Avvecklingen stannar vid att byggnader och mark friklassas för att sedan kunna användas för andra ändamål.
3. Allt tillfört material tas bort. Om undermarksdelen behöver återfyllas sker detta med bergkross.

När tidpunkten för avveckling närmar sig kommer alternativen att redovisas mer detaljerat tillsammans med en motivering till valt alternativ. Inom ramen för dagens regelverk krävs en MKB för avveckling där olika alternativ analyseras enligt de förutsättningar som gäller vid den tiden.

5 Transport av kapslar med använt kärnbränsle

5.1 Dagens transportsystem

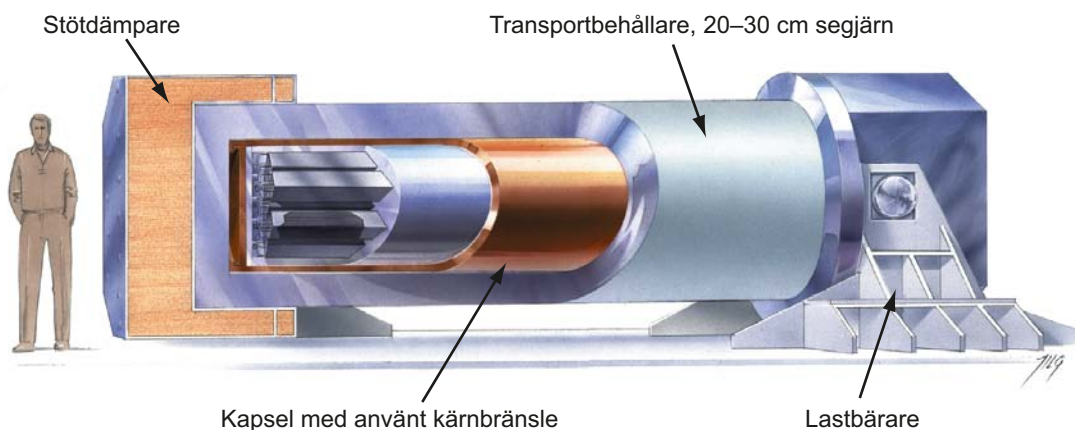
Dagens transportsystem har följande huvudkomponenter: fartyg, bränsletransportbehållare och terminalfordon. För framtida transporter tillkommer kapseltransportbehållare. Figur 5-2 visar terminalfordon med bränsletransportbehållare. Systemet är utformat för att kunna användas för alla typer av radioaktivt avfall såsom använt kärnbränsle till förvaring i Clab och driftavfall till förvaring i SFR. Här beskrivs enbart transport av kapslar med använt kärnbränsle. En helhetsbild av kapseltransporter och säkerhet för dessa redovisas i rapporten ”Transport av inkapslat bränsle till slutförvaring i Forsmark” /SKBdoc 1171993/.

5.2 Kapseltransportbehållare och vägfordon

Inför driftsättningen av inkapslingsanläggningen och slutförvarianläggningen kommer nya transportbehållare, speciellt tillverkade för kapseltransport, att anskaffas för transport av kapslar från inkapslingsanläggningen till slutförvarianläggningen. Kapslarna med använt kärnbränsle är placerade i transportbehållarna enligt figur 5-1.

Kapseln strålskärmar alfa- och betastrålningen fullständigt, medan gamma- och neutronstrålningen är hög även utanför kapseln. Kapseltransportbehållaren strålskärmar gamma- och neutronstrålningen, så att kapseltransportbehållaren kan hanteras utan andra skyddsåtgärder. Transportbehållaren har även förmågan att avleda värme från en kapsel.

För transport av kapslar från Clink till hamn och från hamn till slutförvarianläggning används ett terminalfordon liknande det som idag används för transport av använt kärnbränsle i bränsletransportbehållare till Clab, se figur 5-2.



Figur 5-1. Exempel på hur en kapseltransportbehållare och lastbärare skulle kunna se ut.



Figur 5-2. Terminalfordon, här lastat med bränsletransportbehållare för transport till Clab.

5.3 Fartyg för kapseltransport

För sjötransporten används för närvarande m/s Sigyn, men SKB:s styrelse har fattat inriktningsbeslut att ersätta Sigyn med nytt fartyg.

M/S Sigyn (se figur 5-3) byggdes 1982 och är specialkonstruerat för transport av använt kärnbränsle och radioaktivt avfall. Det är byggt för oinskränkt oceantrafik och har förstärkt skrov utformat för gång i is. Fartyget har dubbel bordläggning och dubbelbotten och är uppdelat i ett flertal vattentäta sektioner. Det har en lastkapacitet av 1 400 ton. Fartyget är byggt för rorohantering (roll on/roll off) men även lastning med kran är möjlig. Några huvuddata framgår av nedanstående tabell.

Längd	90 m
Största bredd	18 m
Djupgående, fullast	4 m

Besättningen består av tolv personer.



Figur 5-3. M/S Sigyn.

5.4 Transporter av inkapslat kärnbränsle

Med slutförvarsanläggningen placerad i Forsmark kommer transporter av kapslar i transportbehållare att ske sjövägen.

Driften av slutförvars- och inkapslingsanläggningen bygger på att transporter av färdiga kapslar kan pågå kontinuerligt mellan de två anläggningarna. Varje transportbehållare rymmer en kapsel, och väger 80–95 ton inklusive kapsel. Lastbäraren väger runt 17 ton. Eftersom produktionsanläggningarna dimensioneras för en kapacitet av 200 kapslar per år, ska transportsystemet också kunna transportera cirka 200 transportbehållare per år tur och retur mellan anläggningarna.

Transporten av kapseln från inkapslingsanläggningen inleds med att ett terminalfordon hämtar en transportbehållare från inkapslingsanläggningens terminalbyggnad. Innan kapseln tillåts lämna inkapslingsanläggningen görs en slutkontroll och handlingar upprättas i systemet för kärnämneskontroll (Safeguardsystemet).

Terminalfordonet transporterar transportbehållaren till hamnen och lastar den ombord på fartyget, se figur 5-4. När ett antal transportbehållare lastas ombord avgår fartyget till hamnen i Forsmark. Det befintliga fartyget M/S Sigyn kan ta maximalt tio stycken.

Ett terminalfordon hämtar transportbehållarna en och en i hamnen i Forsmark. Efter passage genom slutförvarsanläggningens inpasseringsbyggnad, där kontroll av last och fordon görs, ställs lastbäraren med kapseltransportbehållaren upp i terminalbyggnaden för lagring i väntan på nedtransport till centralområdet på förvarsnivå. Ett rampfordon hämtar lastbäraren med kapseltransportbehållare och förflyttar den via rampen till omlastningshallen på förvarsnivå. I samband med att rampfordonet lämnar en fylld kapseltransportbehållare i omlastningshallen på förvarsnivån återvänder fordonet till marknivå med en tom behållare för senare återtransport till inkapslingsanläggningen via terminalfordon och fartyg.



Figur 5-4. Bränsletransportbehållare, lastad på m/s Sigyn.

5.5 Resursförbrukning

Under verksamheten 2009 förbrukade fartyget cirka 740 MWh landström och cirka 1 000 ton dieselolja samt genererade cirka 100 ton farligt avfall (s.k. sludge). Sludge är ett oljehaltigt länsvatten, som kommer från läckage, från maskiner och utrustning samt vid rengöring av dessa.

När slutförvarssystemet är i drift har bränsleförbrukningen för m/s Sigyns transporter från Clink till slutförvarsanläggningen uppskattats till 375 m³ dieselolja/år. Mängden farligt avfall blir cirka 30 ton. Landströmsförbrukningen kommer att minska på grund av den ökade transportvolymen totalt.

M/S Sigyn har katalytisk avgasrening vilket reducerar utsläppen av NO_x med över 80 % när den är igång, vilket dock är mindre än 50 % av tiden. Fartygets botten målas inte med giftfärg. Bränsletankarna är separerade från skrovet så att fartyget inte släpper ut olja i händelse av skador av det yttre skrovet.

6 Slutförvarsanläggning

6.1 Lokala förutsättningar

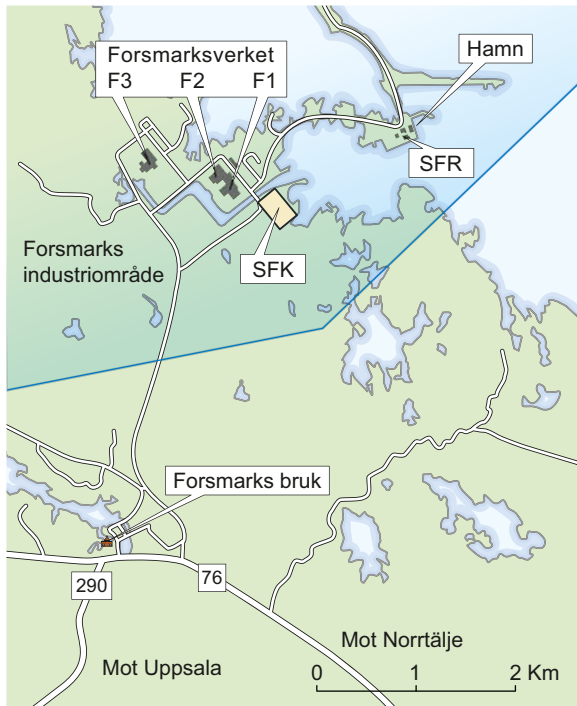
Anläggningsplatsen ligger i Forsmark i Östhammars kommun i nordöstra Uppland, cirka två mil norr om Östhammars tätort (figur 6-1).

Vid kusten, drygt två kilometer norr om det gamla vallonbruket Forsmark finns Forsmarks kärnkraftverk och SFR, slutförvaret för kortlivat radioaktivt avfall. Figur 6-2 visar lokaliseringen av dessa anläggningar. Förvaret togs i drift 1988. SKB har för avsikt att bygga ut SFR för deponering av rivningsavfall.

De större vägarna i Östhammars kommun framgår av figur 6-1. Vägar som ansluter till Forsmarksområdet är länsväg 290 till Uppsala och riksväg 76 till Norrtälje och Gävle. Från Östhammar leder även länsväg 288 till Uppsala. Dessa vägar har högsta bärighetsklass. Från Forsmarks industriområde finns en väg med hög bärighet ut mot riksväg 76. Avståndet från Forsmark till Uppsala är 80 km och till Stockholm 150 km.



Figur 6-1. Östhammars kommun med omgivning.



Figur 6-2. Forsmarks närområde.

Arlanda internationella flygplats är belägen söder om Uppsala vid europaväg E4. Avståndet till Forsmark är 110 km.

Kommunen genomkorsas av en enkelspårig järnväg för godstrafik. Den utgår från Hallstavik, passerar Hargshamn och går sedan via Gimo och Österbybruk vidare västerut och ansluter till stambanan.

Hargshamns hamn är en stor industrihamn som ägs av Hargs Hamn AB. Den är belägen cirka en mil söder om Östhammars tätort.

Farleden till Hargshamn är väl lämpad för större fartyg och tillräcklig för fartyg med 8,5 meters djupgående och största längd 175 meter. Hamnen har trafikerats med fartyg upp till 50 000 ton dödvikt på dellast, vilket är väsentligt större än de fartyg som antas bli aktuella för slutförvarsanläggningen.

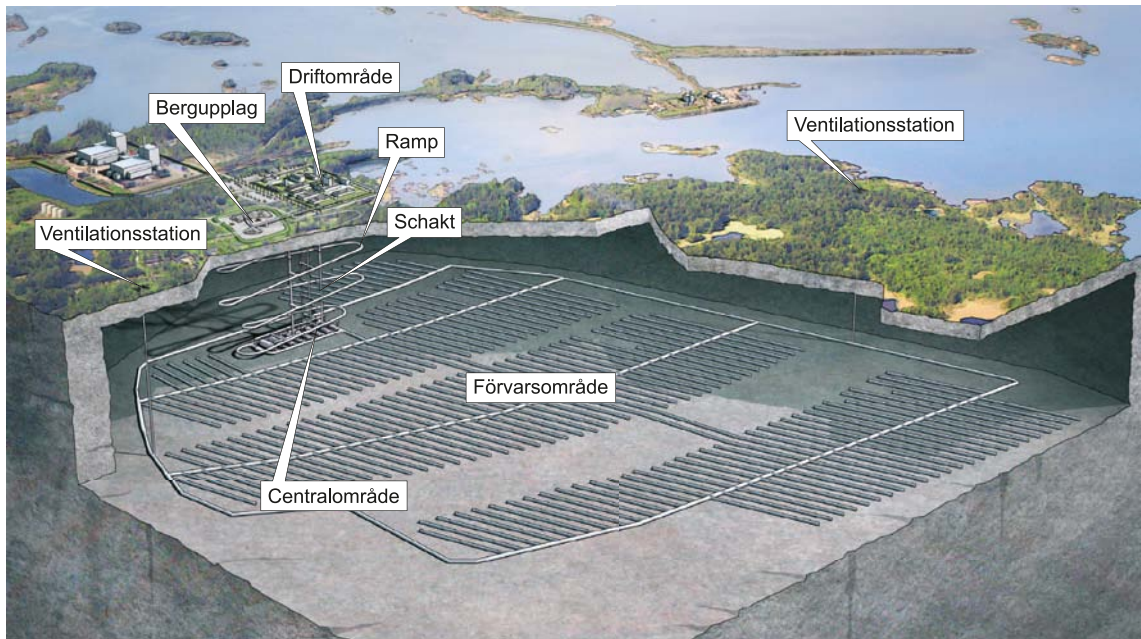
Från Hargshamn leder länsväg 292 ut till riksväg 76 och vidare i västlig riktning. Vägen har högsta bärighetsklass och en bredd över åtta meter.

Hargshamns hamn utgör huvudalternativ för mottagning av bentonitlera. Hamnen ger även möjlighet till export av bergmassor från slutförvarsanläggningens bygg- och driftskede.

Forsmarks hamn ligger drygt två kilometer öster om kärnkraftverket. I direkt anslutning till hamnen finns driftområde och anläggningar för SFR. Hamnen är anpassad för SKB:s och Forsmarksverkets transporter av tungt gods. Fartyg upp till 2 000 ton och upp till 130 meters längd kan angöra hamnen. Djupgåendet är begränsat till 5,5 meter. Hamnen skyddas av vågbrytare mot höga vågor och ispressning från norr. Från hamnen leder en väg som är speciellt byggd för tung trafik till kraftverket. Sjötransporter av använt kärnbränsle och låg- och medelaktivt avfall är hamnens huvudsakliga användningsområde.

Placeringen av slutförvarsanläggningens driftområde sydost om Forsmarks kärnkraftverk har bestämts av de geologiska förutsättningarna på deponeringsnivån, och förutsättningarna ovan mark. Det tillgängliga området för ovanmarksdelens driftområde avgränsas av kärnkraftverkets kylvattenkanal i nordväst och strandlinjen i nordost. Inplaceringen av driftområdet nära dessa gränser har gjorts för att få så bra geologiska förutsättningar för undermarksdelen som möjligt.

Bergupplaget för lagring av överskottsbergmassor har sin placering sydväst om och i närheten av driftområdet. Av figur 6-3 framgår även de preliminära lägena för de två ventilationsstationerna för förvarsområdets frånluft.



Figur 6-3. Slutförvarsanläggningen.

6.2 Anläggningens utformning

Slutförvarsanläggningen byggs för att åstadkomma ett slutförvar för använt kärnbränsle och den består av byggnader ovan mark samt bergutrymmen med inredning och installationer, kallade ovanmarksdel respektive undermarksdel.

Huvuddelen av anläggningsdelarna ovan mark är samlade i ett driftområde som är uppdelat i ett yttre och ett inre driftområde. I det inre driftområdet bedrivs den kärntekniska delen av verksamheten ovan mark, medan det yttre driftområdet innehåller annan verksamhet kopplad till anläggningens drift.

Förutom driftområdet ingår i ovanmarksdelen ett bergupplag samt, mer avlägset liggande ventilationsstationer.

Undermarksdelen innehåller förbindelser till ovanmarksdelen i form av ramp och schakt, utrymmen för driftfunktioner och deponeringsområden för kapslar.

En översikt över anläggningen och dess lokalisering redovisas i figur 6-3.

Situationsplanen i figur 6-4 visar ovanmarksdelen förutom bergupplag och ventilationsstationer. Situationsplanen är preliminär och kan komma att ändras som följd av fortsatt projekteringsarbete.

6.2.1 Yttre driftområde

Det **yttre driftområdet** innehåller produktionsanläggningen för buffert och återfyllning och ett antal byggnader avsedda för driftfunktioner, service och underhåll samt personal. Här äger ingen kärnteknisk verksamhet rum, och området är därför utformat som ett konventionellt, inhägnat industriområde. Det yttre driftområdet upptar en markyta av ungefär 40 000 m².



Figur 6-4. Situationsplan för slutförvarsanläggningen med parkeringsplatser och SKB/FKA framtida informationsbyggnad.

I det yttre driftområdet ingår följande byggnader:

- **Administrationsbyggnaden** har kontorsarbetsplatser för anläggningens administrativa verksamheter samt har reception och inpasseringskontroll till det yttre driftområdet.
- **Produktionsbyggnaden** för tillverkning och lagring av buffert och återfyllning från bentonit som inkommer från mottagningsbyggnaden.
- **Mottagningsbyggnaden** för mottagning, omlastning och mellanlagring av bentonit som ankommer till anläggningen.
- **Geologbyggnaden** har utrymmen för att hantera, analysera och lagra de prover som tas vid detaljundersökningar av berget.
- **Verkstadsbyggnaden** har utrymmen för service och reparationer av fordon och maskiner samt anläggningunderhåll.
- **Förrådsbyggnaden** fungerar som lagringsplats för olika typer av förbrukningsmaterial som används i anläggningen.
- **Elbyggnaden** innehåller ställverk för kraftmatning till anläggningen.
- **Värmecentralen** står för anläggningens värmeförsörjning.



Figur 6-5. Möjlig utformning av driftområdet, sett västerifrån.

Genom det yttre driftområdet passerar även bandgången för bergmassor och fortsätter bort mot bergupplaget.

Byggnaderna i det yttre driftområdet har en sammanlagd våningsyta på cirka 9 000 m² och en byggvolym av cirka 100 000 m³. Den högsta byggnadens höjd är cirka 30 m över marknivån, som ligger 3 m över havsytan.

6.2.2 Inre driftområde

Det **inre driftområdet** omges av ett områdesskydd och utgör ett bevakat område enligt Strålsäkerhetsmyndighetens (SSM) föreskrift 2008:12 eftersom det innehåller de byggnader som har tillträdesvägar till anläggningens undermarksdel samt en terminalbyggnad för transportbehållare med kapslar. Det bevakade området har särskilda krav på in- och utpassering.

Det inre driftområdet upptar en markyta av ungefär 30 000 m².

Följande byggnader finns på det inre driftområdet:

- **Inpasseringsbyggnaden** är den byggnad genom vilken all in- och utpassering av personer, gods och fordon till det inre driftområdet sker. Byggnaden inrymmer driftcentral och utrymmen för bevakning.
- **Nedfartsbyggnaden** utgör väderskydd för förskärningen till rampen för fordonstransporter till undermarksdelen.
- **Hissbyggnaden** har förbindelse till undermarksdelen via hisschaktet för persontransporter.
- **Ventilationsbyggnaden** innehåller utrustning för undermarksdelens ventilation samt utrustning för elförsörjning och värmeåtervinning. Byggnaden har förbindelse till undermarksdelen via ett tillufts- och ett frånluftsschakt.
- **Skipbyggnaden** innehåller skipen för transport av bergmassor, buffert och återfyllningsmaterial. Den har förbindelse till undermarksdelen via skipschaktet. Från skipbyggnaden utgår en bandgång för uttransport av bergmassor.
- **Terminalbyggnaden** utgör mottagnings- och omlastningsplats för kapslar med använt kärnbränsle i kapseltransportbehållare före nedtransport till undermarksdelen.

Byggnaderna i det inre driftområdet har en sammanlagd våningsyta på cirka 5 000 m² och en byggvolym av cirka 60 000 m³. Den högsta byggnadens höjd är cirka 50 m över marknivån, som ligger 3,5 m över havsytan.

6.2.3 Anläggningar utanför driftområdet

Följande anläggningsdelar ovan mark ligger **utanför det yttre driftområdet**:

- **Bergupplaget** är ett mellanlager för uttagna bergmassor innan dessa avyttras. Det ligger i närheten av driftområdet, se figur 6-3, och bergmassor transporteras till upplaget med bandgång från skipbyggnaden i det inre driftområdet.
- **Ventilationsstationerna** har till uppgift att ventilera ut frånluft från förvarsområdet. På grund av att de är förbundna med schakt till undermarksdelen utgör de bevakat område.

Bergupplaget upptar för driftskedet en markyta av ungefär 40 000 m² och rymmer en volym av 300 000 m³ lösa bergmassor. Maximal kapacitet är ungefär 1 000 000 m³ lösa bergmassor på en yta av ungefär 120 000 m². En ventilationsstation upptar en markyta av ungefär 3 100 m². Förråden för buffertmaterial upptar en markyta av ungefär 35 000 m² inklusive mottagningsanläggning.

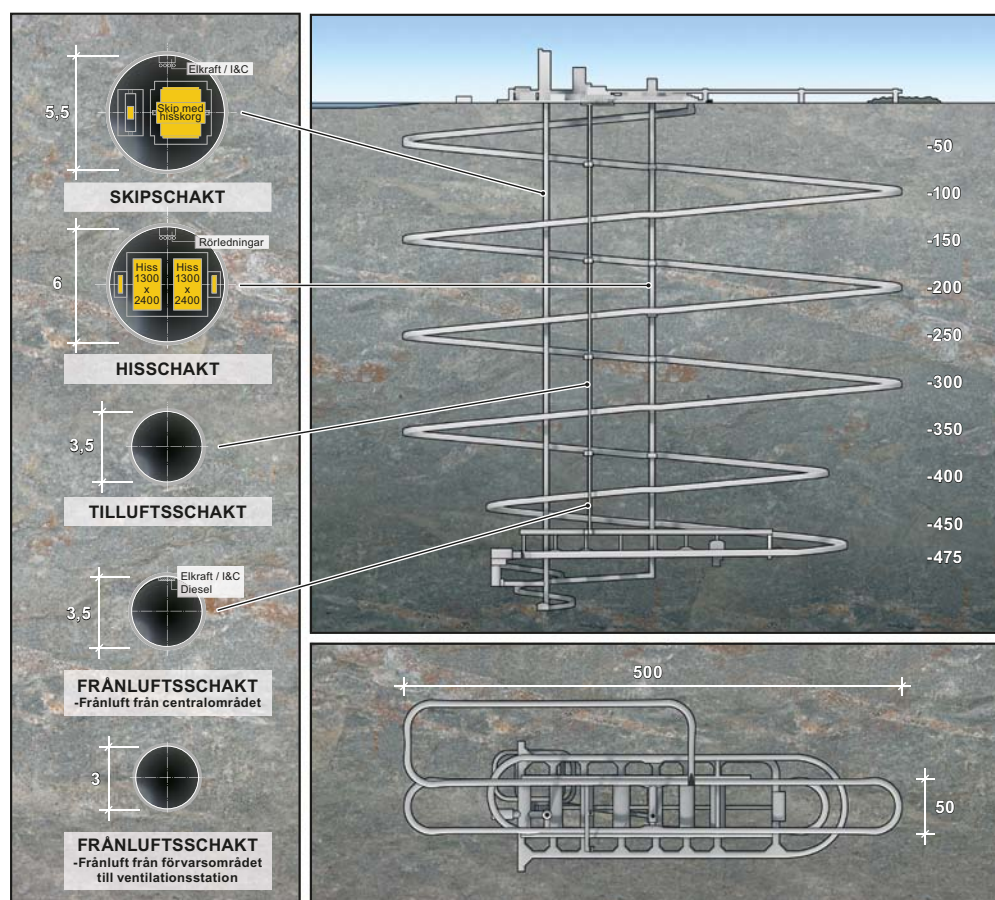
Gemensamt med FKA planeras dessutom en informationsbyggnad i nära anslutning till driftområdet. I denna tas besökare emot och får information om slutförvarsanläggningen.

Dessutom finns förråd för bentonit belägna i Hargshamn. Där sker mottagning och lagring av bentonit för produktion av buffert före transporten till produktionsanläggningen på driftområdet. Ingen kärnteknisk verksamhet bedrivs i Hargshamn.

6.2.4 Undermarksdel

Undermarksdelen består av ett centralområde och ett förvarsområde indelat i deponeringsområden, förbindelser till ovanmarksdelen i form av schakt för hissar och ventilation, och en ramp för fordonstransporter. Centralområdet innehåller utrymmen med funktioner för driften av undermarksdelen. I förvarsområdet ska slutförvaringen av kapslarna med använt kärnbränsle ske.

Preliminära data för ramp och schakt redovisas i figur 6-6 och figur 6-9.

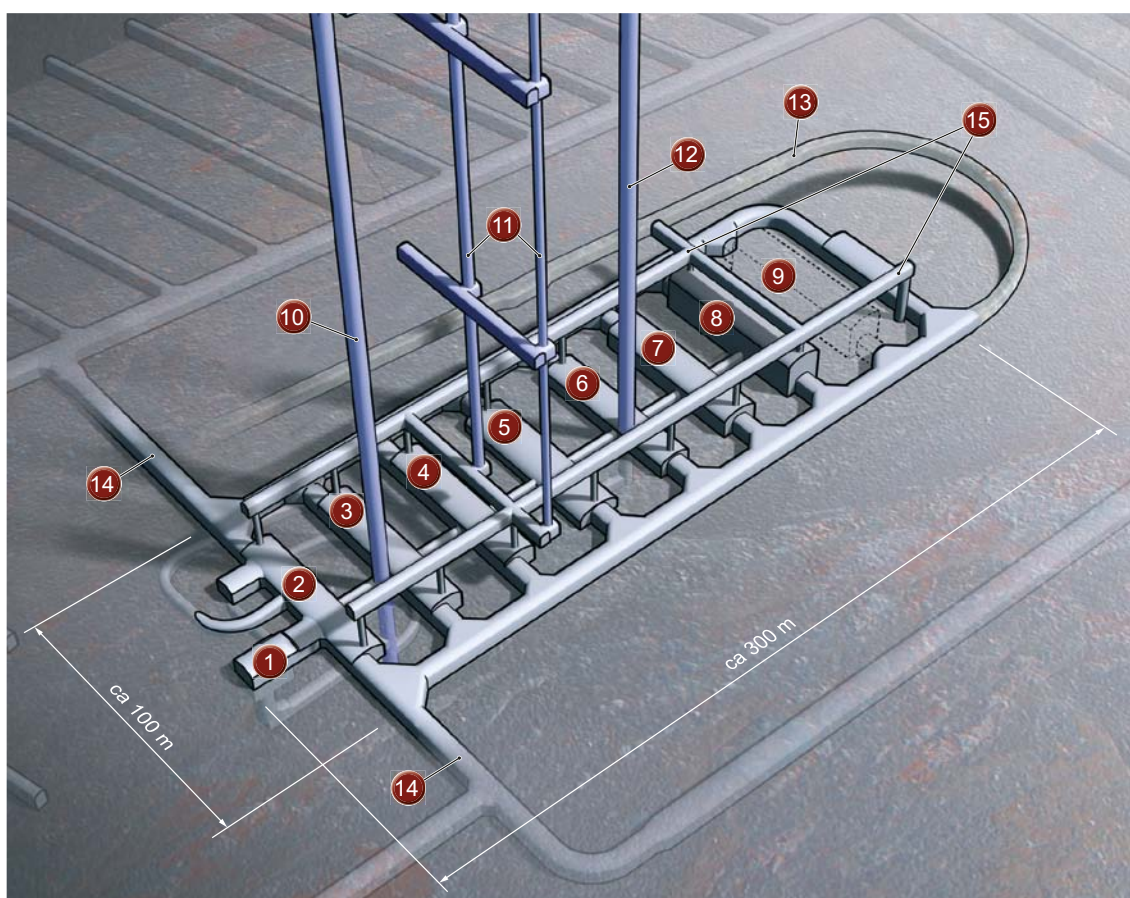


Figur 6-6. Centralområde med ramp och schakt och preliminära dimensioner för schakten.

Rakt under det inre driftområdet i ovanmarksdelen ligger undermarksdelens centralområde, se figur 6-6. Det består av en rad parallella hallar som har olika funktioner för undermarksdelens drift. Hallarna binds samman med tunnlar på båda sidor som utgör de genomgående transportvägarna i centralområdet. Centralt finns en genomgående gångtunnel och en servicetunnel utgör förbindelse till skipschaktets botten. Det finns även en tunnel från hisschaktets botten till servicetunneln.

Följande **bergrum** ingår i centralområdet (se figur 6-7, numren i punktsatserna hänvisar till nummer i figuren):

- **Berglaststationen** (1) innehåller funktioner för att ta emot uttagna bergmassor från förvarsområdet, krossa större block och lasta om bergmassor till skipen för upptransport.
- **Berghallen** (2) med utrymmen för att ställa upp fordon och för bassänger för länshållningsvatten.
- **Skiphallen** (3) har utrymmen för att lagra buffert och återfyllning som transporteras ner med skipen, samt för rangering (förflyttning) av buffert och återfyllning.
- **Elhallen** (4) innehåller utrymme för transformatorer, för ställverk till undermarksdelens kraftförsörjning, samt för batterier för nödkraft.
- **Fordonshallen** (5) utgör uppställningsplats för fordon och maskiner som används i anläggningens drift under mark.
- **Hisshallen** (6) med utrymmen för personal. Här finns även en säker plats (räddningskammare) som ska rymma alla personer i undermarksdelen.
- **Förråds- och verkstadshallen** (7) med utrymmen för förrådshållning och underhåll av fordon och maskiner.
- **Omlastningshallen** (8) för omlastning av kapsel med använt kärnbränsle från kapseltransportbehållaren på rampfordonet till strålskärnstuben på deponeringsmaskinen.
- **Reserverad plats** för en extra hall (9).



Figur 6-7. Centralområdet.

Centralområdet har förbindelser till ovanmarksdelen enligt följande:

- **Skipschakt** (10) för transport av uttagna bergmassor till ovanmarksdelen och för nedtransport av buffert, återfyllning och annat material.
- **Tillufts- och frånluftsschakt** (11) för ventilation av undermarksdelen.
- **Hisschakt** (12) för transport av personer och lättare gods mellan ovanmarks- och undermarksdelen.
- **Rampen** (13) för fordonstransporter till undermarksdelen, framförallt för transport av kapslar med använt kärnbränsle.

Från centralområdet utgår tunnlar (14) för transporter mellan centralområdet och förvarsområdet. Kapslar med använt kärnbränsle, buffert och återfyllning transporteras ut till förvarsområdet och från förvarsområdet kommer transporter av uttagna bergmassor för upptransport i skipen.

För distribution av ventilationsluft i av undermarksdelen finns två längsgående ventilationstunnlar (15), en för tilluft och en för frånluft, som ansluter ovanifrån till varje hall. Till dessa tunnlar har ventilationsschakten till ovanmarksdelen sin anslutning. Ventilationsluft distribueras också till förvarsområde och ramp via anslutningar till ventilationstunnlarna.

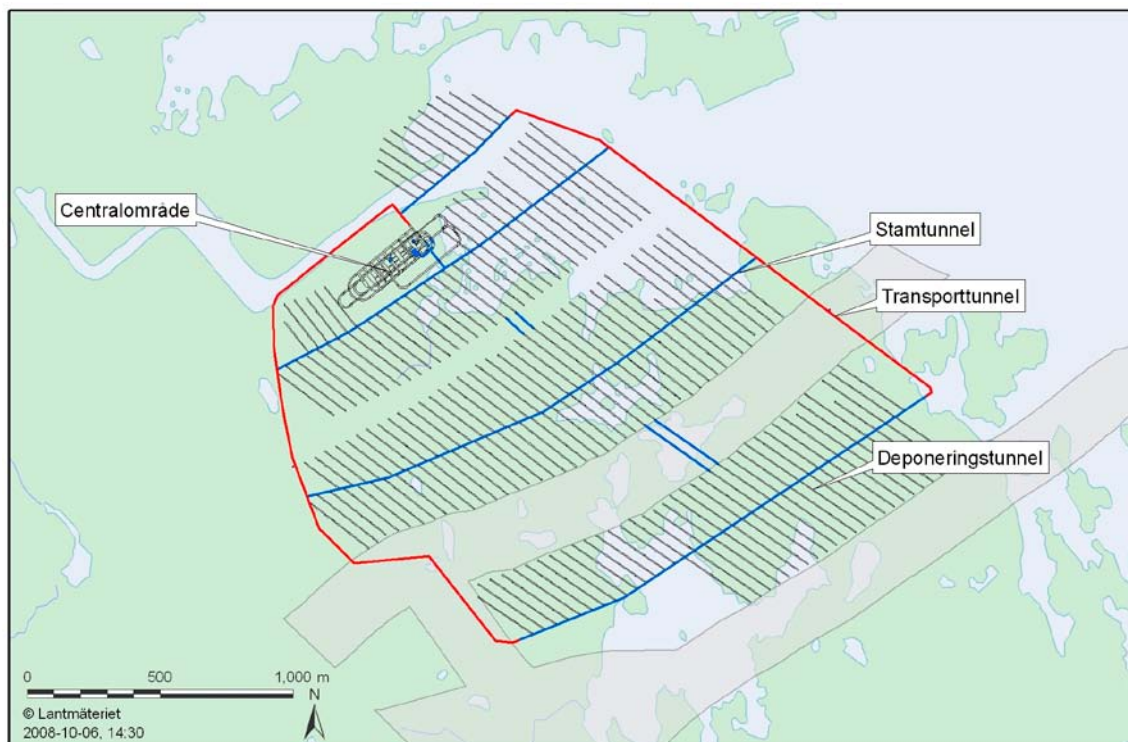
Förvarsområdet, där den slutliga deponeringen av kapslarna med använt kärnbränsle kommer att göras, är ett utbrett område av tunnlar, figur 6-8.

Området är indelat i flera deponeringsområden avgränsade av mellanliggande sprickzoner där deponering av kapslar inte kan göras. Förvarsområdet ansluter med tunnlar till centralområdet och med ventilationsschakt för frånluft upp till marknivån.

Layouten för förvarsområdet är baserad på resultaten från platsundersökningarna. Den ska ge plats till deponeringen av det totala antalet kapslar med hänsyn taget till bortfall av deponeringshål. För layouten har ett bortfall av 13 % antagits.

I detta projekteringskede är layouten preliminär och ett exempel på ett analyserat och genomförbart alternativ. Detaljerad platsanpassning med hänsyn till långsiktig säkerhet kommer att göras löpande i takt med att mer detaljerad information inhämtas om berget.

Förvarsområdet ligger på ett djup av cirka 500 m och upptar en yta av 3–4 km², se figur 6-8.



Figur 6-8. Förvarsområdets utbredning.

Det finns flera olika typer av **tunnlar** i förvarsområdet:

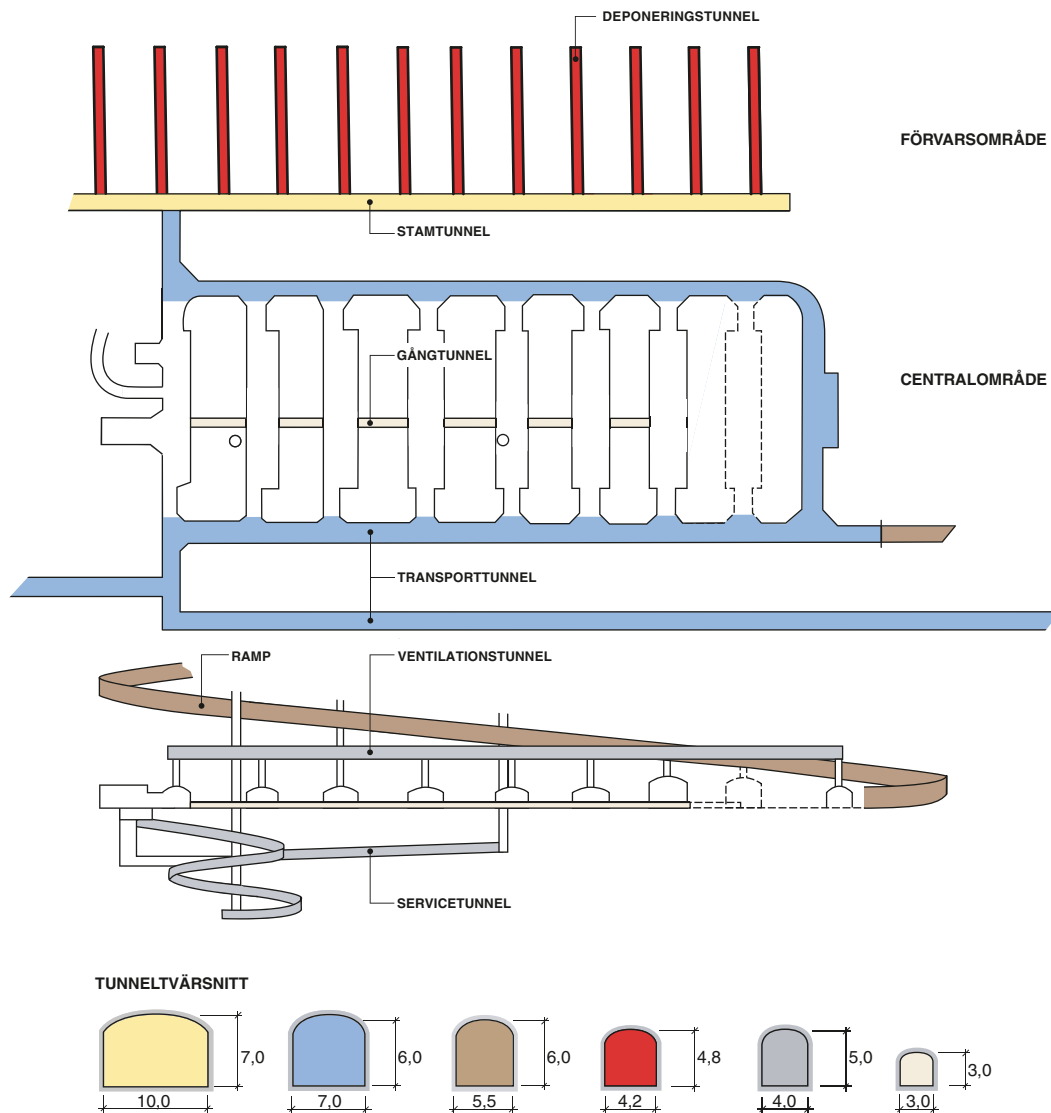
- **Transporttunnlar** går från centralområdet fram till det första deponeringsområdet, samt mellan de olika deponeringsområdena.
- **Stamtunnlar** är de genomgående tunnlar i förvarsområdet från vilka deponeringstunnlarna utgår.
- **Deponeringstunnlar** är de tunnlar där deponeringen av kapslar med använt kärnbränsle sker. Deponeringen görs i vertikala deponeringshål borrarade i deponeringstunnlarnas golv. Utformningen av en deponeringstunnel framgår av figur 6-10.

Figur 6-9. visar de tunneltyper som förekommer i undermarksdelen.

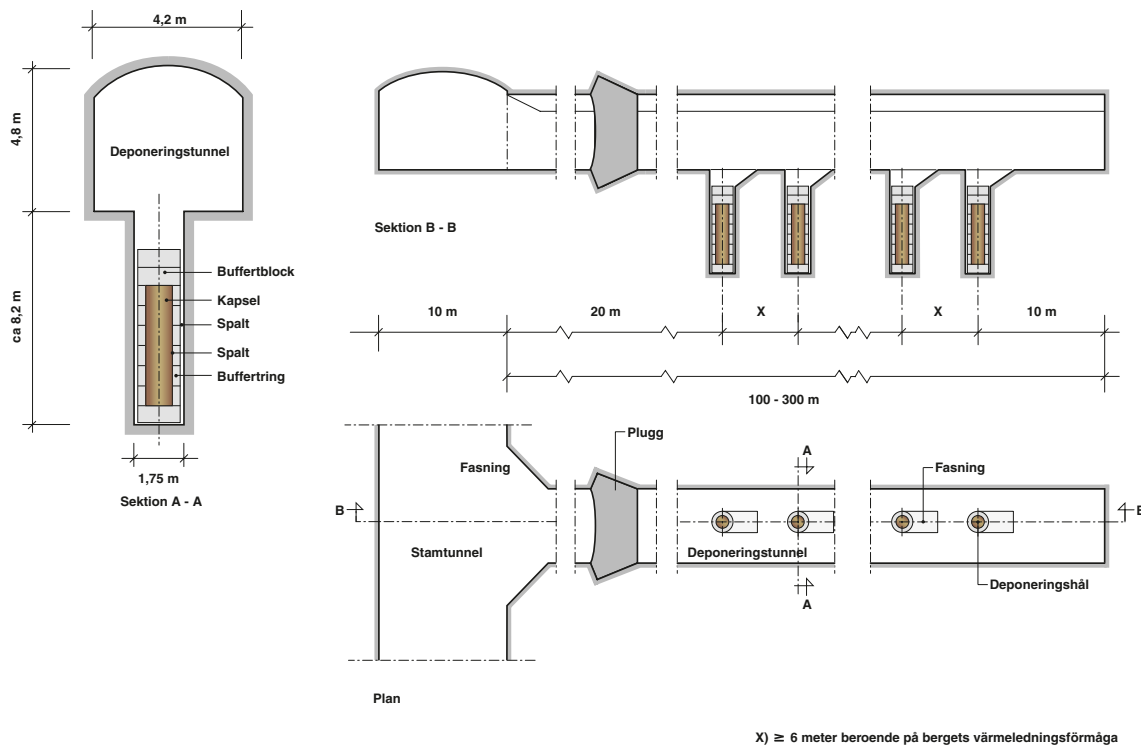
Länshållning

Länshållningssystemet kommer att utformas så att vatten i undermarksanläggningens utrymmen kan dräneras och ledas upp till driftområdet ovan mark. Under drifttiden ska länshållningssystemet skydda installerad buffert och återfyllning fram tills deponeringstunneln förslutits.

En första sedimentering och oljeavskiljning för uppsamlat länshållningsvatten kommer att ske under mark. Länshållningssystemet kommer att klara driftavbrott på elmatningen, och en reservvolym motsvarande minst 24 timmars inläckning kommer att anordnas i centralområdet.



Figur 6-9. Tunneltyper i indermarksdelen.



Figur 6-10. Deponeringstunnel. Deponeringshålen förses med en avfasning (slits) för nedsänkning av kapsel.

Länshållningsvattnet pumpas via lokala pumpgropar i försvarsområdet till bassänger i berghallen i centralområdet. Länshållningsvattnet renas från olja och suspenderade partiklar i bassängerna. Oljeavskiljare finns även i fordonshallen och i verkstadshallen. Det finns två bassänger för att reningen ska kunna pågå kontinuerligt. Länshållningsvattnet pumpas i flera steg till ovanmarksdelen via hisschaktet till en bassäng under ventilationsbyggnaden. Värme i vattnet återvinns och vattnet leds därefter till recipienten.

Ventilation

Ventilationssystemet kommer att utformas så att gränsvärden för emissioner och radon inte överskrids och krav på temperatur och luftfuktighet uppfylls. Arbetsmiljökrav för dem som arbetar i slutförvarsanläggningen ska uppfyllas. Gaser från sprängning kommer att vädras ut så att bergarbetena snabbt kan återupptas. Även brandgaser ska kunna ventileras ut.

Elkraftförsörjning

Tekniska system med betydelse för slutförvarsanläggningens säkerhet och barriärskyddande funktioner kommer att kunna förses med elkraft även vid driftavbrott i elförsörjningen. Reservmatning från aggregat placerat ovan mark kommer att finnas.

För att säkerställa undermarksdelens drift finns redundanta elmatningar i frånlufts- och skipschakten.

Brandskydd

Brandskyddet i slutförvarsanläggningens undermarksanläggning kommer att vara en kombination av passiva och aktiva metoder. I det passiva brandskyddet ingår val av material, separering och indelning i brandceller. Aktivt brandskydd innebär branddetektering, brandsläckning, brandgasventilation mm.

En släckvattenbassäng anordnas i rampen på en nivå av cirka 100 m ovanför centralområdet.

6.3 Verksamheter under drift

6.3.1 Skeden i anläggningens livscykel

Slutförvarsanläggningens skeden från uppförande till förslutning avgränsas av de myndighetstillstånd som erfordras för att genomföra dem. För närvarande pågår platsundersökningsskedet som avslutas med att SKB lämnar in ansökan att uppföra, inneha och driva slutförvarsanläggningen. När SKB fått detta tillstånd kan uppförandet av anläggningen påbörjas. Under driftskedet, som delas in i provdrift och rutinmässig drift, deponeras kapslar med använt kärnbränsle, och efter att detta avslutats vidtar avveckling av anläggningen. Slutförvarsanläggningens skeden från och med uppförandet visas i tabell 6-1.

6.3.2 Principer för utbyggnad och drift

Verksamheten under drift karakteriseras av att deponering av kapslar i färdigställda deponeringstunnlar pågår samtidigt som bergarbeten med att tillreda nya deponeringstunnlar. Arbetena drivs enligt en strategisk plan för följande verksamheter:

- Detaljundersökningar.
- Tillredning av nya deponeringstunnlar.
- Deponering av kapslar.
- Återfyllning och pluggning av deponeringstunnlar.
- Tillverkning av buffert och återfyllning.

Principen för driften är att hålla bergarbetena separerade från deponeringen av kapslar, dels för att undvika nedsmutsning av deponeringstunnlarna och dels för att deponeringstunneln klassas som kontrollerat område när deponering pågår. Separeringen åstadkoms med hjälp av en skiljevägg som avskiljer verksamheterna samt genom registrerat och kontrollerat tillträde till transporttunnel från centralområdet. Ventilationsluften från centralområdet passerar först deponeringssidan, genom öppningar i skiljeväggen till bergarbetssidan och slutligen ut via frånluftsschakt. I takt med att deponeringen och bergarbetena fortskrider installeras nya avskiljande väggar i stamtunneln.

Under all verksamhet kommer kontrollaktiviteter att ingå som en naturlig del av arbetet i slutförvarsanläggningen för att garantera att avsett utförande uppnås. Kontrollerna kommer att följa ett särskilt kontrollprogram och beskrivs inte i detta dokument.

Uppförandeskedet avslutas med att ett deponeringsområde tillreds med stamtunnel och deponeringstunnlar. Här påbörjas provdriften. Anläggningen överlämnas organisatoriskt från projektorganisationen till driftorganisationen.

Skede provdrift får påbörjas efter det att villkor för drifttagande uppfyllts och godkänts av SSM. Under provdriften körs hela anläggningen inklusive all hanterings- och transportutrustning. Kapslar med använt kärnbränsle deponeras samtidigt som nya deponeringstunnlar tillreds i takt med att ditills färdigställda deponeringstunnlar fyllts med kapslar, återfyllts och pluggats. Pluggningen åstadkoms med en kraftig betongplugg, som blir gräns mellan den återfyllda deponeringstunneln och stamtunneln, där verksamhet pågår. Deponeringstakten ökas successivt under provdriftsskedet för att närma sig den takt som ska gälla under rutinmässig drift.

Tabell 6-1. Skeden i slutförvarsanläggningens utveckling.

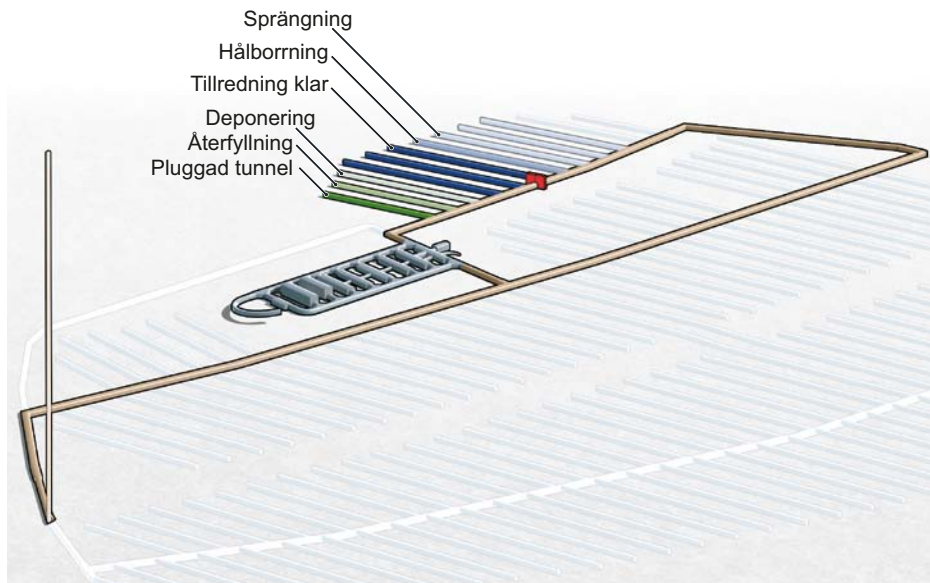
Skede	Omfattning
Uppförande	Byggnad och driftsättning av slutförvarsanläggningen. Skedet omfattar alla aktiviteter som behövs för att ansöka om tillstånd för provdrift av anläggningen.
Drift	Successiv utbyggnad av förvarsområdet och deponering av kapslar med använt kärnbränsle. Delas in i provdrift och rutinmässig drift.
• Provdrift	Drift som omfattar deponering av ett begränsat antal kapslar med använt kärnbränsle från och med att tillstånd för provdrift har erhållits.
• Rutinmässig drift	Drift från och med att tillstånd för rutinmässig drift har erhållits tills dess att allt använt kärnbränsle från det svenska kärnkraftsprogrammet har deponerats och samtliga deponeringstunnlar har återfyllts.
Avveckling	Skedet påbörjas efter det att myndighetstillstånd erhållits. Omfattar förslutning av samtliga ofyllda tunnlar, bergtrum och undersökningsborrhål, samt återställande av markytor. Under skedet ska ansökan lämnas in om myndighetstillstånd att riva ovanmarksdelen.

När SSM gett tillstånd enligt kärntekniklagen (KTL) kan den **rutinmässiga driften** starta. Denna beräknas pågå i ungefär 45 år.

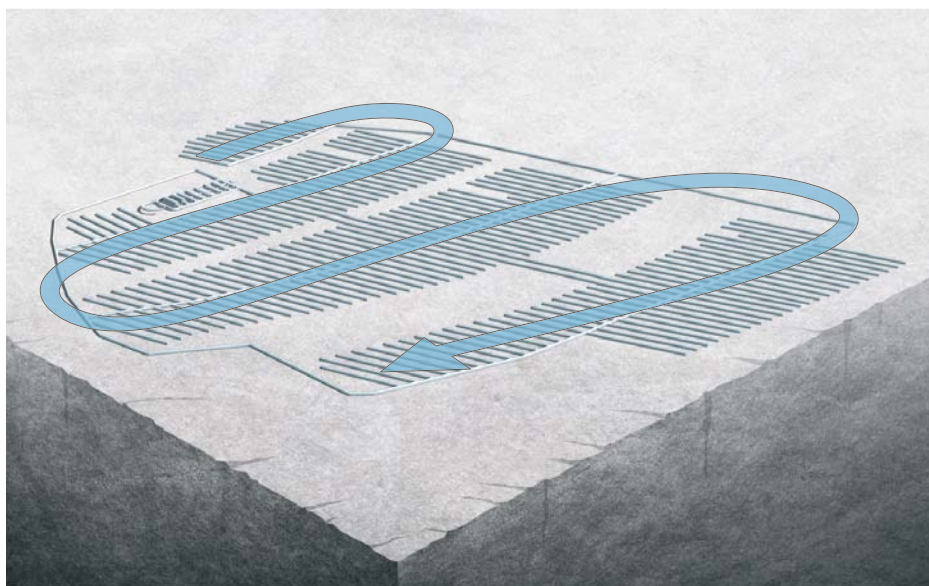
Efter cirka ett års provdrift befinner sig deponeringstunnlarna i olika stadier, se figur 6-11. På ena sidan av skiljeväggen (röd i figuren) pågår deponering, eller så är alla deponeringshål i deponeringstunneln fyllda eller tunneln återfylld. På den andra sidan av skiljeväggen pågår sprängning och tillredning av deponeringstunnlar.

Figur 6-12 visar hur försvarsområdet successivt byggs ut under driftskedet

När deponeringen avslutats vidtar förslutning och avveckling av anläggningen.



Figur 6-11. Försvarsområdet vid övergång till rutinmässig drift.



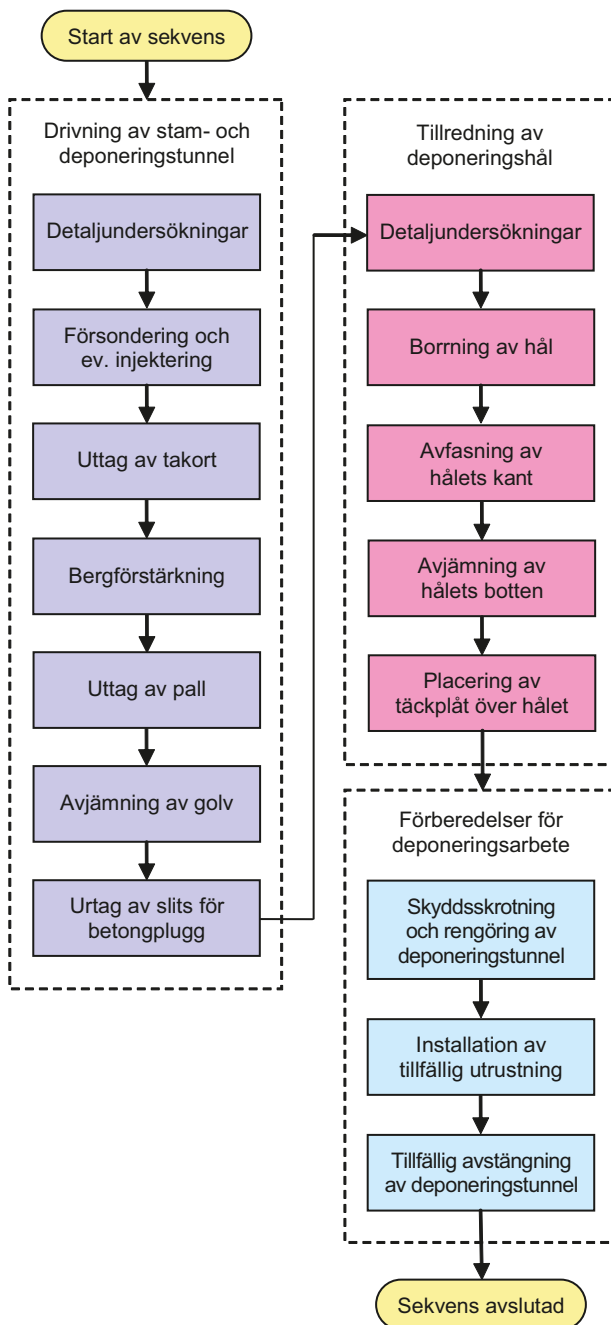
Figur 6-12. Successiv utbyggnad av försvarsområdet under driftskedet.

6.3.3 Bergarbeten

Med bergarbeten avses den verksamhet under anläggningens drift som utförs i förvarsområdet, parallellt med och avskilt från deponeringsarbeten. Här ingår alla aktiviteter som krävs för uttag av tunnlar och borrar av deponeringshål, inklusive förberedelser och detaljundersökningar. Det ingår även att förse tunnlar med tillfälliga installationer för ventilation, el, belysning och läns hållning.

När bergarbetena är avslutade i en deponeringstunnel ska denna vara förberedd för start av deponeringsarbeten. De aktiviteter som utförs fram till att deponeringsarbetena kan inledas visas i figur 6-13.

Uttag av takort och pall (övre respektive nedre del av tunneln) i figuren omfattar momenten borrar, laddning, sprängning, utlastning av berg samt skrotning, det vill säga avlägsnande av löst sittande berg. I injektering ingår såväl injekteringsborrning som själva injekteringen.



Figur 6-13. Moment ingående i bergarbeten.

För utbyggnad av stamtunnlar och deponeringstunnlar i deponeringsområdena kommer väl beprövad och konventionell teknik att användas. Metoden kallas borrhning/sprängning och kommer att utföras med i huvudsak standardiserad utrustning. Undantag från detta är till exempel utrustning för borrhning av deponeringshål.

Baserat på kravet att metoder för berguttag inte får försämra bergets barriärfunktioner har SKB valt att tillämpa försiktig sprängning för stamtunnlar och försiktig och skonsam sprängning för deponeringstunnlar. Deponeringshålen kommer att borraras med en för ändamålet tillverkad bormaskin. I borrhning/sprängning ingående arbetsmoment visas i figur 6-14.

Bergarbetena inleds med kartering av berget. Vid behov tätas berget med injektering för att uppnå tillräcklig täthet i anläggningen, bland annat för att begränsa vatteninflödet så att deponering och återfyllning kan genomföras på avsett sätt. Täthetskraven är högst för deponeringshålen, något lägre för deponeringstunnlarna och lägst för övriga bergutrymmen.

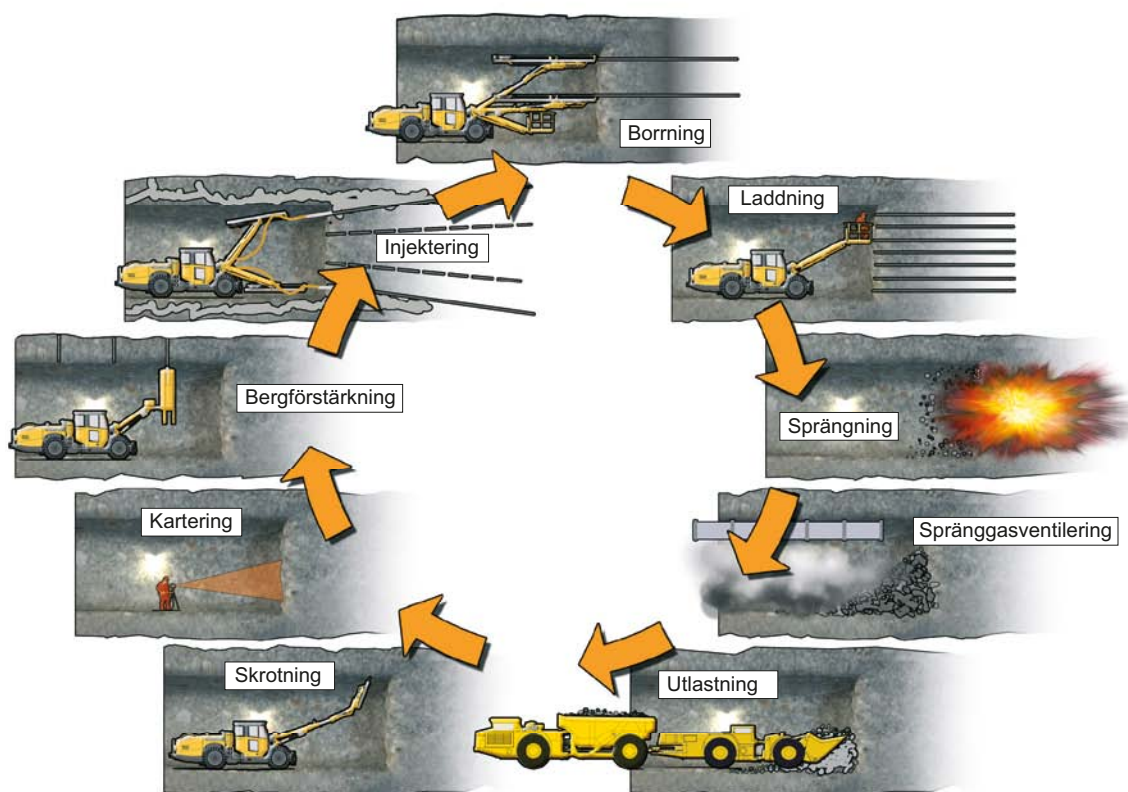
När injekteringsbruket hårdnat borraras hål för laddning med sprängmedel. Efter genomförd sprängning vädras spränggaserna ut, varefter bergmassorna kan bortforslas. Skrotning av berget utförs maskinellt med manuell efterkontroll.

Bergförstärkning för att uppnå tillräcklig bärförmåga och stadga kommer att utföras med konventionella metoder och material. Metoder som blir aktuella, beroende på tunnelavsnittets egenskaper, är bultning med enstaka bultar, systematisk bultning, systematisk bultning med stål nät, systematisk bultning och stålfiberarmerad betong eller helt betonginklädd tunnel. Metoderna stålfiberarmerad betong och betonginkläddning är dock inte aktuella för deponeringstunnlar. Allt cementbruk som lämnas kvar i anläggningen ska ha ett pH-värde lägre än 11.

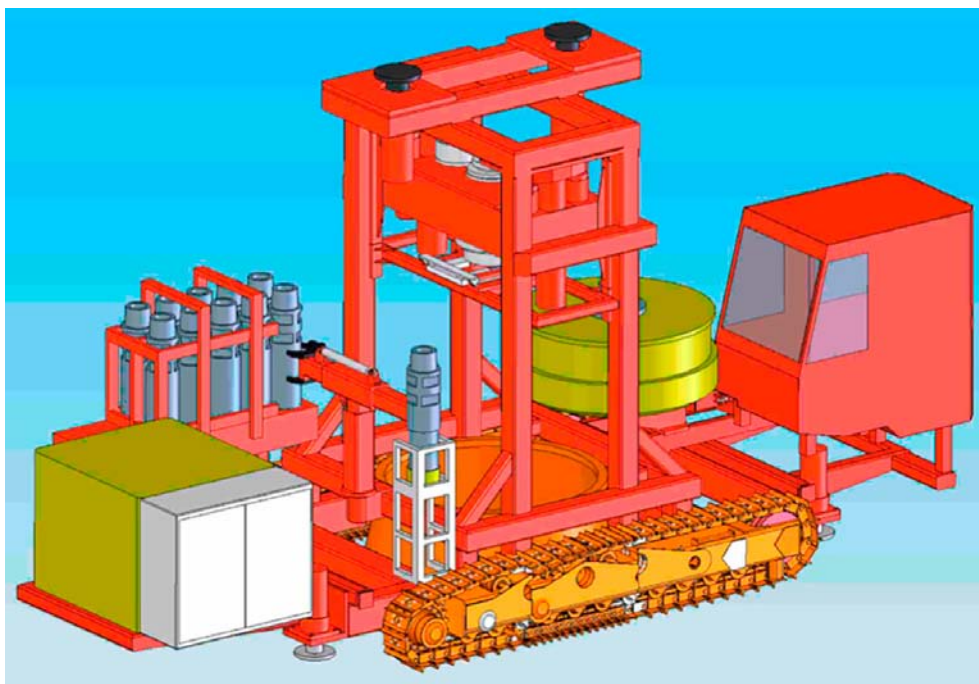
Materialåtgången vid injektering och bergförstärkning är helt beroende av bergets egenskaper. En uppskattning redovisas i avsnitt 6.4.3, Resursförbrukning.

Deponeringshål kommer inte att tätas eller förstärkas utan förläggs där berget uppfyller de ställda täthetskraven.

Deponeringshålen borraras med en specialmaskin enligt figur 6-15. Tekniken innebär att en borkrona mekaniskt rymmer upp det vertikala deponeringshålet till avsett djup.



Figur 6-14. Arbetscykel vid konventionell borrhning/sprängning.



Figur 6-15. Borrmaskin, prototyp, för deponeringshål.

Deponeringstunnlar och deponeringshål kommer att inspekteras avseende stabilitet, täthet och geometrier före överlämnandet för deponering.

Uttagna bergmassor forslas till berghallen i centralområdet för vidare transport till markytan via skipschaktet, se figur 6-16. En berglastmaskin samlar upp massorna i tunneln och lastar dem på en dumper, som via stamtunneln kör till berghallen. Lasten töms där i en mottagningsficka. Bergmassorna krossas och töms i en silo enligt figuren, och förs därefter vidare med ett transportband till skipen.

6.3.4 Deponeringsarbeten

Följande moment ingår i deponeringsarbetet:

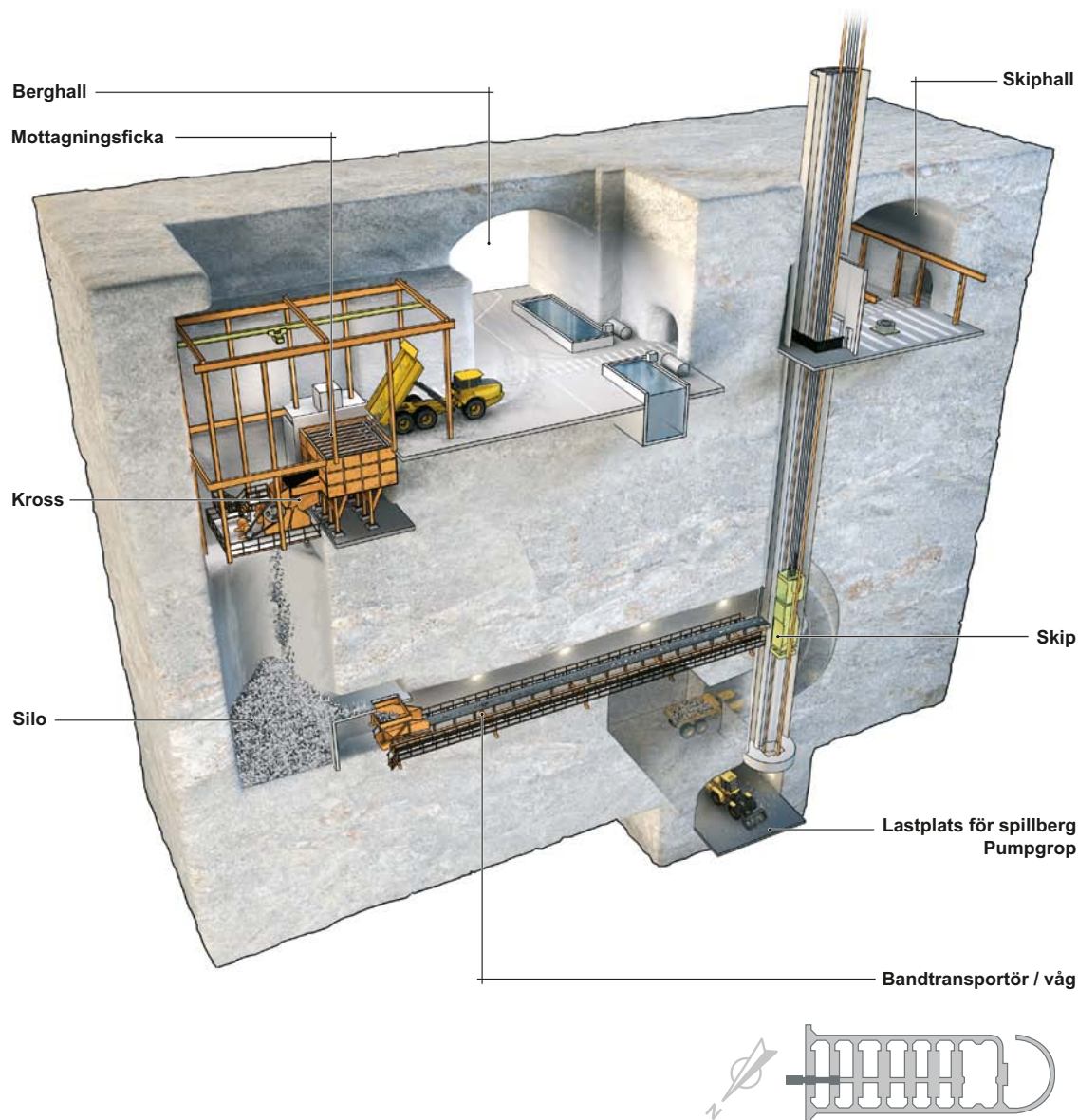
- Mottagning av kapsel i transportbehållare i ovanmarksdelens terminalbyggnad.
- Transport med rampfordon från terminalbyggnad till omlastningshall på förvarsnivå.
- Omlastning av kapsel till deponeringsmaskin och transport till deponeringstunnel.
- Installation av buffert.
- Deponering av kapsel enligt arbetssekvens.
- Återfyllning av deponeringstunneln (avsnitt 6.3.5).

Aktiviteterna i deponeringssekvensen i deponeringstunneln visas i figur 6-17.

Rampfordonet hämtar kapseln i sin kapseltransportbehållare i terminalbyggnaden och transporterar den via rampen till omlastningshallen i centralområdet (figur 6-18).

En travers lyfter transportbehållaren med sitt innehåll från lastbäraren och sänker ned den i omlastningscellen under hallens golvnivå. Deponeringsmaskinen (figur 6-19) kör nu fram till omlastningscellen och sänker ner strålskärmsstuben (figur 6-18).

Kapseltransportbehållaren flyttas med luftkuddetruck till en position där lyftverktyget kan lossa det strålskärmande locket. Därefter förflyttas behållaren vidare till urlastningspositionen under deponeringsmaskinens strålskärmsstub. I denna sekvens kontrolleras även kapselns id-nummer. För att kunna godkänna kapseln för vidare hantering kontrolleras dess integritet avseende luftburen aktivitet, ytkontamination och mekaniska skador. Deponeringsmaskinens lyftverktyg lyfter sedan kapseln från transportbehållaren upp i strålskärmsstuben. Hela denna lyftsekvens sker strålskärmat



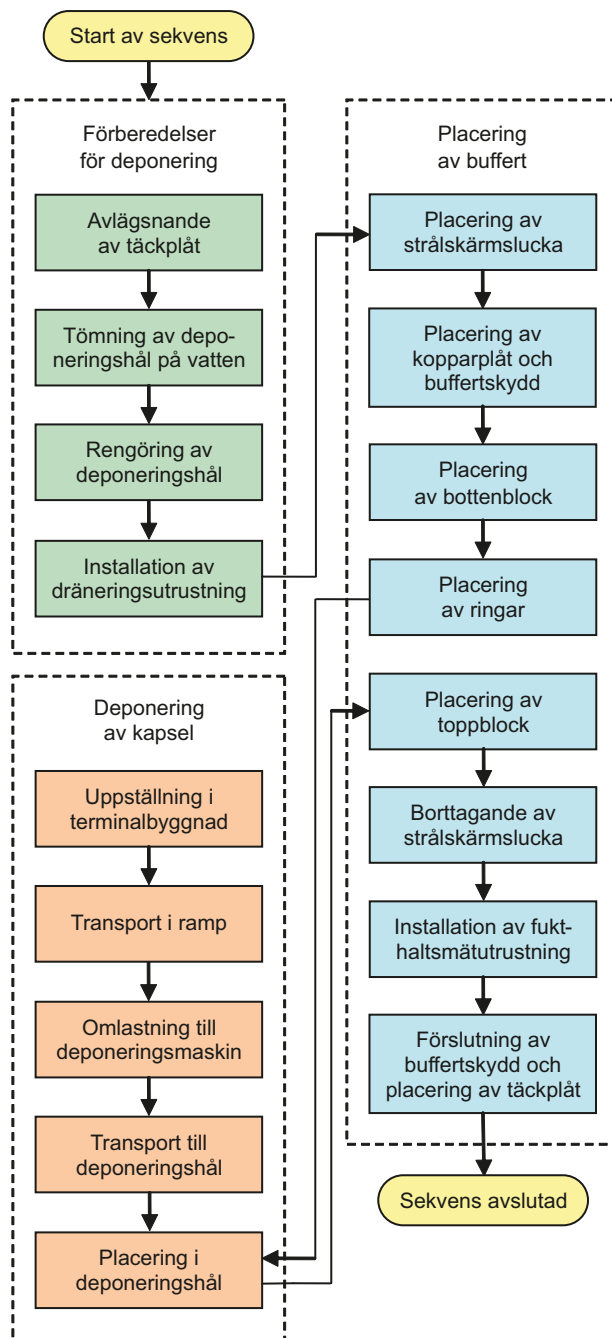
Figur 6-16. Berghall och berglaststation.

nere i omlastningscellen. Med kapseln inne i strålskärnstuben kan deponeringsmaskinen inleda sekvensen med att vrida strålskärnstuben i horisontellt läge. Den tomma transportbehållaren kan nu iordningställas för transport till markytan. I samband med att rampfordonet lämnar en fylld behållare tar den med sig en tom behållare till markytan. Därför finns det två positioner för behållare i omlastningshallen.

Transportbehållare respektive strålskärnstub utgör strålskydd mot gamma- och neutronstrålningen och omlastningen av kapsel sker strålskärmad nere i omlastningspositionen i omlastningscellen. Omlastningshallen är klassat som kontrollerat område, dörrar och portar är låsta och endast personer med behörighet har tillträde. Omlastningen utförs fjärrstyrt från en lokal manöverplats i omlastningshallen eller från slutförvarsanläggningens driftcentral.

Rampfordonet och deponeringsmaskinen har sina in- och utfarter i motsatta ändar av omlastningshallen.

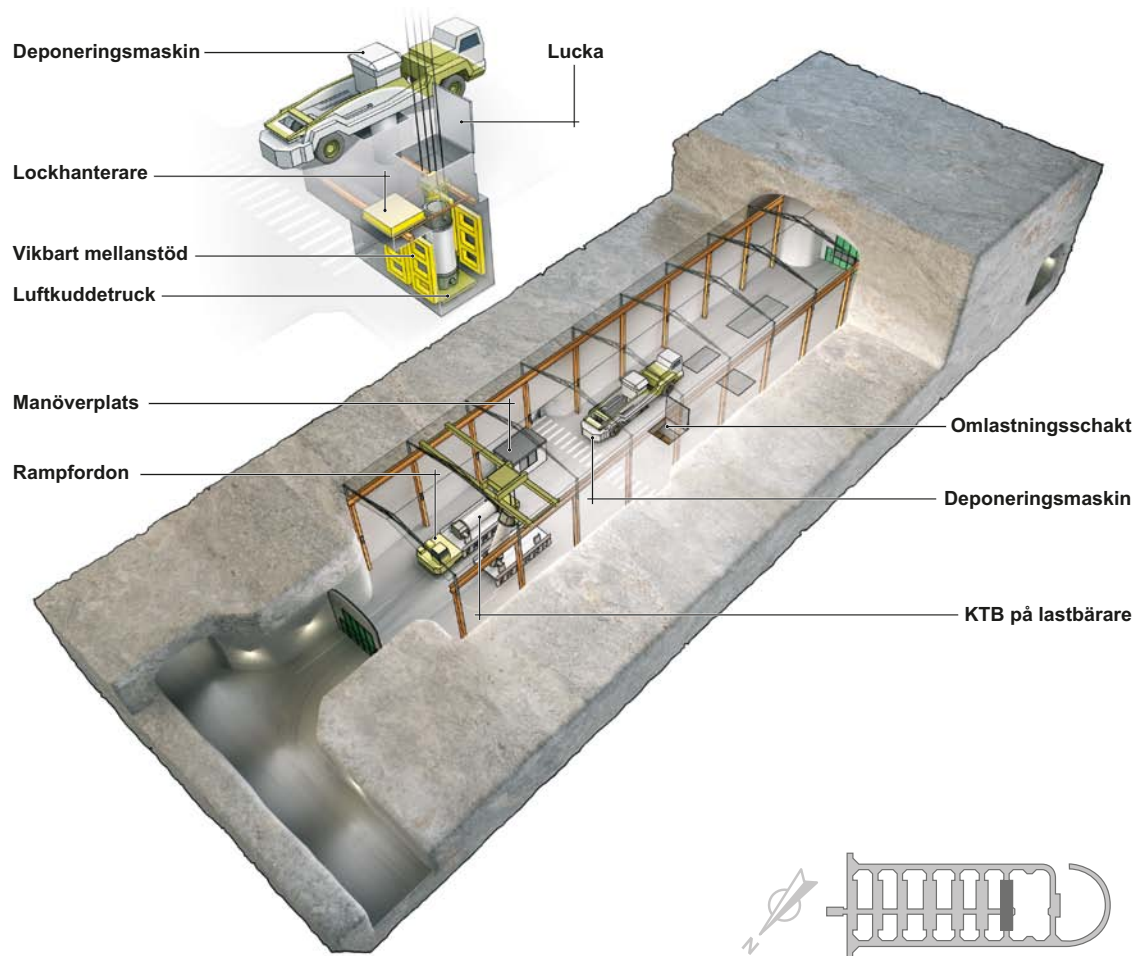
Innan deponeringssekvensen påbörjas skyddas deponeringshålet av ett skyddslock, som skyddar hålet från nedfallande material och personalen från att falla ner.



Figur 6-17. Deponeringssekvens i deponeringstunnel.

Deponeringsmaskinen framförs autonomt (självstyrande) vid normal drift, övervakad från driftcentral, men kan även framföras fjärrstyrt från driftcentralen eller manuellt från sin förarhytt. Vid deponering ligger en speciell strålskärmslucka över hålet. Denna lucka hanteras av en mobil bockkran och läggs dit innan inplacering av buffertblock påbörjas.

Bufferten är en av barriärerna i slutförvaret och omger den deponerade kapseln. Bufferten består av pressad bentonit, under och ovanpå kapseln i form av block och längs kapselns mantelyta i form av ringar. Spalten mellan berg och buffert kommer att fyllas med pellets eller granulat av bentonit. Bentoniten innehåller mineral som binder vatten när vatten tillförs. Därmed sväller bentoniten, vilket är en viktig egenskap för barriärfunktionen.



Figur 6-18. Omlastningshall.



Figur 6-19. Deponeringsmaskin.

I förberedelserna ingår rengöring och kontroll av deponeringshålet samt installation av den dräneringsutrustning som krävs för att avlägsna vatten i deponeringshålet. Installation av buffert inleds då en bockkran ställts upp och strålskärmsluckan lagts på plats (figur 6-20). En kopparpåls och ett buffertskydd placeras i deponeringshålet. Dessa har funktionen att skydda bufferten mot fukt fram till återfyllningen. Därefter placeras det understa buffertblocket och bufferringarna på plats. Deponeringsmaskinen kör fram över deponeringshålet och positioneras i rätt läge, varefter strålskärmsluckan öppnas och kapseln sänks ner i deponeringshålet. Strålskärmsluckan stängs varefter deponeringsmaskinen återgår till omlastningshallen. När kapseln deponerats läggs blocken ovanpå kapseln på plats.

Strålskärmsluckan skyddar omgivningen från strålning när deponeringsmaskinen flyttas och toppblocken inte är installerade. Därigenom undviks strålning till omgivningen under hela förloppet.

Då deponeringshålet slutligt fyllts med buffertblock utgör detta tillräckligt strålskydd och strålskärmsluckan kan då flyttas till nästa hål.

6.3.5 Återfyllning

Återfyllningen ersätter det utsprängda berget i deponeringstunnlarna. Den består av pressade block av bentonit som staplas i tunnlar och pellets av samma material. Pellets används som utfyllnad i spalten mellan block och tunnelvägg.

Återfyllningen i deponeringstunneln påbörjas när den sista kapseln i tunneln har deponerats. Arbetsmomenten för återfyllning av deponeringstunnel redovisas i figur 6-21. Återfyllningssekvensen i vänstra delen av schemat genomlöps en gång för varje kapselposition.

Återfyllningen inleds med att deponeringshålens skyddslock, buffertskydd och dräneaustrustning i deponeringshålen demonteras. De deponeringshål som inte är godkända fylls, varpå deponeringstunnelns golv jämnas till. I det arbetet ingår också att fylla deponeringshålet och avfasningen överst i hålet.

Återfyllningen i deponeringstunneln, som utförs med en specialutvecklad utrustning (figur 6-22), måste vara på plats innan bufferten börjar svälla. Tillfälliga installationer som använts under deponeringen tas bort successivt i den takt som återfyllningen fortskrider.

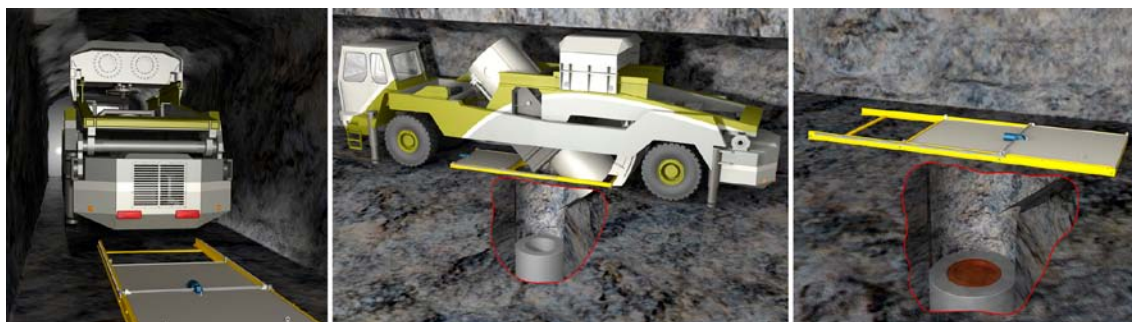
När deponeringstunneln har återfyllts i sin helhet, pluggas den genom att en betongplugg gjuts i deponeringstunnelns mynning.

Hur hantering och inläggning av återfyllnadsblocken kommer att gå till är föremål för teknikutveckling, såväl avseende metod och utrustning som avseende tidsåtgång.

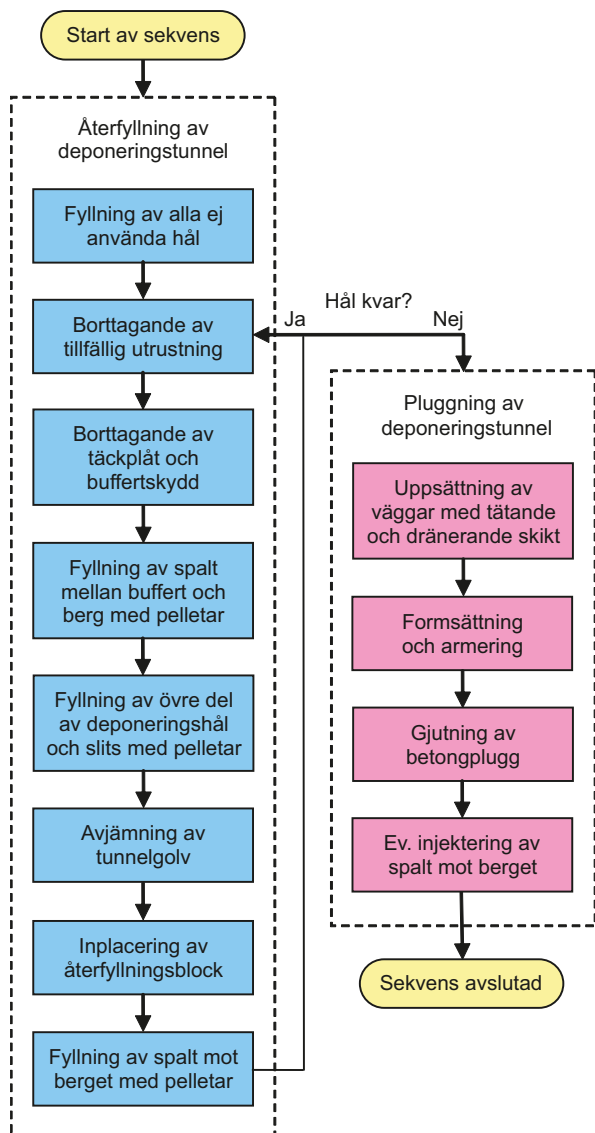
6.3.6 Produktion och hantering av buffert

Följande aktiviteter sker i anläggningen fram till installation i deponeringshålet:

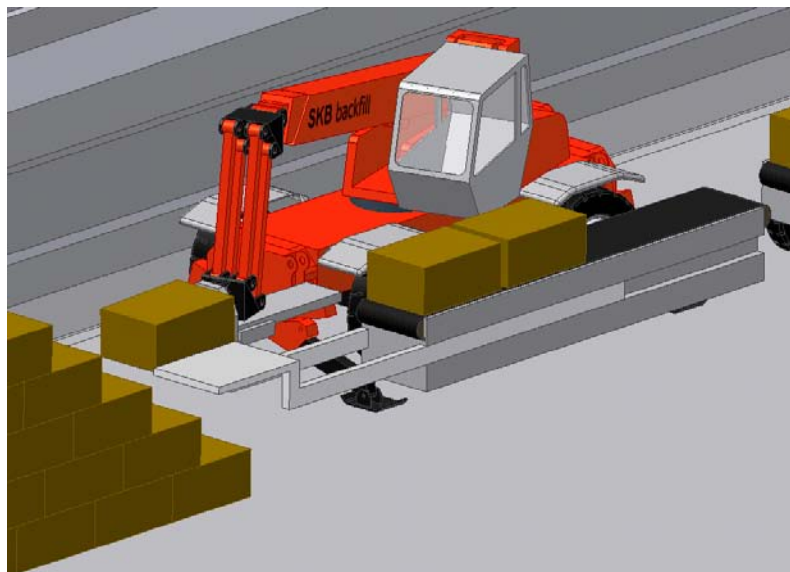
- Bentonitlagring.
- Buffertproduktion.
- Mellanlagring av buffert.
- Transport till deponeringstunneln.



Figur 6-20. Deponering av kapsel.



Figur 6-21. Arbetsmoment vid återfyllning av deponeringstunnel.



Figur 6-22. Återfyllningsmaskin (preliminär utformning) för utläggning av block.

Bentonit i form av granulat levereras med fartyg till Hargshamns hamn och lastas om till ett bentonitförråd i hamnen. Bentoniten transporteras med lastbil till slutförvarsanläggningen och lossas i mottagningsbyggnaden på yttre driftområdet.

Bufferten tillverkas i produktionsbyggnaden. Tillverkningen sker genom pressning av bentoniten till hög densitet i form av block, ringar och pellets. Pressade block och ringar kan behöva stå några dagar i produktionsbyggnaden och utvidgar sig då något. Därefter svarvas de till de mått som krävs för deponeringen. Den färdiga bufferten placeras på pallar i ett hölje som skyddar den mot att svälla på grund av upptag av vatten eller att torka ut.

Färdig buffert transporteras med fordon till skipbyggnaden, med skipen ned till skiphallen i centralområdet och därefter med fordon ut till deponeringstunneln. Mellanlager för färdig buffert finns dels i skipbyggnaden och dels i skiphallen.

6.3.7 Produktion och hantering av återfyllning

Bentoniten för återfyllning och bentoniten för buffert är av två skilda kvaliteter, vilket innebär att de lagras och hanteras åtskilt i anläggningen.

Hantering av återfyllning omfattar aktiviteterna:

- Bentonitlagring.
- Produktion av återfyllning.
- Mellanlagring av återfyllning.
- Transport till deponeringstunneln.

Bentonit i form av granulat levereras med fartyg till Hargshamns hamn och lastas om till ett bentonitförråd i hamnen. Bentoniten transporteras med lastbil till slutförvarsanläggningen och lossas i mottagningsbyggnaden på yttre driftområdet.

Återfyllningen tillverkas i produktionsbyggnaden, genom att bentoniten pressas till block och pellets. Den färdiga återfyllningen placeras på pallar med en övertäckning som skyddar den mot att svälla på grund av upptag av vatten eller att torka ut.

Transporten av färdig återfyllning sker med fordon till skipbyggnaden, med skipen till centralområdet och med fordon ut till deponeringstunneln. Mellanlager för färdig återfyllning finns dels i skipbyggnaden och dels i skiphallen för att klara behovet under tre dygn.

6.3.8 Övriga verksamheter

Underhållet planeras och styrs via ett underhållssystem som är integrerat i det system som övervakar den dagliga driften av anläggningen.

Personalbehovet under anläggningens drifttid styr dimensioneringen av personalutrymmen på driftområdet. Behovet av utrymmen under anläggningens uppförande förutsätts lösas med hjälp av provisorier. Uppskattad bemanning baseras på följande antaganden:

- Deponering, bergarbeten, tillverkning av buffert och återfyllning samt underhåll av anläggningen utförs med hjälp av egen personal.
- Arbetet i undermarksdelen utförs delvis i skift. Bergarbeten, deponering av kapslar och installation av buffert utförs i tvåskift, återfyllning i kontinuerligt treskift. Övriga arbeten förutsätts ske dagtid.
- Driftcentralen är alltid bemannad när arbete utförs i undermarksdelen.
- Anläggningen bevakas under hela dygnet och året om.

Vissa administrativa uppgifter förutsätts handläggas av SKB centralt såsom lönehantering, personalfrågor, tillståndsfrågor med mera.

Under drifttiden uppskattas personalbehovet vara cirka 240 personer.

6.4 Övrig information om anläggningen

6.4.1 Transporter

Till och från anläggningen förekommer under driftskedet följande transporter:

- Transport av kapslar (enligt avsnitt 5).
- Transport av personal och besökare.
- Tillförsel av material för utbyggnad av servicesystem under mark samt förbrukningsmaterial såsom bränslen och kemikalier till sprängmedel.
- Uttransport av bergmassor.
- Intransport av material till buffert och återfyllning.
- Intransport av betong, bergförstärkningsmaterial, reservdelar etc.

Inom anläggningen förekommer under driftskedet följande transporter:

- Transporter av bergmassor från förvarsnivå till bergupplag. De utsprängda bergmassorna transporteras med dumprar från förvarsområdet till förkrossen/bergsilon för vidare transport med skip till marknivån och med transportband till bergupplag.
- Transport av kapslar.
- Transport av buffert och återfyllning.
- Transport av bergprover (borrkärnor).
- Servicetransporter, personal och gods till bergarbete och deponeringsarbete.

Från tunneldrivningen i förvarsanläggningen transporteras 120 000 ton bergmassor per år.

6.4.2 Avfall och avfallshantering

Avfall, som uppstår, har beräknats till 5 ton farligt avfall/år och 120 ton övrigt avfall/år.

Det farliga avfallet består av spillolja, oljefilter och oljiga trasor, däckrester, färgburkar, batterier, elektronikskrot, kemiska injekteringsrester i byggavfall med mera.

Det övriga avfallet består av återvinningsbart metallskrot, återvinningsbart bygg- och rivningsavfall, återvinningsbart träavfall, brännbart avfall av papper/trä/plast, osorterat blandavfall, sorterat deponiavfall, förslitningsgods på krossarna samt fordon och maskiner till återanvändning/återvinning.

I slutförvarsanläggningen produceras inget radioaktivt avfall.

6.4.3 Resursförbrukning

Elenergiförbrukning

Elenergi förbrukas för uppvärmning av byggnader, för belysning, ventilation, länshållning, maskiner och hissar och uppskattas till 25 GWh per år.

Bränsleförbrukning

Dieselbränsle förbrukas av fordon och maskiner och beräknas uppgå till 100 m³ per år.

Tabell 6-2. Transporter till och från anläggningen.

Fordon	Per dygn	Per år
Personbilar	500	100 000
Lätta transporter < 3,5 ton	20	4 000
Tunga transporter > 3,5ton (bergmassor)	50	10 000
Tunga transporter > 3,5ton (bentonit)	20	4 000
Tunga transporter > 3,5ton (övrigt)	20	4 000

Vattenförbrukning

Under driftskedet förbrukas sanitetsvatten (dusch, tvättanordningar, toaletter etc.) och byggvatten (borrning, sprängning, spolning etc.). Uppskattade förbrukningsmängder baseras på erfarenhetsmässigt grundade erfarenhetsvärden som 150 liter byggvatten/m³ fast berg. Den totala förbrukningen uppskattas till 15 100 m³/år.

Material och kemikalier

Bentonit till buffert	4 000 ton/år
Bentonit till återfyllning	46 000 ton/år
Kemikalier till sprängmedel	100 ton/år

Under uppförande och drift förstärks och tätas berget med bergbultning, sprutbetong och injektering av sprickor. Materialåtgång under drift **per år** har uppskattats till:

Stål för stålfibrer, bergbultar och armeringsnät 25 ton/år

Cement för fastsättning av bergbultar samt ingående i sprutbetong och injekteringsbruk (mängden är helt beroende av bergets egenskaper), 90 ton/år

Injekteringsmedel 75 m³/år

För utbyggnad av tunnlar och deponeringshål i förvarsområdet har åtgången av material **per år** uppskattas till:

Cement ingående i betong till körbanebeläggning, betongpluggar, bottenavjämning av deponeringshål med mera 360 ton/år

Stål ingående i armerad betong 35 ton/år

6.5 Tekniska skyddsåtgärder

Ingen radioaktivitet från bränslet frigörs under några förhållanden och därmed är vatten och ventilationsluft inte kontaminerade från bränslet. Den radioaktivitet som kan förekomma i slutförvarsanläggningen härrör från naturliga källor, framförallt från radon i berggrunden.

6.5.1 Rening av vatten

Verksamheten ger upphov till förorenat vatten. Beräknade mängder anges i tabell 6-3.

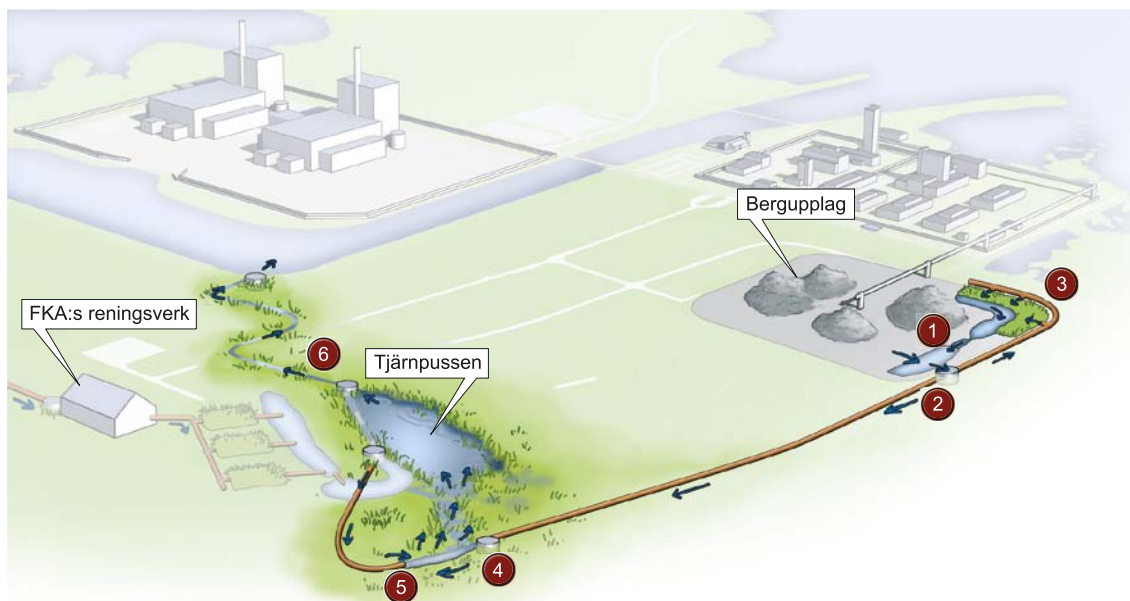
Spillvatten genereras av verksamheten och transporteras till kärnkraftsverkets avloppsreningsverk.

Lakvatten: Uttaget av berg under både uppförande- och driftskede ger upphov till stora mängder utsprängda bergmassor. Överskottet lagras i ett bergupplag vid sidan av driftområdet.

Lakvattnet innebär inget tillskott av vatten till landskapet utan uppstår som ett resultat av nederbörd och avsmältning. Mängden lakvatten som bildas styrs i första hand av bergupplagets storlek, nederbördsmängd och avdunstning, men också till viss del av graden av ytavrinning i upplaget. Årsmedelflödet har beräknats till 18 000 m³/år, vilket motsvarar ca 50 m³/d. I samband med nederbörd och avsmältning kan flödet dock förväntas bli många gånger större. Flödet kommer vara mycket ojämnt och under långa perioder (vid minusgrader och torrperioder) kommer inget lakvatten alls att produceras.

Bergmassorna i upplaget innehåller kväve härrörande från sprängmedelsrester. Kvävet förväntas lakas ut vid nederbörd och avsmältning. De förväntade kvävemängderna är under uppförandeskedet 1,5–6,1 ton/år och under driftskedet 0,3–1,2 ton/år. Förutom kväve förväntas det bildade lakvattnet från upplaget föra med sig finpartikulärt bergmaterial. Lakvattnet renas med avseende på kväve.

Behandlingen av lakvatten visas i figur 6-23.



Figur 6-23. Behandling av lakvatten.

1. Lakvatten från bergupplaget samlas upp i en sedimenterings- och utjämningsdamm vid bergupplaget.
- 2–3. Det sedimenterade och flödesutjämnade lakvattnet leds till en pumpbrunn (2) och pumpas över till en översilningsyta (3) för så kallad nitrifikation, det vill säga omvandling av ammoniumkväve till nitratkväve. Beskickningen till översilningen sker pulsvis och upprepas flera gånger genom att lakvattnet recirkuleras mellan sedimentationsdamm, översilning och pumpbrunn.
4. Utgående lakvatten går via avloppsbrunn till kärrområdet Tjärnpussen.
5. Det finns också möjlighet att pumpa en delström utgående spillvatten från FKA:s avloppsreningsverk till utloppet för behandlat lakvatten för att fosforberika vattnet för optimal kvävereduktion.
6. Behandlat lak- och spillvatten leds ut från Tjärnpussen via en uttagsbrunn för reglering och kontroll till ett dike som mynnar i kylvattenkanalen.

Släckvatten (från eventuell brand): Släckvatten kan uppstå vid brandsläckning. Vattnet kommer att blandas med länshållningsvattnet under mark. Det kommer därmed att genomgå sedimentering innan det leds ut i Söderviken.

Länshållningsvatten utgörs i huvudsak av inläckande grundvatten till ramp, centralområde och deponeringstunnlar, men också av bruksvatten från borrh-, spräng- och schaktarbeten. Bruksvattnet består mest av spolvatten som i första hand behövs vid borrhning av salva, i andra hand för dammbekämpning efter sprängning. På grund av sprängmedelsanvändningen kommer spolvattnet att förorenas med kväve i form av nitrat och ammonium (lika delar). Vattnet innehåller också salter från vittrat berg och fossilt havsvatten. Halterna av fosfor och tungmetaller är mycket låga. Utöver kväve kommer länshållningsvattnet även att förorenas med partikulärt material i form av cementrester, borrhkax, oljerester och andra föroreningar från arbetsfordon och maskiner. På grund av cementanvändningen kan vattnet tidvis få förhöjt pH-värde.

Sedimentering av partiklar och oljeavskiljning för uppsamlat länshållningsvatten kommer att ske under mark. Länshållningsvattnet renas från olja och suspenderade partiklar i bassänger på förvarsnivå. Det finns två bassänger för att reningen ska kunna pågå kontinuerligt.

Länshållningsvattnet pumpas sedan upp från slutförvarsanläggningen i ett jämnt flöde och i steg om ca 100 m där respektive pumpsteg föregås av sedimentation och oljeavskiljning. I anslutning till uppfordringsplatsen för länshållningsvattnet återvinns värme i vattnet.

De årliga kvävemängder som totalt förväntas förekomma i länshållningsvattnet till följd av sprängmedelsanvändningen beräknas under uppförandeskedet uppgå till 1,0–4,5 ton kväve per år och under driftskedet 0,2–0,9 ton per år. Under driftskedet kommer medelhalten i vattnet att vara låg. Behandling av länshållningsvattnet är därför inte meningsfull utan det leds ut via ledning till recipient, se figur 6-24.

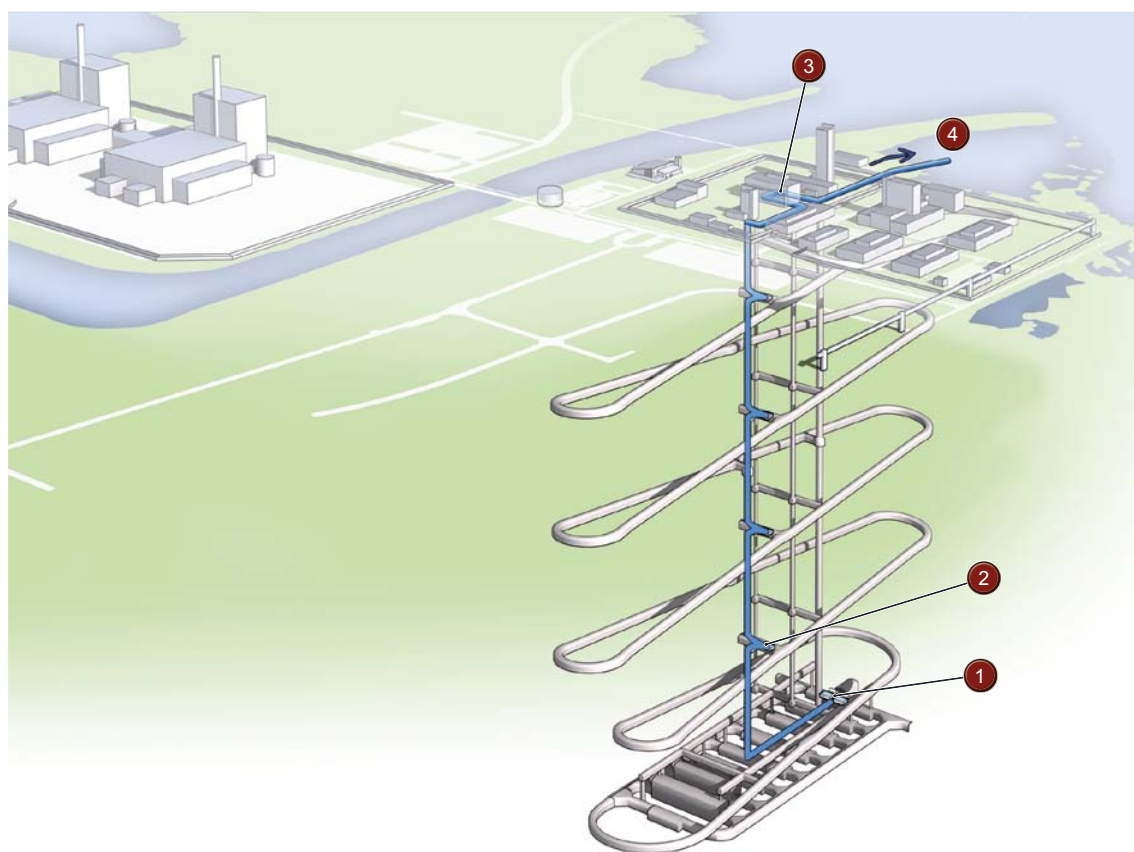
Dagvatten: För slutförvarsanläggningen kommer en princip för dagvattenhantering att användas som innebär att man så långt möjligt undviker kulvertering och istället hanterar dagvattnet på platsen där det uppstår, så kallat lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD). Detta innebär förenklat att man dämpar flöden och håller kvar föroreningar på (gräs-)bevuxen mark.

Tabell 6-3. Mängder förorenat vatten.

Typ av vatten	Kommentar	Flöde, m ³ /dygn (driftskede)
Spillvatten		20
Länshållningsvatten	Jämnt flöde	1 700–3 400
Lakvatten	Mycket ojämnt flöde	50
Släckvatten	Mängd per brand	Max. 150 m ³ /tim.
Dagvatten	Mycket ojämnt flöde	cirka 90 utan LOD* 0 med LOD**

* Utan LOD: innebär att inga åtgärder vidtas för lokalt omhändertagande av dagvatten.

** Med LOD: innebär att dagvattnet tas om hand lokalt med hjälp av diverse åtgärder.



Figur 6-24. Hantering av länshållningsvatten.

1. Länshållningsvattnet från förvarsområdet leds till sedimenteringsbassänger i centralområdet.
2. Uppsamlat vatten pumpas upp i flera steg via pumpgruppar i rampen till en utjämningsbassäng i marknivå.
3. Värmet i det uppumpade länshållningsvattnet återvinns.
4. Det renade länshållningsvattnet leds ut i Söderviken.

6.5.2 Utsläpp av ventilationsluft

Ventilationssystemets uppgift är att förse utrymmen i slutförvarets undermarksdel med ventilationsluft så att lämplig arbetsmiljö upprätthålls för personal, utrustning och verksamhet. Systemet ska ventilera bort radon, dieselavgaser, spränggaser och rökgaser vid brand. Undermarksdelens ventilationssystem är uppbyggt som ett till- och frånluftsystem.

Luftflödet, totalt 120 m³/s, baseras på förutsättningarna att transporter i undermarksdelen till övervägande del sker med dieseldrivna fordon. En ändring av flödet kan bli aktuell om förutsättningarna ändras.

I ventilationssystemet finns huvudfläktar för tilluft med en överkapacitet på 35 % och för frånluft med en överkapacitet på 35 %. Fläktarna är varvtalsreglerade för att med variabelt flöde hålla ett konstant tryck i tryckkammaren i centralområdet.

Ventilationssystemet förses med ljudfällor för att minska ljudnivån.

6.6 Uppförandeskede

6.6.1 Inledning

Uppförandet av slutförvarsanläggningen har beräknats att ta cirka sju år. Etableringen av byggområdet medför att befintliga installationer och byggnader inom området behöver rivras och marken fyllas ut. Under de första åren utförs huvudsakligen bergarbeten. Under den senare delen av uppförandet uppförs huvuddelen av byggnaderna på driftområdet, och parallellt med detta fortskrider bergarbetena. Vid skedets slut är anläggningen klar för provdrift.

Den nedan angivna tidpunkten för byggandet av bron över kylvattenkanalen kan komma att tidigareläggas med hänsyn till tidplanen för utbyggnad av SFR. I samband med denna kan behov uppkomma att transportera bergmassor över bron från SFR till slutförvarsanläggningen.

Figur 6-25 visar platsen för anläggningen före start av uppförandet.



Figur 6-25. Anläggningsplatsen.

6.6.2 Verksamheten år 1–3

Se figur 6-26.

Markarbeten och vägar:

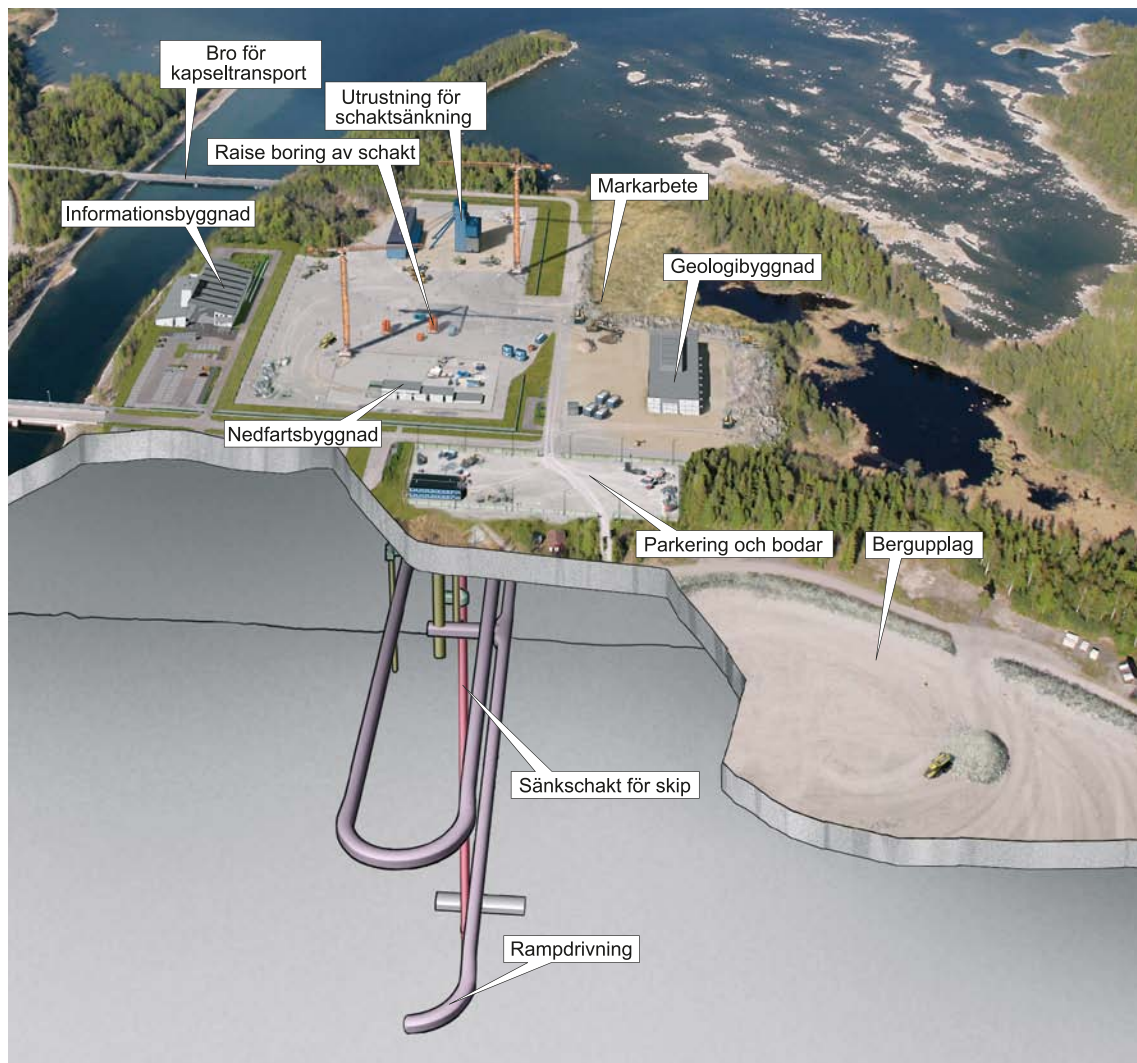
- Ett byggområde etableras och ytor för bodar och parkering för byggtiden görs i ordning väster om driftområdet.
- Marken i det inre driftområdet fylls ut.
- Marken i delar av det yttre driftområdet fylls ut.
- En bro byggs över kylvattenkanalen.

Byggarbeten:

- Nedfartsbyggnaden, geologbyggnaden och informationsbyggnaden uppförs.

Bergarbeten:

- Detaljundersökningar av berget utförs.
- Schaktsänkning av skipschaktet genomförs.
- Berghallen och berglaststationen sprängs ut.
- Cirka tre kilometer av rampen sprängs ut.
- Delar av hisschaktet och ventilationsschakten borras.



Figur 6-26. Lägesbild av uppförandet år 2.

Utsprängning av ramp, tunnlar och centralområde planeras ske med konventionell metod, dvs. borrhning/sprängning. Följande aktiviteter ingår i en arbetscykel: borrhning, laddning, detonering, ventilering av spränggaser, borttransport av sprängmassor, skrotning av bergytor, bergförstärkning och undersökning för nästa sprängsalva. Detaljundersökningar av berget pågår hela tiden.

För tillredning av schakten (skipschakt, hisschakt och (till att börja med) två ventilationschakt kommer två metoder att användas. För utsprängning av **skipschaktet** planeras ett sänkschakt och borrhning/sprängning. **Hisschakt** och **ventilationsschakt** anläggs med vertikal fullortsborrhning, s.k. raise-boring. Först borras ett pilothål, omkring 0,3 meter i diameter, neråt till bergutrymmet, varefter en borrhkrona i storleken 2,5–6 meter monteras. Kronan dras sedan uppåt och rymmer pilothålet.

6.6.3 Verksamheter år 4–5

Se figur 6-27.

Markarbeten och vägar:

- Återstående delar av marken i det yttre driftområdet fylls ut.
- Ett bergupplag etableras i anslutning till driftområdet.

Byggarbeten:

- Skipbyggnaden på det inre driftområdet uppförs. Övriga byggnader på det inre driftområdet påbörjas.
- Inpasseringsbyggnaden och administrationsbyggnaden påbörjas.
- Bandgången för bergmassor från skipbyggnaden påbörjas.
- Produktionsbyggnaden uppförs.

Bergarbeten:

- Rampen drivs färdigt ner till förvarsnivån.
- Hisschaktet och ventilationsschakten drivs vidare.
- Drivning av transporttunnlar och stamtunnlar i förvarsområdet påbörjas.

6.6.4 Verksamheter år 6

Se figur 6-28.

Markarbeten och vägar:

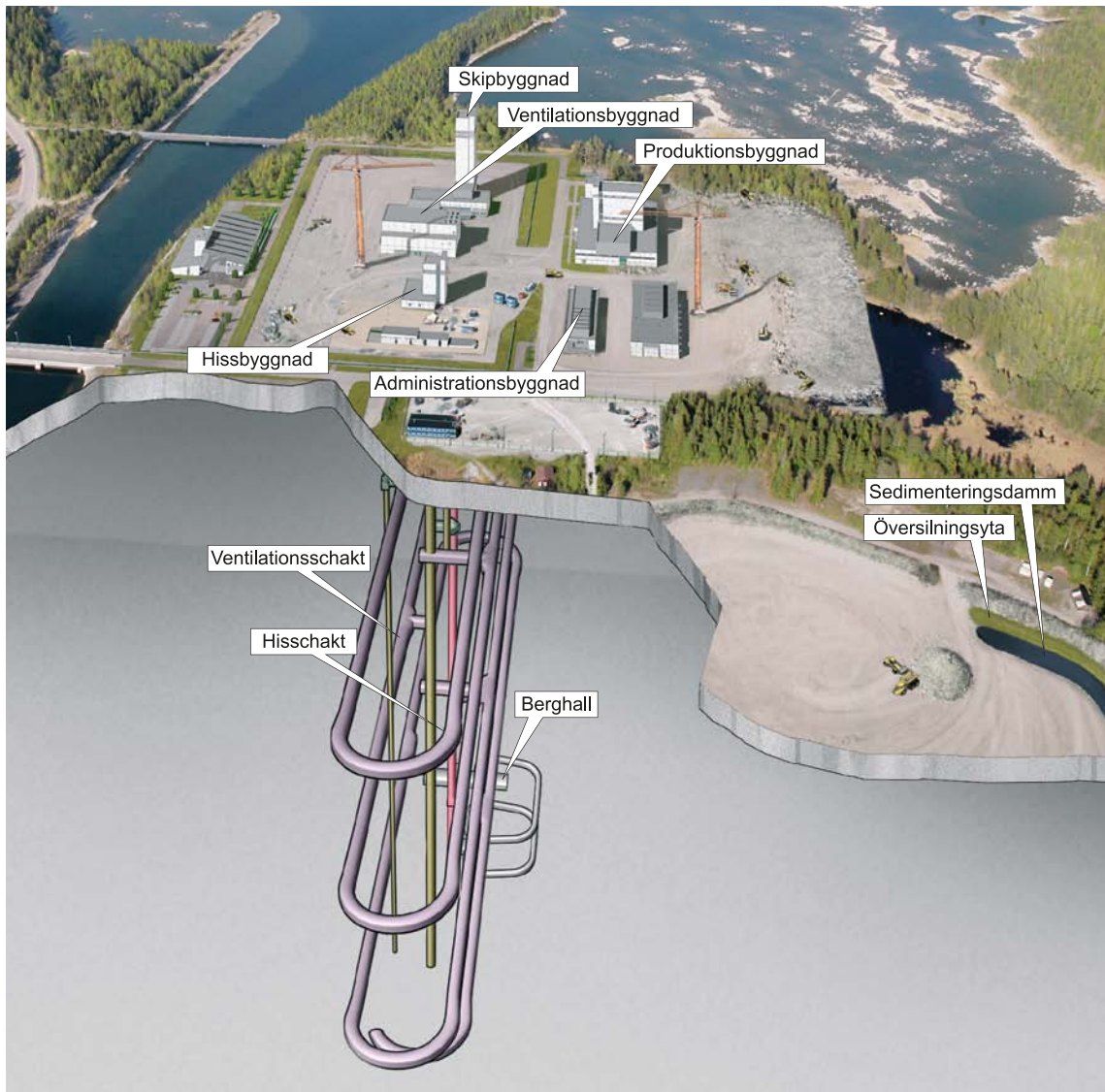
- Det fysiska skyddet runt det inre driftområdet färdigställs.

Byggarbeten:

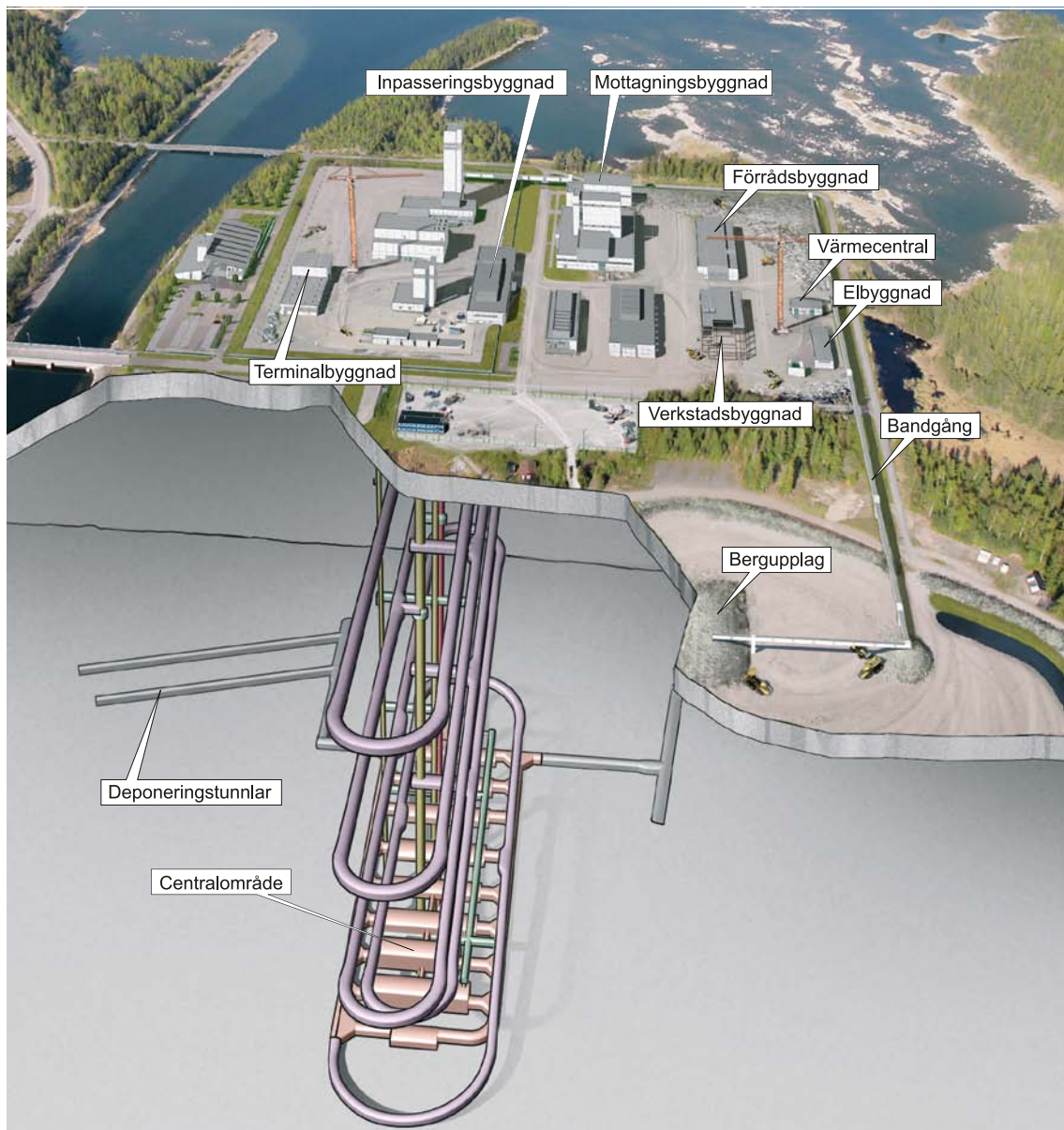
- Samtliga byggnader på inre driftområdet färdigställs.
- Mottagningsbyggnaden, verkstadsbyggnaden, förrådsbyggnaden och värmecentralen på det yttre driftområdet uppförs. Övriga pågående byggnader färdigställs.
- Bandgången från skipbyggnaden byggs färdigt fram till bergupplaget.

Bergarbeten:

- Återstående hallar och tunnlar i centralområdet sprängs ut.
- Hisschaktet och ventilationsschakten drivs färdigt ner till förvarsnivån.
- Drivning av deponeringstunnlar och borrhning av deponeringshål i förvarsområdet påbörjas.



Figur 6-27. Lägesbild av uppförandet år 4.



Figur 6-28. Lägesbild av uppförandet år 6.

6.6.5 Verksamheter år 7

Se figur 6-29.

Markarbeten och vägar:

- Vägar och planer färdigställs.

Byggarbeten:

- Återstående byggnader uppförs.

Bergarbeten:

- Drivning av tunnlar och borrhning av deponeringshål i förvarsområdet fortskrider.

Driftsättning:

- Samtliga system driftsätts.
- Samfunktionsprovning genomförs.



Figur 6-29. Anläggningen vid uppförandeskedets slut.

6.6.6 Transporter

Under uppförandeskedet förekommer följande transporter till och från anläggningen:

- Vid uppförande av ovanmarksdelen: jord- och bergmassor, byggmaterial och personer.
- I samband med uppförande av undermarksdelen: bergmassor, stål och betong, kemikalier till sprängmedel, installationer och personer.

Totalt kommer cirka 1,6 miljoner ton bergmassor att under uppförandeskedet transporteras med dumper till bergupplaget på anläggningsområdet.

Tabell 6-4. Transporter till och från anläggningen.

Fordon	Per dygn, medeltal	Totalt under uppförandeskedet
Personbilar	600	820 000
Lätta transporter < 3,5 ton	30	44 000
Tunga transporter > 3,5 ton (exkl. bergmassor)	35	51 000
Tunga transporter > 3,5 ton (bergmassor)	75	100 000

6.6.7 Avfall och avfallshantering

Avfall, som uppstår under uppförandeskedet, har beräknats till **totalt** under uppförandeskedet 50 ton farligt avfall och 1 100 övrigt avfall.

6.6.8 Resursförbrukning

Under uppförandeskedet har resursförbrukningen **totalt** uppskattats till:

Elenergi förbrukas för uppvärmning av byggnader, för belysning, ventilation, länshållning, maskiner och hissar och uppskattas till **totalt** cirka 60 GWh.

Dieselbränsle, fordon/maskiner	640 m ³
Vattenförbrukning, totalt	170 000 m ³
Kemikalier till sprängmedel	1 300 ton

Under uppförande och drift förstärks och tätas berget med bergbultning, sprutbetong och injektering av sprickor. Materialåtgång under uppförandeskedet **totalt** har uppskattats till:

Stål för stålfibrer, bergbultar och armeringsnät	320 ton
Cement för fastsättning av bergbultar samt ingående i sprutbetong och injekteringsbruk (mängden är helt beroende av bergets egenskaper)	3 000 ton
Injekteringsmedel	3 500 m ³

Övrig materialåtgång för anläggningar under mark (främst tunnelgolv) och byggnader ovan mark under uppförandeskedet har **totalt** uppskattats till:

Cement	12 000 ton
Stål	700 ton
Asfalt	9 300 ton

6.6.9 Tekniska skyddsåtgärder

Rening av vatten

Verksamheten ger upphov till förorenat vatten. Beräknade mängder anges i tabell 6-5.

Spillvatten genereras av verksamheten och transporteras till kärnkraftverkets avloppsreningsverk.

Tabell 6-5. Mängder förorenat vatten.

Typ av vatten	Kommentar	Flöde, m ³ /dygn (uppförandeskede)
Spillvatten		40
Länshållningsvatten	Jämnt flöde	900–1 700
Lakvatten	Mycket ojämnt flöde	50
Släckvatten	Mängd per brand	Max. 150 m ³ /tim.
Dagvatten	Mycket ojämnt flöde	< cirka 90 utan LOD* 0 med LOD**

* Utan LOD: innebär att inga åtgärder vidtas för lokalt omhändertagande av dagvatten.

** Med LOD: innebär att dagvattnet tas om hand lokalt med hjälp av diverse åtgärder.

Länshållningsvatten från undermarksdelen utgörs av inläckande grundvatten och bruksvatten från bergarbeten. Provisoriska pumpar används för stegvis pumpning av länshållningsvattnet från arbetsområdena. Sannolikt kompletteras anläggningen med provisoriska anordningar för sedimentering av grovt material samt för oljeavskiljning.

Lakvatten från bergupplaget kommer att ledas till översilningsytor för rening, se figur 6-23.

Samma ovanmarksanläggning för behandling av vattnet används som under drifttiden, se avsnitt 6.5.1.

Utsläpp av ventilationsluft

Under uppförandeskedet värms tilluften så att frysning i anläggningen inte uppstår. All uppvärmning sker med värmebatterier ovan mark. Den uppvärmda luften pressas av fläktar ovan mark via kanaler och ramp eller schakt till aktuella arbetsområden. Ingen värmeåtervinning sker.

6.7 Avvecklingsskede

Mer detaljerad information om avvecklingsskedet finns i /Hallberg och Tiberg 2010/ och i förslutningslinjerapporten.

Inom ramen för dagens regelverk krävs en MKB för avveckling där olika alternativ analyseras enligt de förutsättningar som gäller vid den tiden.

När allt använt kärnbränsle har deponerats och myndigheterna gett sitt tillstånd, påbörjas förslutning av anläggningen. Installationer och byggnadselement rivs och transporteras upp till markytan för att minska förekomsten av organiskt material, betong, metaller m.m. i utrymmena i närheten av det använda kärnbränslet.

Förslutningen av slutförvarsanläggningen omfattar fyllning och pluggning av andra utrymmen än deponeringstunnlarna i undermarksdelen.

Hur förslutningen ska utföras är ännu inte bestämt då detta ligger långt fram i tiden. Tänkbara material är svällande lera, icke svällande lera, bergkross eller en kombination av dessa. Ett koncept som föreslagits är följande:

- Stamtunnlar och transporttunnlar fylls på samma sätt som deponeringstunnlarna, med block och pellets av pressad bentonit.
- Centralområdet fylls med bergkross.
- Nedre delen av schakten och rampen fylls med bentonit och övre delen med bergkross.
- I den övre delen av schakten och rampen fylls med hårt kompakterad grov bergkross.

Tillverkning och hantering av material för förslutning bedöms i stor utsträckning kunna göras med samma metoder som ska tillämpas för återfyllningen.

Till sist förseglas förvaret och ovanmarksdelen rivs. Om området fortsättningsvis är planlagt som industrimark kan dock till exempel hårdgjorda ytor och användbara byggnader och infrastruktur få vara kvar för att användas för nya verksamheter.

7 Referenser

Publikationer utgivna av SKB (Svensk Kärnbränslehantering AB) kan hämtas på www.skb.se/publikationer. Referenser till SKB:s opublicerade dokument finns samlade i slutet av referenslistan. Opublishade dokument lämnas ut vid förfrågan till dokument@skb.se.

Hallberg B och Eriksson T, 2008. Preliminär avvecklingsplan för Clink. SKB P-08-34, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Hallberg B och Tiberg L, 2010. Preliminär plan för avveckling – slutförvar för använt kärnbränsle. SKB P-10-30, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Opublishade dokument

SKBdoc id, version	Titel	Utfärdare, år
1171993 ver 3.0	Transport av inkapslat bränsle till slutförvaring i Forsmark	SKB, 2010

Anläggningsdata – geometri

Clab

Byggnader

Ovan mark	Under mark
Elbyggnad	Förvaringsbyggnad 1
Hjälpssystembyggnad	Förvaringsbyggnad 2
Personalbyggnad (kontor)	
Mottagningsbyggnad	
Servicebyggnad	
Garage- och verkstadsbyggnad	
Entrébyggnad	

Yta, anläggningsområde	~ 73 000 m ²
Markytans höjd över havet	8–11 m
Byggnadsvolym	
Byggnader inklusive källarutrymmen	~ 255 000 m ³
Förvaringsbassänger under mark inklusive biutrymmen	~ 185 000 m ³
Högsta byggnadshöjd	~ 33 m över havet
Ventilationsskorstenens höjd	~ 45 m över havet

Clink

Tillkommande byggnader

Inkapslingsbyggnad
Terminalbyggnad

Yta, anläggningsområde (Clab och inkapslingsanläggning)	~ 87 000 m ²
Tillkommande byggnadsvolym	~ 171 000 m ³
Högsta byggnadshöjd	~ 37 m över havet
Ventilationsskorstenens höjd	~ 45 m över havet

Sigyn

Längd	90,33 m
Största bredd	18,04 m
Djupgående, fullast	4,00 m

Slutförvarsanläggning

Ovanmarksdel

Byggnader

Inre driftområdet	Yttre driftområdet	Externa anläggningar
Terminalbyggnad	Administrationsbyggnad	Bergupplag
Nedfartsbyggnad	Produktionsbyggnad	Servicebyggnad vid bergupplag
Hissbyggnad	Mottagningsbyggnad	Bandgång från skipbyggnad
Ventilationsbyggnad	Geologbyggnad	Ventilationsstation(er)
Skipbyggnad	Verkstadsbyggnad	
Inpasseringsbyggnad	Förrädsbyggnad	
	Värmecentral	
	Elbyggnad	

Markytor, byggnadsvolymer, höjder

Markyta, yttre driftområde	~ 40 000 m ²	
Markyta, inre driftområde	~ 30 000 m ²	
Markyta, bergupplag, driftskedet	~ 40 000 m ²	
Markyta, bergupplag, maximalt	~120 000 m ²	
Markyta, ventilationsstationsområde	~3 100 m ²	(per station)
Markytans höjd över havet	3,0–3,5 m	
Byggnadsvolym, inre driftområdet	~ 60 000 m ³	
Byggnadsvolym, yttre driftområdet	~ 100 000 m ³	
Byggnadsvolym, externa anläggningar	~ 4 800 m ³	(servicebyggnad vid bergupplag, bandgång från skipbyggnad, en ventilationsstation, 600 m ³ per station)
Högsta byggnadshöjd, inre driftområdet	~ 50 m	
Högsta byggnadshöjd, yttre driftområdet	~ 30 m	

Undermarksdel

Totalt uttagen bergvolym, teoretisk	~2 000 000 m ³
Totalt uttagen bergvolym, inkl. överberg	~2 300 000 m ³
Nivå	-470 m
Yta, förvarsområde	3–4 km ²

Förbindelser till ovanmarksdelen	Hallar i centralområdet
Ramp	Berglaststation
Skipschakt	Berghall
Hisschakt	Skiphall
Tilluftsschakt	Elhall
Frånluftsschakt	Fordonshall
Yttre frånluftsschakt	Hisshall
	Förräds- och verkstadshall
	Omlastningshall

Volym, ramp	165 000 m ³
Volym, schakt	~38 500 m ³
Volym, hallar i centralområdet	~67 500 m ³

Tunnlar i centralområdet	Tunnlar i försvarsområdet
Transporttunnel	Deponeringstunnel
Gångtunnel inkl. kulvert	Stamtunnel
Servicetunnel	Transporttunnel
Ventilationstunnel	

Volym, tunnlar i centralområdet	~55 000 m ³
Volym, tunnlar i försvarsområdet	~1 500 000 m ³ (inklusive bortfall av deponeringspositioner) (antaget till 13 %)

Deponeringshål

Antal:	6 000
Volym, totalt	115 000 m ³

Anläggningsdata – kapacitet och bemanning**Clab**

Mottagningskapacitet	100 transportbehållare per år \approx 300 ton uran per år
Lagringskapacitet	8 000 ton uran, utbyggbart till 10 000 ton uran
Bemanning	100 personer

Clink

Produktionskapacitet	200 kapslar per år
Bemanning	130 personer (Clab och inkapslingsanläggning)

Sigyn

Lastkapacitet	1 400 ton
Transportkapacitet	200 kapslar per år
Besättning	12 personer

Slutförvarsanläggning

Berguttag per år	120 000 ton
Bergupplag, lagringskapacitet	300 000 m ³ (lösa bergmassor, driftskedet) ~1 000 000 m ³ (lösa bergmassor, maximal kapacitet)
Förbrukning av bentonit till buffert	4 000 ton/år
Förbrukning av bentonit till återfyllning	46 000 ton/år (block och pellets)
Planerad deponeringstakt	150 kapslar/år
Dimensionerande deponeringstakt	200 kapslar/år
Bemanning	240 personer