

R-98-12

Säkerheten vid drift av inkapslingsanläggningen

Kristina Gillin

Svensk Kärnbränslehantering AB

Oktober 1998

Svensk Kärnbränslehantering AB

Swedish Nuclear Fuel
and Waste Management Co
Box 5864

SE-102 40 Stockholm Sweden

Tel 08-459 84 00

+46 8 459 84 00

Fax 08-661 57 19

+46 8 661 57 19



ISSN 1402-3091

SKB Rapport R-98-12

Säkerheten vid drift av inkapslingsanläggningen

Kristina Gillin

Svensk Kärnbränslehantering AB

Oktober 1998

FÖRORD

Efter granskningen av FUD-program 95 beslutade regeringen bl a att ”SKB skall i sitt fortsatta forsknings- och utredningsarbete genomföra en systemanalys av hela slutförvarssystemet (inkapslingsanläggning, transporter och slutförvar). Denna systemanalys skall medge en samlad säkerhetsbedömning av hela slutförvarssystemet inklusive hur principer för säkerhet och strålskydd praktiskt tillämpas i säkerhetsanalysarbetet.” I samband med FUD-program 98 redovisar SKB en första sådan systemanalys. Denna rapport utgör ett underlag till den systemanalysen.

Rapporten är strukturerad på, i princip, samma sätt som CLABs säkerhetsrapport och den beskriver läget i mitten av 1998. Under de närmaste åren kommer SKB att se över och uppdatera denna rapport inför den framtida tillståndsansökan. Vid ansökningstillfället kommer säkerheten vid inkapslingsanläggningen att redovisas i en Preliminär Säkerhetsrapport (PSR).

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

FÖRORD	I
INNEHÅLLSFÖRTECKNING	III
1 INLEDNING	1
1.1 ALLMÄNT OM INKAPSLINGSANLÄGGNINGEN	1
1.1.1 <i>Bakgrund</i>	1
1.1.2 <i>Lokalisering</i>	1
1.1.3 <i>Syfte och utförande</i>	2
1.2 OM SÄKERHETSRAPPORTEN.....	3
1.2.1 <i>Allmänt</i>	3
1.2.2 <i>Indelning</i>	3
1.3 ANLÄGGNINGENS HUVUDDATA	4
2 FÖRLÄGGNINGSPLATS	7
2.1 FÖRLÄGGNINGSOMRÅDE	7
2.1.1 <i>Placering av inkapslingsanläggningen</i>	7
2.1.2 <i>Anläggningar på Simpevarpshalvön</i>	7
2.1.3 <i>Inkapslingsanläggningens situationsplan</i>	8
2.2 OMGIVNINGAR	8
2.3 KOMMUNIKATIONER	10
2.4 GEOLOGI	11
2.5 SEISMOLOGI	11
2.6 HYDROLOGI.....	11
2.7 METEOROLOGI	12
3 SÄKERHETSKRAV OCH KONSTRUKTIONSFÖRUTSÄTTNINGAR	15
3.1 ALLMÄNT.....	15
3.1.1 <i>Allmänna säkerhetsaspekter på inkapslingsanläggningen</i>	15
3.1.2 <i>Förutsättningar för anläggningens utförande</i>	15
3.2 STRÅLSKYDDSFÖRESKRIFTER.....	16
3.2.1 <i>Internationella rekommendationer</i>	16
3.2.2 <i>Svenska strålskyddsföreskrifter</i>	17
3.3 UTRUSTNING AV BETYDELSE FÖR SÄKERHETEN	19
3.4 FUNKTIONS- OCH REDUNDANSKRAV	20
3.4.1 <i>Allmänt</i>	20
3.4.2 <i>Bränslebassänger</i>	20
3.4.3 <i>Processystem</i>	20
3.4.4 <i>Kraftförsörjning</i>	21
3.4.5 <i>Utrustning för mätning och övervakning</i>	21
3.4.6 <i>Ventilationssystem</i>	22
3.4.7 <i>Lyftanordningar</i>	22
3.5 KVALITETSKRAV	23
3.6 DIMENSIONERING AV BYGGNADER.....	24
3.7 SKYDD MOT INRE OCH YTTRE PÅVERKAN.....	24
3.8 BRANDSKYDD	25
3.9 BRÄNSLE	27
3.10 SAFEGUARDS	28

4	KVALITETSSÄKRING OCH SÄKERHETSTEKNISKA FÖRESKRIFTER	29
4.1	KVALITETSSÄKRING	29
4.1.1	<i>Organisation och ansvarsfördelning</i>	29
4.1.2	<i>SKB:s kvalitetssäkringsprogram</i>	29
4.2	SÄKERHETSTEKNISKA FÖRESKRIFTER	30
5	ÖVERSIKTLIG ANLÄGGNINGS- OCH FUNKTIONSBESKRIVNING	31
5.1	INLEDNING	31
5.2	TRANSPORT OCH HANTERING I ANLÄGGNINGEN	31
5.2.1	<i>Transporter av tomma kapslar till anläggningen</i>	31
5.2.2	<i>Förflyttning av kapslar inom anläggningen</i>	32
5.2.3	<i>Transporter av bränsle till anläggningen</i>	32
5.2.4	<i>Arbetsoperationer i bassänger i inkapslingsbyggnad</i>	33
5.2.5	<i>Arbetsoperationer för inkapsling av använt bränsle</i>	34
5.2.6	<i>Uttransport av kapslar från anläggningen</i>	36
5.2.7	<i>Hantering av hårdkomponenter</i>	36
5.2.8	<i>Uttransport av bränsle från anläggningen</i>	36
5.3	ANLÄGGNINGSBESKRIVNING	37
5.3.1	<i>Byggnader</i>	37
5.3.2	<i>Utrustning för inkapsling av använt bränsle</i>	38
5.3.3	<i>Hjälpssystem och servicesystem</i>	47
5.3.4	<i>Kontrollutrustning</i>	49
5.3.5	<i>Elektriska kraftsystem</i>	50
5.3.6	<i>Brandskyddssystem</i>	52
5.4	AVFALLSHANTERING	52
5.4.1	<i>Allmänt</i>	52
5.4.2	<i>System för rening av vatten</i>	54
5.4.3	<i>Utrustning för hantering av filter och fast avfall</i>	54
5.5	SAMFUNKTION MED ANNAN VERKSAMHET PÅ SIMPEVARPSHALVÖN	54
6	RADIOAKTIVA ÄMNEN I ANLÄGGNINGEN	57
6.1	INLEDNING	57
6.2	AKTIVERINGSPRODUKTER PÅ BRÄNSLET	59
6.2.1	<i>Aktivitet som kan tillföras bassängvattnet</i>	59
6.2.2	<i>Aktiveringsprodukter som kan frigöras till luften</i>	60
6.3	KLYVNINGSPRODUKTER I BRÄNSLET	60
6.3.1	<i>Aktivitetens innehåll och klyvningsprodukter</i>	60
6.3.2	<i>Dimensionerande förutsättningar, strålning och aktivitetsinnehåll</i>	61
6.3.3	<i>Aktivitetsavgivning från bränsle med kapslingsskador</i>	62
6.4	AKTIVITETSFRIGÖRELSE VID HANTERINGSMISSÖDEN	63
6.4.1	<i>Frigörelse av Kr-85 till luften och vidare till omgivningen</i>	63
6.4.2	<i>Frigörelse av cesium till bassängvattnet</i>	64
7	STRÅLSKYDD OCH STRÅLSKÄRMNING	67
7.1	STRÅLSKYDDSORGANISATION	67
7.2	STRÅLSKYDD INOM ANLÄGGNINGEN	67
7.2.1	<i>Allmänna synpunkter samt indelning i strålningsklasser</i>	67
7.2.2	<i>Strålningskällor</i>	69
7.2.3	<i>Strålskärmsdimensionering</i>	70
7.2.4	<i>Strålskärmsbeskrivning av olika anläggningsdelar</i>	72
7.2.5	<i>Förväntad personaldos</i>	73
7.3	OMGIVNINGSPÅVERKAN OCH KONTROLL	73

8	MISSÖDESANALYS	75
8.1	INLEDNING	75
8.2	STÖRNINGAR.....	75
8.2.1	<i>Komponentfel i kyl- och reningssystem</i>	76
8.2.2	<i>Fel i hanteringssystem</i>	77
8.2.3	<i>Operatörsfel</i>	79
8.2.4	<i>Vattenläckage och inre översvämning</i>	80
8.2.5	<i>Aktivitetsläckage</i>	81
8.2.6	<i>Bortfall av yttre nät</i>	81
8.2.7	<i>Tryckluftsbortfall</i>	82
8.2.8	<i>Datorbortfall</i>	82
8.2.9	<i>Begränsad brand</i>	83
8.3	MISSÖDEN.....	83
8.3.1	<i>Brand</i>	83
8.3.2	<i>Hanteringsmissöden</i>	84
8.3.3	<i>Yttre påverkan</i>	88
9	UPPFÖRANDE OCH DRIFT AV ANLÄGGNINGEN	89
9.1	INLEDNING.....	89
9.2	PROJETERING AV INKAPSLINGSANLÄGGNINGEN.....	89
9.3	UPPFÖRANDE AV INKAPSLINGSANLÄGGNINGEN	89
9.3.1	<i>Projektets genomförande</i>	89
9.3.2	<i>Bergtekniska aspekter på uppförandet</i>	90
9.4	DRIFT AV ANLÄGGNINGEN OCH PÅVERKAN PÅ CLAB.....	90
9.4.1	<i>Drift av inkapslingsanläggningen</i>	90
9.4.2	<i>Kompletteringar av installationer i CLAB</i>	91
9.4.3	<i>Inverkan på CLAB under anläggningsskedet</i>	92
9.4.4	<i>Påverkan på driften av CLAB efter inkoppling av inkapslingsanläggningen</i>	93
10	KAPSEL FÖR ANVÄNT KÄRNBRÄNSLE	95
10.1	INLEDNING.....	95
10.2	SÄKERHETSKRAV OCH KONSTRUKTIONSFÖRUTSÄTTNINGAR	95
10.2.1	<i>Allmänna krav</i>	95
10.2.2	<i>Bränsletyper</i>	95
10.2.3	<i>Säkerhet vid hantering</i>	96
10.2.4	<i>Långsiktig säkerhet i djupförvaret</i>	96
10.3	REFERENSKAPSEL	97
	REFERENSER	99
	FIGURER	101

1 INLEDNING

1.1 ALLMÄNT OM INKAPSLINGSANLÄGGNINGEN

1.1.1 Bakgrund

Svensk Kärnbränslehantering AB (SKB), som ägs av Vattenfall AB, Barsebäck Kraft AB, OKG Aktiebolag och Forsmarks Kraftgrupp AB, har till uppgift att ta hand om Sveriges radioaktiva avfall. För hantering av det använda kärnbränslet och annat långlivat avfall har SKB låtit uppföra ett centralt mellanlager för använt kärnbränsle (CLAB) beläget på Simpevarpshalvön.

Efter ca 30 års mellanlagring i CLAB planerar SKB att kapsla in det använda kärnbränslet i kopparkapslar. Kapslarna deponeras sedan i ett djupförvar, ca 500 meter ner i den svenska berggrunden, inbäddade i bentonitlera.

För inkapsling av det använda bränslet och hantering av annat långlivat avfall behöver SKB bygga en inkapslingsanläggning.

1.1.2 Lokalisering

Det finns fyra principiellt olika platser för lokalisering av inkapslingsanläggningen, nämligen vid CLAB, vid djupförvaret, vid annan kärnteknisk anläggning eller på någon annan plats. En inkapslingsanläggning byggd i direkt anslutning till CLAB skulle ge många tekniska fördelar:

- Bränslet kan transporteras direkt från CLAB till inkapslingsanläggningen med hjälp av den befintliga bränslehissen. Detta medför att bränslet ej behöver lastas över i transportbehållare, vilket skulle vara fallet om inkapslingsanläggningen lokaliserades någon annanstans.
- Ett flertal av de befintliga systemen och anläggningsdelarna i CLAB kan även utnyttjas vid inkapslingsprocessen. Detta medför att byggnadsbehovet för inkapslingsanläggningen blir mindre.
- Med en lokalisering vid CLAB undviks kontaminering av ytterligare en anläggning.
- Tillgången till annan kärnteknisk infrastruktur, t ex strålskydd och hantering av radioaktivt avfall, är god på Simpevarpshalvön på grund av driften vid Oskarshamnverket och CLAB.

- Den erfarenhet av bränslehantering och tillhörande servicesystem som finns hos personalen i CLAB kan bäst tas tillvara om inkapslingsanläggningen byggs på samma plats.
- Transporterna till djupförvaret blir enklare om bränslet redan är inkapslat. Däremot ökar antalet transporter (jämfört med en lokalisering vid djupförvaret) eftersom en transportbehållare för en kapsel rymmer färre bränsleelement än transportbehållare för oinkapslat bränsle. Hur mycket transportbehovet ökar beror på vilken typ av bränslebehållare som används men skulle, i jämförelse med dagens transportbehållare, motsvara 40-50% fler behållare som behöver transporteras.
- Inkapslingsanläggningen får plats inom SKB:s fastighet för CLAB. Ny mark behöver därför inte tas i anspråk och det krävs inga nya vägar eller kylvattenanläggningar.

Beslutet om var inkapslingsanläggningen kommer att byggas är ännu inte fattat men SKB:s huvudalternativ är att anläggningen förläggs vid CLAB.

1.1.3 Syfte och utförande

Syftet med inkapslingsanläggningen är att kapsla in använt kärnbränsle i kopparkapslar och att placera hårdkomponenter i kokiller för vidare transport till djupförvaret. I ett första skede hanteras endast använt bränsle, men anläggningen förbereds för att senare kompletteras med utrustning för hantering av hårdkomponenter.

Inkapslingsanläggningen är dimensionerad för att färdigställa ca 200 kapslar med bränsle per år, dvs i genomsnitt en kapsel per arbetsdag. För hårdkomponenter är kapaciteten 100-200 kokiller per år. Inkapsling av använt bränsle och hantering av hårdkomponenter görs i separata kampanjer.

Inkapslingen sker i en inkapslingsbyggnad som är förlagd i marknivå, i direkt anslutning till CLAB. Byggnaden är ansluten till CLABs bränslehiss på ett sådant sätt att bränsle och hårdkomponenter kan transporteras mellan anläggningarna utan omlastning. Hjälpssystemen i CLAB byggs ut för att även täcka behoven i inkapslingsanläggningen. Det finns även kommunikationsvägar för personal och besökare.

Utformningen av inkapslingsanläggningen är vald så att det finns flexibilitet för framtida ändringar och eventuella utbyggnader. Det finns även viss flexibilitet om kapselns utformning skulle ändras i framtiden.

1.2 OM SÄKERHETSRAPPORTEN

1.2.1 Allmänt

Denna rapport utgör ett underlag till den systemredovisning som regeringen begärde av SKB efter granskningen av FUD-program 95 och som SKB redovisar i samband med FUD-program 98. Syftet med rapporten är att beskriva funktion och säkerhet vid en inkapslingsanläggning förlagd vid CLAB.

SKB arbetar kontinuerligt med att utveckla och förbättra konstruktionen av inkapslingsanläggningen. Ett exempel på detta är Kapsellaboratoriet i Oskarshamn där centrala delar av inkapslingsprocessen kommer att provas och utvecklas ytterligare. Resultaten från Kapsellaboratoriet och annan utvecklingsverksamhet inom SKB kommer att påverka inkapslingsanläggningens slutliga utformning och konstruktion. I denna rapport beskrivs anläggningen så som den är utformad vid mitten av 1998.

Struktur och innehåll i denna rapport bygger, till stor del, på den allmänna delen i CLABs säkerhetsrapport /1/. För att skilja på nya system och befintliga system i CLAB anges de senare med systemnummer följt av -10, (t ex 313-10). För detaljerad information om systemen i CLAB hänvisas till CLABs säkerhetsrapport /1/.

I rapporten antas att driften av inkapslingsanläggningen kommer att skötas av OKG, på samma sätt som driften av CLAB. Rapporten är också skriven som om utbyggnaden av CLABs förvaringsdel är genomförd.

1.2.2 Indelning

Rapporten omfattar följande kapitel:

Kapitel 1 - Inledning

Rapportens uppläggning beskrivs och en sammanställning av anläggningens huvuddata ges i detta kapitel.

Kapitel 2 - Förläggingsplats

En översikt ges av befolkningsfördelning, näringsliv och kommunikationer i området. Förläggingsplatsen och omgivningen beskrivs även med avseende på geologiska, hydrologiska och meteorologiska förhållanden.

Kapitel 3 - Säkerhetskrav och konstruktionsförutsättningar

I detta kapitel anges allmänna konstruktionsförutsättningar samt krav med avseende på bl a kvalitet, redundans, strålskydd, kriticitetssäkerhet, safeguards och brandskydd.

Kapitel 4 - Kvalitetssäkring och säkerhetstekniska föreskrifter

En översiktlig beskrivning ges av SKB:s kvalitetssäkringsrutiner som berör inkapslingsanläggningen och principerna för de säkerhetstekniska föreskrifterna.

Kapitel 5 - Översiktlig anläggnings- och funktionsbeskrivning

I kapitlet beskrivs först de olika hanteringsstegen i inkapslingsprocessen. Därefter ges en kortfattad beskrivning av de system som ingår i inkapslingsanläggningen. De centrala systemen i inkapslingsprocessen beskrivs utförligare i respektive systembeskrivning /2/.

Kapitel 6 - Radioaktiva ämnen i anläggningen

De radioaktiva ämnen som tillförs anläggningen redovisas kortfattat. Aktivitetsmängderna som skulle kunna frigöras uppskattas för dimensionerande förhållanden.

Kapitel 7 - Strålskydd och strålskärning

Principerna för strålskydd och strålskärning anges. Dosbelastning till personalen och omgivningspåverkan vid normaldrift diskuteras också.

Kapitel 8 - Missödesanalys

I kapitlet analyseras konsekvenserna av tänkbara störningar och missöden i inkapslingsanläggningen.

Kapitel 9 - Uppförande och drift av anläggningen

Under denna rubrik redogörs för hur bygget av inkapslingsanläggningen planeras att genomföras och hur driften av CLAB påverkas.

Kapitel 10 - Beskrivning av kapsel för använt bränsle

En kortfattad beskrivning av kapselns funktion och utformning ges i detta kapitel.

1.3 ANLÄGGNINGENS HUVUDDATA

Nedan anges några huvuddata för inkapslingsanläggningen:

Kapacitet:

Kopparkapslar med bränsle eller Kokiller med hårdkomponenter	200 st/år (ca 400 ton U/år) 100-200 st/år
--	--

Bassänger:

Förbindelsebassäng	1 st
Hanteringsbassäng	1 st
Servicebassäng	1 st
Anslutningsbassäng	1 st
Kassettpositioner, totalt	16 st
Total vattenvolym, ca	1600 m ³
Dimensionerande temperatur	42°C
Drifttemperatur	20-25°C

Kyl- och reningssystem för bassänger:

Detta system betjänar även mottagningsbassängerna i CLAB.

Antal kretsar	1 st
Antal pumpar	2 st
Kylkapacitet (vid havsvattentemperatur 18°C och bassängtemperatur 32°C)	0,7 MW

Bränslekassetter:

Transportkassetter:

– Antal bränsleelement i BWR-kassett	12 st
– Antal bränsleelement i PWR-kassett	4 st

Kompaktkassetter (från CLAB):

– Antal bränsleelement i BWR-kassett	25 st
– Antal bränsleelement i PWR-kassett	9 st

Normalkassetter (från CLAB):

– Antal bränsleelement i BWR-kassett	16 st
– Antal bränsleelement i PWR-kassett	5 st

Övriga kassettyper (från CLAB):

- Kassetter för bränsle i skyddsboxar
- Kassetter för speciella bränsletyper

Stationer för inkapsling av bränsle:

Hanteringscell	1 st
Station för atmosfärsbyte	1 st
Svetsstation	1 st
Station för OFP och maskinbearbetning	1 st
Mättnings- och dekontamineringsstation	1 st

Utrustning för torkning av bränsle:

Antal torkpositioner	2 st
Lufttemperatur	120°C

Härskomponentkassetter:

Kassetter för styrtavar, BWR-boxar, övergångsstycken, tillfälliga absorberer samt skrot.

Stationer för hantering av härskomponenter:

Antal stationer	2 st
-----------------	------

Strålskärmade lastbärare:

Lastbärare för kopparkapslar	7 st
Lastbärare för kokiller	3 st

Mellanlager för fyllda transportbehållare:

Positioner för fyllda transportbehållare	10-40 st
--	----------

Elförsörjning:

Anslutningar till yttre nät	2 st
Lokal hjälpkraftkälla, diesel	2 st
Märkeffekt (diesel)	500 kW

2 FÖRLÄGGNINGSPLOTS

Denna säkerhetsrapport beskriver en inkapslingsanläggning enligt SKB:s huvudalternativ, vilket innebär en anläggning förlagd vid CLAB.

Kapitlet beskriver förhållandena på förläggningsplatsen och i omgivningarna. De förhållanden som beskrivs inkluderar befolkningsfördelning och kommunikationer samt geologiska, meteorologiska och hydrologiska förhållanden.

Då förläggningsplatsen, i denna rapport, är densamma som för CLAB utgör detta kapitel en förkortad version av motsvarande kapitel i CLABs säkerhetsrapport /1/. Vissa sifferuppgifter har dock uppdaterats och har då hämtats ur den Preliminära Säkerhetsrapporten för CLAB Etapp 2 /3/.

2.1 FÖRLÄGGNINGSSOMRÅDE

2.1.1 Placering av inkapslingsanläggningen

Inkapslingsanläggningen är placerad på Simpevarpshalvön och är uppförd i enlighet med gällande detaljplan. Anläggningen är byggd i direkt anslutning till det centrala mellanlagret för använt bränsle, CLAB, se figur 2-1.

Simpevarpshalvön utgör en del av ett område som är avsatt för kärnkraft-industri. Inkapslingsanläggningen är förlagd på halvöns sydvästra del ca 700 meter väster om Oskarshamnsverkets block I och II, söder om den väg som förbinder kraftverket med vägen Figeholm - Kråkelund. Placeringen framgår av figur 2-1, som visar hela Simpevarpshalvön.

Fastigheten, som ursprungligen bildades för CLAB, ägs av SKB. Vissa anläggningsdelar, som intagsbyggnad samt väg och ledningar till denna, är placerade på OKG:s mark med servituträtt för ägaren till CLAB-fastigheten.

2.1.2 Anläggningar på Simpevarpshalvön

På Simpevarpshalvön finns, förutom CLAB och inkapslingsanläggningen, Oskarshamnsverkets första, andra och tredje aggregat (OI, OII, OIII) med tillhörande servicebyggnader.

Servicebyggnaderna inkluderar centrala verkstäder, ställverk för yttre belastningar, en gasturbinanläggning, en produktionsanläggning för vätgas och ett vattenverk som försörjs med råvatten från sjön Göttemaren. Vid Hamne-

fjärden ligger ett sanitärt avloppsreningsverk, som är gemensamt för kraftverken, CLAB och inkapslingsanläggningen.

Inom området finns dessutom en hamn, ett bergrumslager för mellanlagring av låg- och medelaktivt avfall samt ett markförvar för lågaktivt avfall.

På norra sidan av Simpevarpshalvön mynnar tunneln till SKB:s Äspölaboratorium där forskning och teknikutveckling för djupförvaring av kärnavfall bedrivs. Resten av laboratoriet är placerat på och under Äspö norr om Simpevarp.

Norr om inkapslingsanläggningen ligger ställverk för kraftmatning till och från kraftverksområdet.

Husen i Simpevarps by används av OKG, bl a som gästlokaler. I anslutning till byn finns även en restaurang och en gästrumsbyggnad. Norr om byn finns utbildningslokaler.

2.1.3 Inkapslingsanläggningens situationsplan

Inkapslingsanläggningen består av en inkapslingsbyggnad och ett förråd där transportbehållare med kapslar och kokiller mellanlagras före transport till djupförvaret. Det inhägnade området för inkapslingsanläggningen rymmer även CLABs markbyggnader samt tunnelnedfarten till förvaringsdelen.

Inkapslingsbyggnaden är ca 65 meter lång och ca 80 meter bred. Högsta höjd är ca 25 meter över marknivå, vilket motsvarar höjden på CLABs huvudbyggnad.

Den med CLAB gemensamma intagsbyggnaden för havskylvatten ligger vid stranden söder om det inhägnade området. Utsläpp av kylvatten sker (via CLABs kylvattensystem) till OI:s kylvattentunnel som utmynnar i Hamnefjärden.

El- och signalledningar samt vatten- och avloppsledningar är anslutna till CLAB och förlagda i markkulvert mellan CLAB och kraftverksområdet. På så sätt är bl a ledningar för totalavsaltat vatten, bruksvatten och brandvatten anslutna till kraftverkens anläggningar.

2.2 OMGIVNINGAR

Befolkningsförhållanden

Oskarshamnsverkets omgivning är glest befolkad. Misterhults församling, där Simpevarp är beläget, har med undantag av tätorterna Figeholm, Fårbo

och Misterhult en befolkningstäthet på endast 3-4 personer/km². Folkmängden inom olika avståndsintervall från Simpevarp illustreras i tabell 2-1.

Tabell 2-1. Folkmängd i Simpevarpsregionen 1995

Avstånd från Simpevarp	Antal boende
0-5 km	137 personer
5-10 km	1 365 personer
10-20 km	4 622 personer
20-30 km	20 402 personer
30-40 km	29 028 personer
40-50 km	23 582 personer

Befolkningen, såväl i kommunen som i tätorterna, har inte ändrats mycket under senare år. 1996 var folkmängden i Oskarshamns kommun 27 204 personer. (1980 var den 28 037 personer.)

Bebyggelse i närområdet

I Simpevarps närhet finns spridd bebyggelse. Inom en radie av 3 km från inkapslingsanläggningen finns 20 st permanentbostäder och 41 st fritidshus (1993).

Fritidsbostadsområden finns i Uthammar, 6 km från kraftverket, i Adriansnäs, 15 km från kraftverket, och i Hägnad, 6 km från kraftverket. Inom Uthammars och Adriansnäs fritidsbostadsområden ligger några få permanentbostäder.

Under kärnkraftverkets revisionsperioder kan upp till 300 personer beredas tillfällig förläggning på Simpevarpshalvön.

Näringsliv

Inom en radie av ca 25 km från Simpevarp finns endast mindre arealer som används för jordbruksändamål.

Det fiske som hör till Simpevarps och Ävrö byar har genom köp av byarnas jordbruksfastigheter förvärvats av OKG. Delar av detta fiske arrenderas för närvarande ut. En stor del av fisket utgörs av ålfiske.

Närmaste industri är Figeholms Bruk som tillverkar isoleringsmaterial för elektriska komponenter. Annan industri är inte inplanerad i omgivningen.

Markanvändning

Simpevarpshalvön och Ävrö är avsatta som ”utvecklingsområde för stora industrianläggningar”. Norr om dessa områden vidtar ett naturskyddsområde som omfattar kustområdet mellan Östra Eknö och Kråkelund.

Äspö, som är beläget norr om Simpevarp, har reserverats för SKB:s forskningsanläggning Äspölaboratoriet. Laboratoriet består av en ca 4 km lång bergtunnel vars mynning ligger inom Simpevarpsområdet. Tunneln sträcker sig ned till ca 460 meters djup under Äspö.

2.3 KOMMUNIKATIONER

Hamnen som finns inom Simpevarpsområdet ligger ca 2 km från inkapslingsanläggningen. Den används huvudsakligen för transport av använt kärnbränsle och förbrukade härdkomponenter till CLAB samt för transport av avfall till SFR. Hamnen kan även användas för transport av tomma kapslar till samt fyllda kapslar från inkapslingsanläggningen om lokaliseringen av kapselfabriken respektive djupförvaret medför att sjötransporter är lämpliga.

Inkapslingsanläggningen ligger intill den 1 km långa enskilda väg som leder från kraftverksområdet fram till väg 743 som ansluter till E22 vid Fårbo, se figur 2-2. I tabell 2-2 visas vägavståndet från Simpevarp till några orter.

Tabell 2-2. Avstånd från Simpevarp till orter i regionen

Ort	Avstånd från Simpevarp
Oskarshamn	27 km
Västervik	63 km
Kalmar	103 km
Fårbo	12 km
Figeholm	8 km

Närmaste järnvägsstation finns i Oskarshamn. Vägförstärkningar har utförts på vägsträckan mellan Simpevarp och Oskarshamns järnvägsstation så att laster på 330 ton kan tillåtas.

Oskarshamns flygplats är belägen vid Virkvarn, 16 km från Simpevarp, vid E22. Närmaste större flygplats finns i Kalmar.

2.4 GEOLOGI

Berggrunden i området domineras helt av granitiska bergarter av typen smålandsgranit. Som inneslutningar i den stora massan av smålandsgranit finns större eller mindre massiv av basiska bergarter (gabbro eller diorit).

Inslag av bergarter tillhörande de gotiska Smålandsporfyrearnas ytbergartserie förekommer också på Simpevarpshalvön. På platsen för inkapslingsanläggningen uppbyggs berggrunden av sådana äldre ytbergarter.

Terrängen är svagt kuperad med mer eller mindre sammanhängande hållpartier inom de högre belägna delarna. I svackorna är berget jordtäckt.

I samband med bygget av CLAB, och även inför utbyggnaden av förvaringsdelen, genomfördes omfattande bergundersökningar på området. Dessa undersökningar har medfört att bergmassan under inkapslingsanläggningen är väl känd.

2.5 SEISMOLOGI

Globalt sett är den seismiska aktiviteten i Skandinavien låg. I Norden är seismisiteten koncentrerad till Bottniska viken, Oslo-Vänerområdet samt kustområdena utanför Västlandet och Nordlandet i Norge.

Sydöstra Sverige, där inkapslingsanläggningen är belägen, är seismiskt sett ett av Skandinaviens lugnaste områden.

2.6 HYDROLOGI

Statistisk bearbetning av havspeglarna Landsort och Kungsholmsfort (utanför Karlskrona) har givit de maximi- och minimivärden som ges i tabell 2-3. Siffrorna i tabellen anger nivå över respektive under medelvattenståndet och sannolikhet för över- respektive underskridande av de angivna värdena.

Tabell 2-3. Vattenståndet vid Landsort och Kungsholmsfort

	Sannolikhet	Landsort	Kungsholmsfort
Årsmaximum:	0,01	87 cm	129 cm
	0,0001	100 cm	161 cm
Årsminimum:	0,01	-82 cm	-113 cm
	0,0001	-100 cm	-134 cm

Genom vinddrivning blir vattenståndsförändringarna inne vid kusten större än ute till havs.

Kylvattenkvaliteten vid kusten utanför inkapslingsanläggningen är mycket god. Inga större föroreningsutsläpp förekommer i närheten av Simpevarp. Största risken för försämrad kvalitet på kylvattnet torde vara risken för fartygshaverier till havs, exempelvis av fartyg med olja i lasten.

Extremt stora fiskmängder, musselpåväxning eller stora mängder växtmaterial skulle kunna medföra tillfällig avstängning av kylvattenintaget. Maneter kan förekomma men inte i störande mängder.

I miljökontrollprogrammet för OKG:s verksamhet ingår regelbundna kontroller av varmvattenutsläppets inverkan på miljön. Kontrollerna avser påverkan på växter och fisk samt kylvattenplymens utbredning och strömningsförhållanden vid olika väderlek.

Simpevarpshalvön är uppbyggd av bergarter med låg vattenföring och grundvattnets rörelser är sannolikt begränsade till berggrundens svaghetszoner. De utförda undersökningarna i samband med bygget av CLAB visade också att vattenföringen i området är låg. Grundvattennivån är belägen i höjd med eller något högre än Östersjöns yta.

2.7 METEOROLOGI

Ingen industri med utsläpp av giftiga, korrosiva, frätande eller i övrigt skadliga ämnen ligger inom 10 km radie. Den atmosfäriska utspädningen av utsläpp från industrier som ligger längre bort är mycket stor.

Sannolikheten för att filtren till intagsluften inom relativt kort tidsrymd ska igensättas av biologiskt material har bedömts vara mycket liten. Extrema populationsexplosioner av småinsekter kan möjligtvis innebära risk för snabbt försämrad filterfunktion med åtföljande tryckfall och minskat luftflöde. Vintertid kan intagsfiltren sättas igen vid rikligt snöfall, vilket kräver skottning och/eller tillfällig bypass av luft förbi filtren.

Medeltemperaturen per månad i Oskarshamn är som lägst $-2,9^{\circ}\text{C}$ (februari) och som högst $16,2^{\circ}\text{C}$ (juli). De högsta temperaturerna som, under perioden 1867-1975, uppmätts i Kalmar och Västervik är $+33,5^{\circ}\text{C}$ respektive $+33,6^{\circ}\text{C}$ och de lägsta $-31,0^{\circ}\text{C}$ respektive $-33,1^{\circ}\text{C}$.

Nederbörden i Oskarshamnsområdet är i genomsnitt 675 mm per år varav ca 18% faller som snö. Högsta och lägsta årsnederbörd är ca 1000 respektive ca 400 mm. För Västervik och Kalmar var de största dygnsmängderna 113 respektive 70 mm under perioden 1876-1975.

I området dominerar vindar från sydlig och västlig riktning. Vindhastigheter över 12 m/s förekommer sällan (mindre än 1% av tiden). Dimensionerande vindhastigheter uppträder i samband med tromber. I Oskarshamnstrakten kan, med sannolikheten 10^{-5} /år, vindhastigheter på upp till 70-100 m/s tänkas förekomma under korta perioder.

3 SÄKERHETSKRAV OCH KONSTRUKTIONSFÖRUTSÄTTNINGAR

I detta kapitel sammanfattas krav, föreskrifter och konstruktionsförutsättningar som är av betydelse för att säkerställa den radiologiska säkerheten i anläggningen. Konventionellt arbetarskydd beaktas genom tillämpning av normer och rekommendationer som ej berörs i denna rapport.

3.1 ALLMÄNT

3.1.1 Allmänna säkerhetsaspekter på inkapslingsanläggningen

De säkerhetsaspekter som ska styra utformningen av inkapslingsanläggningen är säkerheten för personer i anläggningens omgivning och personalens säkerhet. Inkapslingsanläggningen ska, i huvudsak, uppfylla samma säkerhetskrav som gäller för CLAB, se CLABs säkerhetsrapport /1/.

Den totala aktivitetsmängden i inkapslingsanläggningen är liten och den övervägande delen av aktiviteten är fast bunden i bränslet. Innan det använda bränslet förs till inkapslingsanläggningen har det avklingat i ca 30 år. Efter denna tid har radioaktiviteten i bränslet minskat avsevärt. Av de gasformiga klyvningsprodukterna återstår i stort sett bara Kr-85. Detta är en fördel med tanke på omgivningssäkerheten, både vid normal drift och vid eventuella missöden.

Om en plötslig och omfattande bränsleskada skulle uppstå blir konsekvenserna i omgivningen mycket måttliga eftersom det saknas effektiva mekanismer för att sprida aktivitet från använt kärnbränsle som står i vattenbassänger eller som är inkapslat i kopparkapslar. Ventilationssystemet i hanteringscellen, där bränsleelementen hanteras torrt och utan inneslutning, ska förses med HEPA-filter för att förhindra spridning av radioaktiva partiklar. För att ytterligare minska risken för spridning ska det råda undertryck i hanteringscellen.

Samma typer av säkerhetsåtgärder som gäller för kärnkraftverk, speciellt automatiska säkerhetssystem och konsekvenslindrande system, är inte befogade i inkapslingsanläggningen, på grund av de i regel långsammare förloppen.

3.1.2 Förutsättningar för anläggningens utförande

I inkapslingsanläggningen ska använt kärnbränsle och förbrukade hårdkomponenter tas emot från CLAB. Bränslet ska kapslas in i kopparkapslar

och hårdkomponenterna placeras i kokiller för vidare transport till djupförvaret. I anläggningen ska tomma kapslar och kokiller kunna tas emot, hanteras, fyllas, förslutas och kontrolleras.

Inkapslingsanläggningen ska ha kapacitet att färdigställa ca 200 kapslar med bränsle eller ca 100-200 kokiller med hårdkomponenter per år, med hantering endast under ordinarie arbetstid.

Det ska även vara möjligt att öppna kapslar och tömma dem på bränsle om förslutningen misslyckats.

Anläggningen ska kunna färdigställa kapslar med de höga kvalitetskrav som motiveras av den långsiktiga säkerheten i djupförvaret. De krav som ställs gäller t ex atmosfären i insatsen, förslutningen och kapselytan. Det ska även ställas höga krav på driftsäkerheten så att kapslar kan levereras i den takt som deponeringen i djupförvaret kräver.

Inkapslingsanläggningen ska konstrueras för att kunna hantera samtliga bränsletyper och hårdkomponenter som mellanlagras i CLAB. De olika typer av förvaringskassetter som används i CLAB ska även kunna hanteras i inkapslingsanläggningen. Transportbehållare för kapslar och kokiller ska kunna hanteras i uttransporthallen.

Strålskyddet i inkapslingsanläggningen ska utformas enligt samma principer som gäller för kärnkraftverken och CLAB. Anläggningen ska dimensioneras så att den genomsnittliga individdosen till personalen inte överstiger 5 mSv per år.

Avfall från inkapslingsanläggningen ska hanteras och behandlas på samma sätt som motsvarande avfall från CLAB och övriga anläggningar på Simpevarpshalvön.

En förutsättning för att uppföra anläggningen är att den ska kunna byggas med ostörd drift och bibehållen säkerhet i CLAB.

3.2 STRÅLSKYDDSFÖRESKRIFTER

De svenska strålskyddsföreskrifter som gäller för kärntekniska anläggningar ska även gälla inkapslingsanläggningen. Strålskyddsföreskrifterna, vilka baserar sig på ICRP:s rekommendationer, beskrivs kortfattat nedan.

3.2.1 Internationella rekommendationer

Den internationella strålskyddskommissionen, ICRP, utfärdar rekommendationer om högsta tillåtna stråldoser till olika personkategorier. Den högsta rekommenderade årliga helkropps dosen vid verksamhet med joniserande strålning är 50 mSv men ambitionen ska vara att den årliga helkropps dosen i

medeltal till arbetare i kärntekniska anläggningar inte ska överstiga 5 mSv. I den senaste publikationen, ICRP 60, rekommenderas dessutom att helkroppsdosen (effektiva dosekvivalenten) ska begränsas så att den under fem på varandra följande kalenderår inte överstiger 100 mSv.

3.2.2 Svenska strålskyddsföreskrifter

Svenska föreskrifter som begränsar tillåtna stråldoser till personal inom verksamhet med joniserande strålning utfärdas av Statens Strålskyddsinstitut, SSI. I många fall baserar sig de svenska föreskrifterna på ICRP:s rekommendationer.

Utsläpp

För utsläpp av radioaktiva ämnen från kärnkraftstationer gäller föreskrifter som beslutades 1991 (SSI FS 1991:5) och tillämpas från november 1991. Enligt dessa bestämmelser ska som allmän regel följande gälla:

”Utsläpp av radioaktiva ämnen från kärnkraftstationen skall begränsas så långt det är rimligt, med hänsyn till de ekonomiska och sociala följderna av varje insats för utsläpps begränsning inklusive risken att personalens stråldoser kan komma att öka då utsläppen till omgivningen minskas”.

För att begränsa stråldosen till närboende (kritisk grupp) och kollektivdosen till hela befolkningen från förväntade utsläpp ska anläggningen konstrueras efter följande referensvärden:

Summan av de viktade organdosekvivalenterna för den kritiska gruppen till följd av det förväntade utsläppet ska underskrida 0,1 mSv per år och den resulterande globala kollektivdosekvivalenten ska underskrida 5 manSv per år och GW installerad elektrisk effekt.

Angivet referensvärde ska innefatta summan av dosbidragen från samtliga utsläpp av radioaktiva ämnen, såväl till luft som till vatten, men ej stråldoser till personal i verksamhet med joniserande strålning.

Ovanstående krav gäller för hela Oskarshamnsverket där inkapslingsanläggningen ingår. En konstruktionsförutsättning för anläggningen är att den beräknade omgivningsdosen från verksamheten ska vara avsevärt mindre än det som gäller för hela Simpevarvshalvön.

Föreskrifterna innehåller även bestämmelser om utsläppskontroll och rapportering, när och hur anmälan om förhöjda utsläpp ska ske samt krav på omgivningsundersökningar.

Strålskydd inom anläggningen

Krav på begränsning av stråldoser till personal och allmänhet vid verksamhet med joniserande strålning ges i ”Statens strålskyddsinstituts föreskrifter om dosgränser vid verksamhet med joniserande strålning m. m.” (SSI FS 1989:1). Dessa föreskrifter trädde i kraft 1990-01-01. Föreskrifterna innebär bl a krav på fördjupad strålskyddsutbildning av personal och dokumenterat strålskyddsprogram. Dessutom görs ett förtydligande av ICRP 60 och en begränsning av tillåten livstidsdos.

Med anledning av ICRP 60 har SSI gett ut nya föreskrifter om verksamhet med joniserande strålning vid kärnteknisk anläggning (SSI FS 1994:2) samt gjort ändringar i de allmänna föreskrifterna SSI FS 1989:1 (SSI FS 1994:5). Föreskrifterna trädde i kraft 1994-06-01 respektive 1995-01-01. De områden som behandlas i föreskrifterna är:

- lokal strålskyddsinstruktion
- zonindelad område
- strålskyddsutbildning
- dosbegränsningar
- persondosövervakning
- läkarundersökning
- områdesövervakning
- instrumentkontroll
- interna transporter
- minderåriga besökare
- rapportering
- dokumentation och arkivering av mätdata.

Vikten av att tillämpa ALARA-principen vid planering av strålskyddsarbetet framgår av SSI FS 1994:2. Krav ställs på ett särskilt strålskyddsprogram (ALARA-program) som, förutom den löpande verksamheten, även ska omfatta strategier för det långsiktiga personalstrålskyddet. Programmet ska vara väl känt på alla nivåer inom organisationen.

EU har utfärdat Direktiv 96/29/Euratom om grundläggande säkerhetsnormer för skydd av arbetstagarnas och allmänhetens hälsa mot de faror som uppstår till följd av joniserande strålning. Inarbetning av dessa i svensk strålskyddslagstiftning pågår.

Radiologisk föreståndare

En kärnteknisk anläggning ska ha en radiologisk föreståndare för strålskyddsverksamheten. Föreståndarens uppgifter och befogenheter regleras i ”Statens strålskyddsinstituts föreskrifter om föreståndare för strålskyddsverksamhet vid kärnteknisk anläggning” (SSI FS 1994:1).

Utförsel

För att reglera utförsel av gods har SSI gett ut föreskriften, ”Statens strålskyddsinstitutets föreskrifter avseende utförsel av gods från zonindelad område vid kärntekniska anläggningar” (SSI FS 1989:3).

Strålskyddsinstruktion

Verksamhet med joniserande strålning vid Oskarshamnsverket, och därmed även vid inkapslingsanläggningen, regleras av speciella instruktioner som behandlar alla de relevanta områden som berörs i SSI:s föreskrift för strålskydd inom anläggningen enligt ovan.

3.3 UTRUSTNING AV BETYDELSE FÖR SÄKERHETEN

För att signifikanta mängder radioaktivitet ska frigöras till omgivningen krävs att bränslekapslingen skadas hos ett stort antal bränslestavar inom en kort tidsrymd. Skada på bränslekapslingen medför att den gasformiga aktiviteten som finns i gapet mellan kutspelaren och kapslingen avges.

Ett stort antal skadade bränslestavar skulle kunna uppstå på grund av en omfattande mekanisk påverkan på bränslet eller att en stor del av bränslet upphettas så mycket att kapslingen skadas. Så länge bränslet kyls tillräckligt med vatten eller luft kan ingen sådan upphettning ske.

Anläggningen ska konstrueras så att sannolikheten är minimal för skada på en större mängd bränsle på grund av mekanisk påverkan, kriticitet eller höga temperaturer.

För att uppnå en god arbetsmiljö och en god tillgänglighet i anläggningen är det väsentligt att bli förhindra störningar och missöden. Skulle sådana inträffa ska konsekvenserna för personalen och anläggningen minimeras. System och utrustningar som är väsentliga för omgivningens säkerhet och säkerheten inom anläggningen är:

- system för kylning och spädmatning av bassänger
- kraftförsörjning
- nivå-, temperatur- och läckageövervakning av bassängerna
- utrustning för aktivitetsövervakning
- ventilationssystem för zonindelad område
- filter för rening av bassängvatten
- hanteringsmaskiner och lyftanordningar.

Funktionskrav för ovanstående system och utrustningar anges i avsnitt 3.4. Kvalitetskrav för olika anläggningsdelar, system och komponenter ges i avsnitt 3.5.

3.4 FUNKTIONS- OCH REDUNDANSKRAV

3.4.1 Allmänt

Några specifika svenska säkerhetsnormer eller riktlinjer finns inte för konstruktion av en inkapslingsanläggning för använt kärnbränsle. Konstruktionen av anläggningen ska i stället grundas på de allmänna säkerhetsprinciper som tillämpats vid konstruktionen av de svenska kärnkraftverken.

Separationskrav

Det finns inget generellt krav på separation i inkapslingsanläggningen. Brandskyddskraven medför dock att dubblerade utrustningar i vissa fall ska vara separerade. En sådan separation ska gälla såväl komponentinstallation som el- och kontrollutrustning.

För kabelvägar gäller att en utslagen kabeldel ska kunna bytas ut inom tre dygn från inträffat missöde, varför ingen separation krävs om funktionen kan undvaras under denna tid utan att säkerheten påverkas.

Separering av komponenter ska, baserat på aktuell brandbelastning, utföras som avståndsseparering eller genom förläggning av komponenterna i skilda brandceller. Vid avståndsseparering av komponenter anses ett avstånd på en meter vara tillräckligt för att förhindra brandspridning. Det finns inga krav på separering av kablar inom respektive sub.

Viktiga system och anläggningsdelar beskrivs närmare i respektive systembeskrivning /2/.

3.4.2 Bränslebassänger

Bassängerna i inkapslingsanläggningen ska kunna isoleras från varandra genom portar som tål fullt vattentryck från endera sidan. Portöppningarnas nederkant ska ligga högre än nivån för uppställt bränsle. Inga genomföringar ska placeras på en nivå under den lägsta bassängvattennivå som kan tillåtas med hänsyn till bränslets kylning och erforderlig strålskärmning.

Alla bassänger ska vara försedda med invändig tätplåt samt läckageövervaknings- och uppsamlingsystem för att underlätta lokalisering av ett eventuellt läckage genom plåten.

Bassängerna ska dimensioneras så att funktionen som vattenbehållare behålls även om tyngsta förekommande last tappas i bassängen.

3.4.3 Processystem

Om kylning av vattnet i bassängerna skulle upphöra kommer temperaturen att stiga långsamt, se kapitel 8. Det i CLAB befintliga systemet för kylning

och rening av bassänger (system 313-10) med tillhörande kylkedja till havet (system 723-10, 713-10, och 711-10) är utformat med vissa komponenter dubblerade. Detta innebär att vid bortfall av en dubblerad komponent kan temperaturen i bassängerna komma att stiga och ställa in sig på ett nytt jämviktsläge, om inte den felfungerande komponenten åter kan tas i drift.

Dubbleringen av vissa komponenter ska göras för att förhindra att hela systemfunktionen förloras vid ett aktivt enkelfel. Det medför dessutom att dessa dubblerade komponenter kan placeras åtskilda så att inte hela systemfunktionen slås ut vid översvämning på grund av t ex vattenläckage eller brand i ett utrymme.

Filter och annan utrustning som renar processvattnet ska upprätthålla acceptabel vattenkvalitet även vid fel på enskilt filter.

3.4.4 Kraftförsörjning

Inkapslingsanläggningens elkraftförsörjning ska vara uppdelad i två delar (A- och B-sub) som ska vara anslutna till yttre nät via var sin inmatningsväg i CLAB. Vid fel på en inmatningsväg ska överkoppling kunna ske så att hela anläggningen kan förses med elkraft från den återstående inmatningsvägen.

Vid bortfall av elkraft ska bränslet kunna vara kvar i anläggningen utan risk för att bränslekapslingen skadas. Däremot är tillgången på elkraft väsentlig för att ha en god tillgänglighet på anläggningen, kunna upprätthålla undertrycket mot omgivningen samt minska sannolikheten för att smärre incidenter leder till konsekvenser för anläggningens inre säkerhet. På grund av detta gäller vissa krav på anläggningens kraftförsörjning enligt nedan.

Vid bortfall av de båda ordinarie matningsvägarna ska anläggningens dieselgeneratorer förse vissa objekt med kraft i den omfattning som behövs för att pågående arbete ska kunna avslutas så att anläggningen kan föras till ett säkert läge. Kraftmatning från dieselgeneratorerna ska dessutom garantera att en acceptabel miljö kan upprätthållas i anläggningen. Även larm- och kommunikationssystemen samt reservbelysningen ska förses med kraft från dessa generatorer vid nätbortfall.

Central kontrollutrustning samt viss övervakningsutrustning ska vara tillgängliga omedelbart efter ett nätbortfall. Denna utrustning ska därför matas från batterisäkrat nät. Nödbelysningen i kontrollrummet ska matas från egna lokala batterier. För att underlätta utrymning vid nätbortfall ska efterlysande band i golvet användas i vissa utrymmen.

3.4.5 Utrustning för mätning och övervakning

Ur omgivningens synvinkel är det viktigt att mäta den aktivitet som lämnar anläggningen med ventilationsluften samt nivå och temperatur i bassängerna. För personsäkerheten är det angeläget att mäta dosrater vid de platser i anläggningen där fel kan leda till förhöjda strålnivåer. Aktivitetsmätare ska

därför finnas i frånluftkanaler från utrymmen där luftburen aktivitet kan förekomma. Frånluftkanalerna i ventilationssystemen ska gå samman i ventilationsskorstenen varifrån luften släpps ut till omgivningen. I skorstenen ska central aktivitetsmätutrustning installeras.

Bränslehanteringsmaskinen över bassängerna ska förses med strålningsmätutrustning som ger lokalt larm vid onormalt hög strålnivå. Strålningsmätutrustning ska även installeras i andra utrymmen där förhöjda strålnivåer kan tänkas förekomma, t ex i transportkorridoren. Om mätutrustningarnas detekteringsförmåga uteblir eller är nedsatt ska lågnivåalarm utlösas.

Utrymmen där mycket höga strålnivåer kan förekomma, t ex hanteringscellen, stationen för atmosfärsbyte, svetsstationen och stationen för oförstörande provning och maskinbearbetning, ska förses med förreglingar som förhindrar att personalen kan öppna dörren till utrymmet vid för höga nivåer.

3.4.6 Ventilationssystem

För att det luftburna aktivitetsutsläppet från anläggningen ska kunna bestämmas är det väsentligt att all ventilationsluft lämnar anläggningen genom skorstenen där aktivitetsmätutrustningen finns. Ventilationssystemet för zonindelade områden ska därför utformas så att ett undertryck mot omgivningen upprätthålls vid bortfall av en godtycklig fläkt. Ovanstående krav medför t ex att frånluftfläktarna i inkapslingsbyggnaden ska vara dubblerade (2 x 50%) och kunna anslutas till dieselsäkrat nät.

På vissa ställen finns en uttalad risk för att luftburen aktivitet ska spridas till utrymmen i anläggningen. I denna typ av utrymmen ska det finnas anslutningar till punktavsugsystemet. Detta ska förses med redundanta fläktar (2 x 100%) vilka ska kunna anslutas till dieselsäkrat nät.

För att minska risken för spridning av aktivitet ska ventilationen i anläggningen vara riktad. Vidare ska hanteringscellen, där bränsleelementen hanteras torrt och utan inneslutning, förses med HEPA-filter för att förhindra spridning av radioaktiva partiklar.

3.4.7 Lyftanordningar

Tappat bränsleelement eller tappad bränslekassett utgör en risk för att luftburen aktivitet sprids i anläggningen. Tappad transportbehållare eller tappad kapsel kan leda till betydande anläggningskonsekvenser även om det ej skulle leda till att bränsle skadas. Aktuella lyftanordningar för dessa laster ska därför utformas med hög säkerhet mot hanteringsmissöden. Lyftdonsnormer utgivna av IVA:s kran- och hisskommission ska tillämpas på lyftanordningar i inkapslingsanläggningen.

För hantering av bränsle ska lyftanordningar med linsystem eller hydraulsystem användas. Linlyftanordningarna ska vara utrustade med dubblerade

linsystem och bromsar. Hydraullyftanordningarna ska vara försedda med tryck- och flödesventiler för normal inbromsning. Dessutom ska det finnas slangbrottsventiler som ska stänga och förhindra ofrivilliga rörelser vid stora läckage i hydraulsystemen.

Samtliga lyftanordningar för bränsle och kapslar ska vara utförda så att hanteringen kan avslutas till ett säkert läge även vid bortfall av ordinarie nät under pågående lyft.

I bassängerna ska den mekaniska konstruktionen förhindra att bränsle kan lyftas till en nivå som skulle innebära att strålnivån steg till otillåtna värden på grund av minskad strålskärning från bassängvattnet.

3.5 KVALITETSKRAV

Allmänt

Byggnader och utrustningar i inkapslingsanläggningen ska konstrueras enligt tillämpliga svenska föreskrifter och normer. Utöver detta ska särskilda krav ställas på utrustningar som kan vara av betydelse för säkerheten. Sådan utrustning ska delas in i olika kvalitetsklasser. För olika typer av mekanisk utrustning i en viss kvalitetsklass ska specifika dokument (teknisk bestämmelse) som innehåller kvalitetskrav för utrustningen utarbetas.

Vid anläggningsändringar och nykonstruktioner ska gällande normer och föreskrifter generellt följas. Detta gäller t ex för tryckbärande eller kraftbärande anordningar som kan ha betydelse för omgivningens eller personalens radiologiska säkerhet.

Berörd utrustning ska delas in i olika säkerhetsklasser beroende på deras betydelse för den radiologiska säkerheten. Säkerhetsklassen styr kvalitetsklassen och elektrisk funktionsklass och därmed kraven. Denna klassificering av utrustning ska anges i en klassningslista.

I avvaktan på SKI:s föreskrifter för ”övriga kärntekniska anläggningar” avseende mekaniska konstruktioner ska nuvarande föreskrifter för CLAB tillämpas.

Kvalitetsklassificering

Byggnader och mekanisk utrustning ska delas in i olika kvalitetsklasser. Kvalitetsklassen för en viss byggnad eller utrustning beror på utrustningens betydelse för säkerheten. Utrustning som ej har någon betydelse för säkerheten saknar speciell kvalitetsklass. För sådan utrustning ska tillämpliga konventionella normer gälla.

Gällande regler för kvalitetsklasser återfinns i RKS-dokumentet "Generella klassningsregler för kvalitetsklassning av mekanisk utrustning i svenska kärnkraftverk med kokvattenreaktorer", där kvalitetsklasserna 1-4, 4A samt övrigt definieras. Kvalitetsklass 1 och 2 är ej aktuella för inkapslingsanläggningen. Kvalitetsklass 3 ska tillämpas på mekanisk utrustning som är av väsentlig betydelse för omgivningssäkerheten.

Utrustning som ej är väsentlig för omgivningssäkerheten men som kan vara av vikt för den radiologiska säkerheten i anläggningen ska tillhöra kvalitetsklass 4A. Till denna kvalitetsklass ska system eller delar av system som ej tillhör kvalitetsklass 3 men där ytdosraten överstiger 1 mSv/h höras.

Kvalitetsklass 4 ska tillämpas på byggnader, system och komponenter som ej tillhör kvalitetsklass 3 eller 4A och som kan vara anslutna till eller vara påverkade av utrustning tillhörande kvalitetsklass 3 eller 4A samt påverkar anläggningens eller personalens säkerhet enligt avsnitt 3.3.

Elektrisk utrustning ska indelas i funktionsklasser där funktionsklass IE ska tillämpas på elektrisk utrustning som är väsentlig för omgivningssäkerheten (dvs matar, kontrollerar eller övervakar utrustning tillhörande kvalitetsklasserna 1-3). Funktionsklass IIE ska tillämpas på elektrisk utrustning som ej tillhör IE men som är väsentlig för anläggningens tillgänglighet och säkerhet.

Seismisk klassificering

Inkapslingsanläggningen ska tillhöra seismisk kategori N, vilket innebär att byggnader och utrustningar inte dimensioneras för jordbävningar. Orsaken till detta är att inkapslingsbyggnaden endast rymmer en liten mängd bränsle.

3.6 DIMENSIONERING AV BYGGNADER

Inkapslingsanläggningen ska dimensioneras enligt Boverkets byggregler, BBR 94, och konstruktionsregler, BKR 94.

3.7 SKYDD MOT INRE OCH YTTRE PÅVERKAN

Yttre översvämning

Skydd mot yttre översvämning ska i första hand utgöras av att markförlagda anläggningsdelar och andra öppningar förläggs ovanför extrem högvattennivå. Denna "tröskelnivå" är + 108,0, dvs 8 meter över havsytan vid medelvattenstånd.

Risk för översvämning på grund av grundvatten och regnvattentillrinning ska begränsas av grundvattendränagesystemet, system 768-10.

Inre översvämning

En konstruktionsförutsättning är att avlastning ska kunna ske genom översvämningssluckor för alla rum där den beräknade vattennivån i rummet överstiger 0,5 meter inom en halvtimme efter rörbrott eller uppkomna rörsprickor.

Eftersom de flesta rör i inkapslingsanläggningen tillhör system med lågt tryck och låg temperatur anses rörbrott inte kunna inträffa (se nedan). Konsekvenser av översvämning i olika utrymmen analyseras i kapitel 8.

Missiler

Rörsystemen i inkapslingsanläggningen kan generellt betraktas som "låg-energisystem", dvs system med ett drifttryck under 2 MPa och en drifttemperatur under 100°C. För rör i sådana system anses inga giljotinbrott, utan endast rörsprickor, kunna inträffa. Dessa system utgör alltså ingen källa för missiler eller rörslag, enligt kriterierna.

System för högtrycksvatten (system 312-10), som är det enda högtryckssystemet, kan ej ge upphov till missiler då temperaturen alltid ska vara lägre än 100°C, varför trycket sjunker omedelbart vid ett rörbrott. Således anses missilverkan i samband med rörfel vara så osannolikt att hänsyn ej behöver tas till detta.

Risken för missiler i form av tappad last diskuteras i avsnitt 3.4.7.

Fysiskt skydd och krigsskydd

Målet ska vara att åstadkomma samma skyddsnivå mot obehörigt tillträde, sabotage och krigshandling som gäller för CLAB. Utformningen av fysiskt skydd och krigsskydd kommer att redovisas separat i samband med ansökan om tillstånd att uppföra inkapslingsanläggningen.

3.8 BRANDSKYDD

Brandskyddet ska förhindra att en brand i anläggningen kan orsaka signifikant aktivitetsutsläpp, möjliggöra utrymning vid brand samt förhindra uppkomst av egendomsskador.

I delar av anläggningen hålls bränslet alltid täckt av vatten. Då bränslet i sig självt inte representerar någon brandrisk, kan brand som direkt berör bränsle anses som mycket osannolik, även då bränslet inte befinner sig i bassäng-

erna. Brand i anläggningen innebär därför ej någon radiologisk säkerhetsrisk från bränsle.

Brandbelastningen i allmänhet ska vara låg. Större brandbelastningar kan dock föreligga i schakt och kulvertar för elkablar och i anslutning till annan elektrisk utrustning samt dieselaggregat med dagtank.

Inkapslingsanläggningen ska förses med brandskydd och utrymningsvägar. Det passiva brandskyddet ska utgöras av brandseparation. Exempel på aktivt brandskydd som ska ingå är olika brandsläckningssystem, brandventilations-system och brandlarm.

När konsekvens av brand bedöms, särskilt med avseende på behovet att förlägga utrustning i skilda brandceller, ska hänsyn tas till brandbelastning, sannolikhet för brandinitiering och brandbekämpningssystemens omfattning och utformning. Både aktivt och passivt brandskydd ska beaktas.

Det passiva brandskyddet bygger på att anläggningen är indelad i olika brandceller. Brandcellsindelningen ska utgå från antagandet att all utrustning i en brandcell får slås ut vid en brand utan att den radiologiska säkerheten äventyras.

Brandteknisk separering, utrymnings- och insatsvägar

Inkapslingsanläggningen ska utformas enligt svenska brandnormer i tillämpliga delar.

Där krav finns på dubblade komponenter i processystem, avsnitt 3.4, ska dessa separeras så att en brand sannolikt ej slår ut båda komponenterna. Separationen ska, beroende på brandbelastning, utföras som avståndseparation eller genom förläggning av komponenterna i skilda brandceller.

Kabelvägarna är ibland gemensamma för kablar tillhörande A- och B-sub. För kablar till komponenter med krav på tillgänglighet efter missöde ska dock avståndseparation mellan olika subar gälla.

De funktioner som berörs av en begränsad brand, se kapitel 8, ska antingen kunna undvaras under reparationstiden eller kunna övertas av komponenter och systemdelar som ej berörs av branden. En skadad kabel ska kunna bytas inom tre dygn.

Brännbart material

Brännbart material ska endast användas där andra material inte kan användas av tekniska eller ekonomiska skäl. Mängden olja och andra brännbara vätskor i anläggningen ska vara så liten som är praktiskt möjlig.

Brandskyddssystem

Brandvattensystemet, som förser brandposter och sprinklingsanläggningar med vatten, ska konstrueras enligt krav i svenska byggnormer. Brandvatten- och sprinklingssystemen ska uppfylla kraven enligt regler för automatisk vattensprinkleranläggning med undantag för låsförregling av ventiler. En beskrivning av olika brandskydds- och släckningssystem ges i avsnitt 5.3.6. Brandventilation ska ske med hjälp av ordinarie ventilationssystem.

3.9 BRÄNSLE

Bränsledata

Inkapslingsanläggningen ska licensieras för de bränsletyper som CLAB är licensierat för. Vid licensieringen ska SKB visa att bränslet kan hanteras i anläggningen med uppfyllande av kraven på kriticitetssäkerhet, omgivnings-säkerhet och hanteringssäkerhet.

Kriticitetssäkerhet

I bassängerna lastas bränsleelementen om från förvaringskassetter till transportkassetter. Transportkassetterna är utformade på samma sätt som normalkassetterna i CLAB med den skillnaden att transportkassetterna endast har plats för 12 BWR-element eller 4 PWR-element. (Normalkassetterna har plats för 16 BWR-element eller 5 PWR-element.)

Transportkassetterna ska uppfylla samma krav på kriticitetssäkerhet som förvaringskassetterna i CLAB. Detta innebär att transportkassetterna, ur kriticitetssynpunkt, ska uppfylla kraven enligt US NRC Regulatory guide 1.13 (proposed revision) och följande kriterier.

Inför licensieringen av inkapslingsanläggningen ska en kriticitetsanalys genomföras för att visa att bränslet alltid kan hanteras på ett säkert sätt i fråga om kriticitet. Analysen bör kunna visa att kriticitetssäkerhet kan uppnås med god marginal eftersom transportkassetterna är utformade på samma sätt som normalkassetterna i CLAB men har plats för en mindre mängd bränsle.

Grundkravet för kriticitetssäkerheten är att den beräknade effektiva neutronmultiplikationskonstanten (k_{eff}) inklusive osäkerheter ska vara mindre än 0,95. Vid haverifall med mycket låg sannolikhet kan det beräknade värdet för k_{eff} överskrida 0,95 men ska under alla förhållanden vara mindre än 0,98 inklusive osäkerheter.

De normala och onormala händelser som kriticitetsförhållandena ska utvärderas efter är:

- enstaka kassett under normal hantering
- överlappande kassetter
- vält kassett på bassänggolvet
- vält kassett i hanteringscellen
- felplacerat bränsleelement
- onormal temperatur
- deformerade bränsleelement
- kombinationer av enstaka bränsleelement och kassett.

Kapseln ska också uppfylla krav på kriticitetssäkerhet i anläggningen. Krav på kriticitetssäkerhet ställs även på grund av den långsiktiga säkerheten i djupförvaret, se avsnitt 10.2.4.

3.10 SAFEGUARDS

Inkapslingsanläggningen ska uppfylla de krav som ställs på safeguards från såväl svenska som internationella kontrollmyndigheter, dvs SKI, Euratom och IAEA. Safeguards för inkapslingsanläggningen planeras att ingå i CLABs safeguardssystem.

Den grundläggande principen för safeguardssystemet i inkapslingsanläggningen ska vara att tillräcklig information alltid ska finnas beträffande inventariet av klyvbart material. Safeguardsrapporteringen ska bl a omfatta beskrivning av hur kärnbränslet hanteras inom anläggningen samt information om mängd, position och identifikation av bränslet.

Vid konstruktionen av anläggningen ska utrymme ges för safeguardsutrustning. Utrustning som ska ges möjlighet att installeras utgörs bl a av bränslemätutrustning, kameror och instrument för strålningsövervakning. Transportbehållarna ska kunna förses med sigill om övervakande myndigheter kräver detta.

Safeguardssystemet kommer att redovisas separat vid ansökningstillfället.

4 KVALITETSSÄKRING OCH SÄKERHETSTEKNISKA FÖRESKRIFTER

I detta kapitel redogörs för kvalitetsledningssystemet för inkapslingsanläggningen. Det har förutsatts att SKB anlitar OKG för drift av anläggningen.

Både SKB:s och OKG:s kvalitetssäkringsprogram uppfyller ”SKIs föreskrifter för kvalitetssäkring vid kärntekniska anläggningar och transport av kärnämne eller kärnavfall” (91-01-01).

4.1 KVALITETSSÄKRING

4.1.1 Organisation och ansvarsfördelning

Driftorganisationen för inkapslingsanläggningen planeras bli gemensam med driftorganisationen för CLAB.

Inkapslingsanläggningen kommer att ägas av SKB. Som koncessionsinnehavare ansvarar SKB för säkerhetsredovisningen gentemot myndigheterna. Säkerhetsgranskning av anläggningsändringar och händelser som kan ha betydelse för säkerheten sker enligt gängse rutiner inom OKG.

All verksamhet inom OKG som berör inkapslingsanläggningen ska bedrivas i enlighet med OKG:s kvalitetssystem.

4.1.2 SKB:s kvalitetssäkringsprogram

SKB:s Handbok för Ledning och Kvalitet är ett övergripande dokument för styrning av lednings- och kvalitetsfrågor. I dokumentet anges policier, ansvar, befogenheter, organisation och kvalitetskrav som ska beaktas i styrnings- och planeringsprocessen för alla verksamheter inom företaget. Dessutom finns företagsgemensamma kvalitetsdokument, handböcker, rutiner, riktlinjer och instruktioner som ställer krav och ger anvisningar om hur SKB:s anställda ska förhålla sig i frågor som berör SKB:s verksamhet.

Projektering och byggande av inkapslingsanläggningen sker enligt riktlinjer i Projekthandbok Inkapsling. Kvalitetssäkringsprogram tas fram för genomförandet av byggnads- och installationsarbeten. Med utgångspunkt från dessa program upprättas detaljerade kvalitetsplaner för de olika arbetsmomenten.

Genom återkommande kvalitetsrevisioner hos entreprenörer ska SKB säkerställa att anläggningarna drivs i överensstämmelse med gällande

myndighetskrav och med erforderlig kvalitet och säkerhet enligt dokumenterade och fastställda rutiner. Riktlinjerna för SKB:s kvalitetsarbete med tillämpning på inkapslingsanläggningen är följande:

SKB ska i sitt arbete syfta till att vidmakthålla hög säkerhet, god arbetsmiljö och hög tillgänglighet. Krav enligt kärntekniklagen, strålskyddslagen och andra tillämpliga lagar ska vara väl uppfyllda.

SKB ska sträva efter att förhindra händelser som kan leda till skada för personal eller omgivning. Förebyggande åtgärder för att undvika långvariga driftavbrott ska i rimlig omfattning vidtas.

SKB ska förvissa sig om att inkapslingsanläggningen uppfyller de av myndigheterna föreskrivna krav som avser följande:

- Kärnteknisk säkerhet
- Strålskydd
- Begränsning av utsläpp
- Tryckkärllsäkerhet
- Arbetarskydd och arbetsmiljö
- Övriga områden som berör verksamheten

4.2 SÄKERHETSTEKNISKA FÖRESKRIFTER

Driften av inkapslingsanläggningen ska motsvara de krav som anges i dokumentet Säkerhetstekniska Föreskrifter för CLAB.

Föreskrifterna omfattar bl a följande:

- Allmänna begränsningar som vid avsteg innebär krav på särskild utredning och rapportering innan verksamheten får fortsätta.
- Villkor och begränsningar för drift avseende funktionsberedskapen hos olika system och komponenter. Om dessa villkor ej kan uppfyllas föreskrivs begränsningar för varje särskilt fall.
- Typ och frekvens för provning och inspektion av komponenter och system. Icke utförd provning eller negativt provresultat innebär att respektive komponent eller system betraktas som ej driftklart och tillämpliga villkor och begränsningar enligt ovan gäller.
- Administrativa föreskrifter, vilka bl a ger regler för den interna säkerhetsgranskningen, principer för de rutiner som ska följas vid normal drift, driftstörningar och underhållsarbeten, krav på dokumentation av drift-händelser, konstruktionsändringar etc samt rapportering till tillsynsmyndighet.

5 ÖVERSIKTLIG ANLÄGGNINGS- OCH FUNKTIONSBESKRIVNING

5.1 INLEDNING

Inkapslingsanläggningen består av en inkapslingsbyggnad och ett förråd för fyllda transportbehållare. Inkapslingsbyggnaden är ansluten till bränslehissen och mottagningsbyggnaden i CLAB. En vy över inkapslingsanläggningen och CLAB visas i figur 5-1. Byggnadernas placering framgår av figur 5-2.

Ett flertal av systemen i inkapslingsanläggningen är gemensamma med existerande system i CLAB. De viktigaste av dessa system beskrivs i detta kapitel men för mer information om system och byggnader i CLAB hänvisas till CLABs säkerhetsrapport /1/. En systemförteckning över samtliga system ges i figur 5-3.

I avsnitt 5.2 ges en beskrivning, steg för steg, av hanteringsgången vid inkapslingsprocessen. De viktigaste stegen framgår av figur 5-4.

Anläggningens utformning beskrivs i avsnitt 5.3. Här behandlas system och systemdelar som bedöms vara av betydelse för förståelse av anläggningens funktion under normal drift och vid störningssituationer. Systembeskrivningar för de mest centrala systemen finns i /2/.

I avsnitt 5.4 behandlas avfallshantering och i avsnitt 5.5 samfunktion med annan verksamhet på Simpevarpshalvön.

5.2 TRANSPORT OCH HANTERING I ANLÄGGNINGEN

5.2.1 Transporter av tomma kapslar till anläggningen

När en tom kapsel levereras från kapselfabriken till inkapslingsanläggningen är den gjutna insatsen försedd med ett stållock och monterad i kopparhöljet. Kopparlocket levereras separat men hör ihop med en specifik kapsel. Kapseln transporteras i en transportram som i sin tur placeras i en speciell transportlåda som förhindrar korrosion av insatsen.

I inkapslingsanläggningen tas kapseln emot i transportslussen. Därifrån lyfts den in i uttransporthallen med hjälp av huvudtraversen. Med en speciell vridutrustning vrids kapseln till vertikalt läge och placeras därefter i en kapselhylsa.

Samtliga delar inspekteras noga i en särskild kontrollstation innan en kapsel förs in i inkapslingsprocessen.

Kopparlocket förs med truck från uttransporthallen till svetsstationen.

Den tomma transportramen skickas tillbaka till kapsel fabriken.

5.2.2 Förflyttning av kapslar inom anläggningen

Förflyttning inom uttransporthallen

I uttransporthallen förflyttas tomma kapslar i kapselhylsor med huvudtravers eller luftkuddetruck. När luftkuddetruck används är kapseln placerad på en speciell lastbärare.

Fyllda kapslar som är lastade i transportbehållare hanteras också i uttransporthallen, se avsnitt 5.2.6.

Förflyttning till och från strålskärmad lastbärare

Från en position i uttransporthallen lyfts en kapsel över till en väntande strålskärmad lastbärare, se figur 5-5. Lyftet görs med hjälp av en kapselhanteringsmaskin som också är försedd med strålskärmning, se figur 5-6.

Kapselhanteringsmaskinen används även för att förflytta fyllda kapslar från lastbäraren till mättnings- och dekontamineringsstationen samt från denna station till en transportbehållare.

Även tomma kapselhylsor i lastbäraren lyfts tillbaka till uttransporthallen med hjälp av kapselhanteringsmaskinen.

Förflyttning mellan olika stationer

För förflyttning av kapslar mellan olika stationer i anläggningen används en strålskärmad lastbärare och en fjärrstyrd luftkuddetruck, se figur 5-5. Lastbäraren har till uppgift att stödja, lyfta och docka kapseln samt skärma av strålningen så att utrustningen är åtkomlig även då lastbäraren innehåller en kapsel med bränsle. Inuti lastbäraren står kapseln i en kapselhylsa som är försedd med ett vridbord i botten.

Lastbäraren förflyttas mellan de olika stationerna med hjälp av en luftkuddetruck.

5.2.3 Transporter av bränsle till anläggningen

Den befintliga bränslehissen i CLAB används för transport av bränsle från förvaringsbassängerna till inkapslingsanläggningen.

En förvaringskassett förs, med hanteringsmaskinen i förvaringsdelen, till en vattenfylld hisskorg som är placerad i en transportvagn i anslutning till hissen. Transportvagnen körs in i hissen där hisskorgen hissas upp, vrids runt 90° av en vridskiva och sänks ned i en transportvagn i förbindelsebassängen i inkapslingsanläggningen, se figur 5-7.

Transportvagnen med hisskorgen förflyttas till en position varifrån kassetten lyfts över till hanteringsbassängen med hjälp av en hanteringsmaskin.

Denna hanteringsgång motsvarar transporten av kassetter mellan mottagningsdelen och förvaringsdelen i CLAB.

5.2.4 Arbetsoperationer i bassänger i inkapslingsbyggnad

Omlastning till transportkassett och mätning av bränsle

Det lagrade bränslet i CLAB har mycket varierande värden på t ex utbränning, avklingningstid och resteffekt. Detta är faktorer som styr kapslarnas värmeutveckling, som är en dimensionerande faktor i djupförvaret. För att minimera det totala antalet kapslar "blandas" bränsleelementen så att den totala resteffekten i varje kapsel ligger nära den maximalt tillåtna. Kassetter med bränsleelement som är lämpliga för inkapsling väljs ut baserat på de bränsledata som finns i CLAB.

Förvaringskassetten förs från transportvagnen i förbindelsebassängen över till en hanteringsbassäng med hjälp av en bränslehanteringsmaskin. Före urlastningen verifieras bränsleelementens identitet med en TV-kamera som finns på hanteringsmaskinen.

Ett bränsleelement lyfts ur kassetten och förs, med samma hanteringsmaskin, till en väntande transportkassett. Under denna förflyttning kan elementet föras via en mätstation där mätningar kan göras för att verifiera t ex utbränning och resteffekt, se figur 5-7.

Hantering av underkända bränsleelement

Om verifierande mätningar görs på ett bränsleelement och de uppställda kraven inte uppfylls förs elementet inte vidare i inkapslingsprocessen. En utredning görs för att undersöka orsaken till skillnaden i beräknade och uppmätta värden.

För att inte hindra produktionen ersätts det underkända bränsleelementet med ett annat element med lämplig resteffekt.

Förflyttning av transportkassett från bassänger till hanteringscell

När en transportkassett är fylld förs den med hjälp av hanteringsmaskinen till en transportvagn i anslutningsbassängen. Där förflyttas vagnen och kas-

setten upp ur vattnet, uppför en ramp, se figur 5-8. När kassetten är över vattenytan tillåts den dräneras och lyfts därefter över till hanteringscellen med hjälp av den fjärrstyrda hanteringsmaskin som finns i cellen.

5.2.5 Arbetsoperationer för inkapsling av använt bränsle

Torkning av bränsle och omlastning till kopparkapsel

Transportkassetten lyfts, med den fjärrstyrda hanteringsmaskinen, över till hanteringscellen och placeras i en av två torkpositioner, se figur 5-9. Den valda torkpositionen förses med ett lock. Torkning sker med cirkulerande luft med ca 120°C temperatur.

När bränslet är torrt lyfts elementen ur, ett i taget, och placeras i en kapsel som är dockad underifrån till en annan del av cellen. Kapseln är under ilastningen försedd med ett skydd så att ytan ej riskerar att skadas vid hanteringen. När kapseln är fylld skruvas stållocket på insatsen fast.

Den tomma transportkassetten förs, via rampen, tillbaka till hanteringsbassängen.

Anslutningen mellan den dockade kapseln och hanteringscellen är tät för att förhindra att kapselns utsida kontamineras och att luften i cellen tränger ut och orsakar luftburen aktivitet i övriga delar av anläggningen.

Atmosfärsbyte och täthetsprovning av insats

Luften i den gjutna insatsen ersätts med argon i en separat station. Vid denna station dockas kapseln underifrån på liknande sätt som vid hanteringscellen, se figur 5-10.

Med en manipulatorarm kopplas en anslutning till stållockets genomföring. Via denna anslutning vakuumpumpas först utrymmet i insatsen och fylls därefter med argon. Vakuumpumpning och argonfyllning upprepas tills erforderlig kvalitet på atmosfären i insatsen är uppnådd.

Stållocket täthetsprovas innan kapseln lämnar stationen.

Svetsning av kopparlock

Vid svetsstationen dockas kopparkapseln till en vakuumkammare som finns inne i stationen, se figur 5-11. Efter dockning vakuumpumpas kammaren, och därmed även utrymmet mellan insatsen och kopparhöljet.

Kopparlocket, som har transporterats till svetsstationen separat, värms (om nödvändigt) så att det får samma temperatur som kapseln. Locket placeras på kopparkapseln som därefter försluts med elektronstrålesvetsning. Vid svetsningen roteras kapseln runt sin axel på vridbordet i kapselhylsan.

Bearbetning och oförstörande provning

Bearbetning och oförstörande provning av svetsen sker i en separat station, se figur 5-12. Här görs först en visuell kontroll av svetszonen innan en förberedande maskinbearbetning genomförs. Därefter utförs oförstörande provning med både röntgen och ultraljud. Vid godkänt resultat görs en slutlig maskinbearbetning av svetsytan.

Hantering av underkända kapslar

Om svetsen blir underkänd vid den oförstörande provningen men innehåller defekter som bedöms kunna repareras förs kapseln tillbaka till svetsstationen där den svetsas om. Därefter kontrolleras svetsens kvalitet på nytt.

I de fall då svetsen ej går att åtgärda genom omsvetsning ställs lastbäraren med den underkända kapseln åt sidan, så att den normala produktionen ej hindras. Uppställningsplatser för sådana kapslar utgörs av positionerna under de två stationerna för hantering av hårdkomponenter.

Vid lämpligt tillfälle hanteras en defekt kapsel på särskilt sätt genom att kopparlocket skärs upp i stationen för bearbetning och oförstörande provning. Efter det att kopparlocket lyfts av i svetsstationen körs kapseln till hanteringscellen där det inre locket lossas och lyfts av. Bränslet lastas över i en tom transportkassett som placerats i en av torkpositionerna.

Den tomma kapseln förs till den aktiva verkstaden där insatsen dekontamineras och lyfts upp ur kopparhöljet. Insatsen kan återanvändas i en ny kapsel medan kopparn skickas till återvinning.

De urlastade bränsleelementen i hanteringscellen lastas över i en ny kapsel.

Mätning och dekontaminering

Vid en urlastningsposition i transportkorridoren lyfts kapseln, med hjälp av kapselhanteringsmaskinen, upp ur lastbäraren och sänks ned i mättings- och dekontamineringsstationen, se figur 5-13. Kapselhylsan som lämnats kvar i lastbäraren lyfts, även den med kapselhanteringsmaskinen, till en position i uttransporthallen där den kontrolleras och vid behov dekontamineras.

I stationen används manipulatorer för att ta strykprover på hela kapselns utsida för att kontrollera att den är ren. Vid behov av dekontaminering används högtrycksvatten varpå nya strykprover tas. Ytdosraten kontrolleras också innan kapseln lämnar stationen.

5.2.6 Uttransport av kapslar från anläggningen

Lastning av kapslar i transportbehållare

I en särskild lastningsposition i uttransporthallen lastas kapslar i transportbehållare med kapselhanteringsmaskinen. Kapseln sänks ned i behållaren som därefter förses med ett lock. Transportbehållaren, som står på en vagn, förflyttas till en plattform där locket säkras.

Med huvudtraversen lyfts behållaren till en lastbärare som är placerad i transportslussen. När behållaren sänks ned på lastbäraren läggs den samtidigt i horisontellt läge. Stötdämpare monteras på behållaren varpå ett specialbyggt fordon backar in under lastbäraren och lyfter upp den tillsammans med behållaren. Liknande hantering utförs rutinmässigt i CLAB vid uttransport av transportbehållare.

Mellanlagring av fyllda transportbehållare

En transportbehållare som är lastad med en kapsel kan köras till förrådet för fyllda transportbehållare som finns inom det inhägnade området. I förrådet kan transportbehållaren mellanlagras i väntan på leverans till djupförvaret.

5.2.7 Hantering av hårdkomponenter

Förbrukade hårdkomponenter hanteras på liknande sätt som det använda bränslet.

En kassett med hårdkomponenter transporteras med bränslehissen från CLAB till bassängerna i inkapslingsbyggnaden. Därefter förs kassetten, via transportrampen, till hanteringscellen där den placeras i en kokill efter eventuell torkning. Den dockade kokillen står i en strålskärmad lastbärare för kokiller. Lastbäraren förflyttas med samma luftkuddetruck som används för lastbärare för kopparkapslar.

Från hanteringscellen förs kokillen vidare till de två stationer som är reserverade för förslutning av kokiller. Efter förslutning passerar kokillen mätning- och dekontamineringsstationen innan den lastas i en transportbehållare för kokiller.

Vid behov mellanlagras transportbehållaren i förrådet för fyllda transportbehållare.

5.2.8 Uttransport av bränsle från anläggningen

Om det skulle uppstå behov av att föra ut ej inkapslat bränsle från inkapslingsanläggningen kan bränslet, via bränslehissen, föras över till mottagningsdelen eller förvaringsdelen i CLAB. Det är även möjligt att föra ut använt bränsle ur CLAB, se CLABs säkerhetsrapport /1/.

5.3 ANLÄGGNINGSBESKRIVNING

5.3.1 Byggnader

Anläggningen består av följande byggnader:

- Inkapslingsbyggnad (system 124)
- Förråd för fyllda transportbehållare (system 147)

Nedan följer en beskrivning av dessa byggnader. I avsnittet beskrivs även bassänger och strålskärmsdörrar i inkapslingsbyggnaden.

Inkapslingsbyggnad

Inkapslingsbyggnaden utgör den del av anläggningen där använt bränsle kapslas in i kopparkapslar och hårdkomponenter placeras i kokiller.

Byggnaden innehåller:

- bassänger och tillhörande utrustning för hantering av bränsleelement och kassetter
- utrustning för omlastning och torkning av bränsle och hårdkomponenter
- utrustning för förslutning av kopparkapslar och kokiller
- utrustning för hantering av kapslar, kokiller och transportbehållare
- lokalt kontrollrum varifrån inkapslingsprocessen styrs och övervakas.

Bränslehisschaktet ansluter förbindelsebassängen i inkapslingsbyggnaden till transportkanalen i förvaringsbyggnaden i CLAB.

Inkapslingsbyggnadens layout visas i figur 5-14 – 5-17.

Förråd för fyllda transportbehållare

I förrådet för fyllda transportbehållare mellanlagras fyllda kapslar och kokiller i transportbehållare, i väntan på transport till djupförvaret.

Förrådet består av en eller flera sektioner vilket möjliggör en etappvis utbyggnad. Varje sektion utgörs av en betongplatta i en byggnad som rymmer ca 10 transportbehållare.

Kraven på fysiskt skydd gäller även förrådet för fyllda transportbehållare.

Strålskärmsdörrar

Strålskärmsdörrarna har till uppgift att skydda personalen från strålning.

De mindre dörrarna är upphängda på gångjärn och öppnas och stängs manuellt. Ett nyckelsystem och förreglingar hindrar att dörrarna öppnas utan

administrativt tillstånd. Systemet är konstruerat så att dörren endast kan öppnas om en speciell nyckel är isatt i en lokal panel som finns vid dörren och strålningsnivån bakom dörren är tillräckligt låg. När nyckeln är isatt i panelen kan utrustningen i utrymmet bakom dörren endast manövreras lokalt.

Större strålskärmsdörrar är motormanövrerade. Manövrering av dessa dörrar är förreglad genom ett kontrollsystem.

Hanteringscellen och utrymmet för service av hanteringsmaskinen är åtskilda av fjärrstyrda strålskärmsdörrar. Den övre dörren, som själva maskinen passerar igenom, rör sig vertikalt och den nedre, som är anpassad efter gripen och eventuell övrig utrustning, rör sig i sidled.

Bassänger i inkapslingsbyggnad

Samtliga bassänger är utförda i armerad betong och inklädda med rostfri plåt. Transportöppningarnas trösklar mellan bassängerna är placerade på en högre nivå än det uppställda bränslet. För att avskilja bassänger från varandra används portar som består av förstyvade stålskivor med gummitätningar. Portarna tätar vid ensidigt tryck från endera sidan.

Bassängerna är försedda med bräddavlopp som ansluter till kyl- och reningssystem för mottagningsbassänger, system 313-10, i CLAB.

5.3.2 Utrustning för inkapsling av använt bränsle

I detta avsnitt beskrivs följande system:

- Utrustning i bassänger i inkapslingsbyggnad (system 226)
- Bränslehanteringsmaskin i inkapslingsbyggnad (system 232)
- Bränslehiss (system 233-10)
- Transportramp (system 235)
- Bassängrengöringsutrustning (system 241)
- Läckagekontrollsystem för bassänger (system 247-10)
- Serviceutrustning för bränsle (system 253-10)
- Utrustning i hanteringscell (system 255)
- Utrustning i station för atmosfärsbyte (system 256)
- Utrustning i svetsstation (system 257)
- Utrustning i station för OFP och maskinbearbetning (system 258)
- Transportbehållare för kapslar och kokiller (system 269)
- Transportkassetter (system 277)
- Huvudtraverser i inkapslingsbyggnad (system 284)
- Lastbärare med strålskydd (system 287)
- Luftkuddetruckar för lastbärare (system 288)
- Mottagningsutrustning för kapslar (system 289)

- Utrustning i uttransporthall (system 293)
- Kapselhanteringsmaskin (system 294)
- Torksystem för bränsle (system 351)
- Utrustning i mätnings- och dekontamineringsstation (system 353)

Övrig utrustning består av lyftverktyg och transportanordningar, inredning i bassänger, förvaringsplatser och arbetsutrymmen för olika arbetsmoment.

Utrustningen redovisas i den ordning som den används under den normala inkapslingsprocessen.

Bränslehiss

Den vertikala transporten mellan förvaringsbassängerna i CLAB och bassängerna i inkapslingsbyggnaden sker med befintlig bränslehiss (system 233-10). Rakt under hissens position i inkapslingsanläggningen ligger förbindelsebassängen. För att inte kortsluta ventilationen i hissutrymmet och hanteringshallen finns, på samma sätt som i CLAB, ett vattenlås i förbindelsebassängen.

Hissmaskineriet är placerat på en vridbar betongplatta som är försedd med bärhjul och ett drivmaskineri för att vrida enheten.

För att ge kylning under transporten är hissorgen, som består av en behållare av rostfritt stål, alltid fylld med vatten. Dessutom finns en anordning för vattentillförsel till hissorgen i händelse av ett långvarigt driftavbrott.

I förbindelsebassängen finns, på motsvarande sätt som i CLAB, en vagn som används för att transportera en kasset från hisschaktet till en position varifrån bränslehanteringsmaskinen kan lyfta över kassetten till hanteringsbassängen.

Bränslehanteringsmaskin

Bränslehanteringsmaskinen (system 232) är monterad ovanför bassängerna i hanteringshallen. Maskinen hanterar all utrustning som finns i bassängerna.

Konstruktionen av bränslehanteringsmaskinen bygger, till övervägande del, på hanteringsmaskinerna i CLABs mottagningsbyggnad, se CLABs säkerhetsrapport /1/.

Maskinen består av en bryggdel som löper på traversbanor över golvplanet. På bryggan finns en tralla för tvärräkning och en kombinerad arbets- och manöverplattform i golvnivå.

Till hanteringsmaskinen hör standardiserad lyftutrustning som är anpassad till de lyft och hanteringsuppgifter som maskinen behöver utföra.

När en bränslekassett hanteras omsluts kassetten av ett fackverk som är monterat på hanteringsmaskinen. Det finns ett fallskydd, som tillsammans med fackverket, fångar upp kassetten om den skulle falla under förflyttning.

Bränslehanteringsmaskinen är försedd med en TV-kamera som är rörligt upphängd under den ena bryggbalken. Bildskärmen är placerad på arbetsplattformen tillsammans med den övriga manöver- och kontrollutrustningen.

Maskinens kontrollutrustning är uppbyggd med en förreglingslogik som blockerar felaktiga manövrer.

Hanteringsbassäng

I hanteringsbassängen finns ett antal kassettpositioner och utrustning för mätning av bränsle. Bassängen innehåller även verktyg och utrustning för slamsugning av bassängerna. Utrustningen i bassängen är anpassad för att kunna användas tillsammans med bränslehanteringsmaskinen.

Hanteringsbassängens utrustning ingår i utrustning i bassänger i inkapslingsbyggnad (system 226).

Serviceutrustning för bränsle

Serviceutrustning för bränsle (system 253-10) i hanteringsbassängen kan användas för nukleära mätningar för att verifiera t ex utbränning och resteffekt. Mätningarna görs genom gammaavsökning av bränsleelementen.

Bassängrengöringsutrustning

Bassängrengöringsutrustningen (system 241) används för att rengöra bassängerna från radioaktiva partiklar som kan ha ansamlats på bassängernas ytor. Utrustningen består bl a av munstycke, slang, sil, pump och uppsamlingskärl. Liknande utrustning finns i CLAB för rengöring av urlastningsbassängerna.

Vid rengöring av bassängerna används bränslehanteringsmaskinen för förflyttning av rengöringsutrustningen inom bassängområdet.

Transportkassetter

Transportkassetterna (system 277) utgör ställ och transportenheter för bränsleelement. Kassetterna är konstruerade för att dels säkerställa kriticitetssäkerhet, dels ge erforderligt mekaniskt skydd under transport och uppställning.

Utformningen av transportkassetterna bygger på förvaringskassetternas konstruktion, med den skillnaden att en transportkassett endast har plats för 12 BWR-element eller 4 PWR-element (motsvarande innehållet i en kapsel).

Servicebassäng för bränslehanteringsmaskin

Servicebassängen innehåller utrustning för service av bränslehanteringsmaskinens undervattensdelar. Vid service körs hanteringsmaskinen in i bassängen, varpå porten stängs och vattnet pumpas ur.

Servicebassängens utrustning ingår i utrustning i bassänger i inkapslingsbyggnad (system 226).

Läckagekontrollsystem för bassänger

Tätheten hos plåtinklädnaden övervakas med läckagekontrollsystem för bassänger (system 247-10). Bakom svetsfogarna finns kanaler som, via dränagerör, leder till uppsamlingskärl. Uppsamlingskärlen är försedda med nivåövervakning som ger larm i det centrala kontrollrummet i CLAB.

Systemet för läckagekontroll gör det möjligt att bestämma från vilket vägg- eller bottenavsnitt ett läckage kommer.

Anslutningsbassäng

Anslutningsbassängen utgör en förbindelse för transportkassetter mellan bassängerna och hanteringscellen. Förflyttningen utförs med hjälp av en transportramp.

För att inte kortsluta ventilationen i hanteringshallen och hanteringscellen finns ett vattenlås i anslutningsbassängen. Samtliga bassänger i inkapslingsbyggnaden kan isoleras från övriga bassänger med hjälp av portar.

Anslutningsbassängens utrustning ingår i utrustning i bassänger i inkapslingsbyggnad (system 226).

Utrustningen i samtliga bassänger och bassängernas inbördes placering framgår av figur 5-7.

Transportramp

Transportrampen (system 235), som består av en spårbunden vagn, är placerad i anslutningsbassängen. I sitt nedre läge befinner sig vagnen vid hanteringsbassängen och i sitt övre läge rakt under hanteringscellen, se figur 5-8.

Stötdämpare är placerade vid rampens nedre ände, för det fall en vagn skulle skena, samt under hanteringscellen, om en kassett skulle tappas när vagnen står i sitt övre läge.

Mottagningsutrustning för kapslar

Mottagningsutrustningen för kapslar (system 289) är placerad i uttransporthallen och består dels av utrustning för vridning av kapseln och dels en inspektionsplattform.

När en kapsel anländer till inkapslingsanläggningen ligger den i en transportram. Transportramen används även när kapseln vrids till vertikalt läge med vridningsutrustningen.

Utrustningen för vridning av kapseln utgörs av en konstruktion, som stödjer kapseln, med tillhörande utrustning och arbetsplattform. Konstruktionen innehåller även utrustning för uppriktning och centrering av kapseln i en kapselhylsa.

Inspektionsplattformen är försedd med utrustning med vars hjälp kapseln kan roteras runt sin axel och inspekteras med avseende på bl a renhet.

Lastbärare med strålskydd

Lastbärare med strålskydd (system 287) består av en ställning med strålskydd som är monterad på en pall, se figur 5-5. För att transportera lastbärarna inom anläggningen används luftkuddetruckar för lastbärare (system 288).

Inuti strålskyddet finns kapselhylsan som kapseln är placerad i. Hylsan innehåller tätningar, kylkanaler och anordningar för att centrera en kapsel.

Strålskyddet består av två teleskopiska delar. Materialet i strålskyddet utgörs av stål och polyeten i olika lager.

Det övre skyddet är fast monterat och är försett med en rörlig strålskärmade lucka upptill. Det nedre strålskyddet kan röra sig vertikalt vilket medför att kapseln kan höjas och sänkas. I botten på det nedre strålskyddet finns ett vridbord som tillåter att kapseln kan rotera, vilket krävs vid svetsning, maskinbearbetning och oförstörande provning.

Luftkuddetruckar för lastbärare

Luftkuddetruckar för lastbärare (system 288) används för att transportera strålskärmade lastbärare inom anläggningen.

Trucken består av en pall som hålls upp av ett antal luftkuddar. Luftkuddarna förses med luft via en slang och ström fås från batterier som är placerade ombord på trucken.

Styrning av luftkuddetrucken möjliggörs av kabelslingor i golvet. Trucken manövreras normalt från det centrala kontrollrummet i CLAB, eftersom förflyttning av lastbärare normalt sett sker utanför ordinarie arbetstid. Den kan

även kontrolleras från det lokala kontrollrummet eller från en kontrollpanel som kan kopplas direkt till trucken.

Utrustning i hanteringscell

Utrustningen i hanteringscellen (system 255) består av torkpositioner, hanteringsmaskin med gripar och övrig utrustning som behövs för torkning och omlastning av bränsle. Den strålskärmade cellen är klädd i rostfritt stål och är försedd med blyglasfönster och manipulatorer. Layout och utrustning i hanteringscellen visas i figur 5-9.

Det finns två torkpositioner för torkning av bränsle. Varje position utgörs av en tank med plats för en transportkassett. Under torkningen, som sker med cirkulerande varmluft, är positionen försedd med ett lock. Torkpositionerna är anslutna till torksystemet för bränsle (system 351).

Hanteringsmaskinen består av en brygga som rör sig på hjul i cellens längdriktning och en tralla som kan röra sig vinkelrätt mot bryggan. På trallan finns två olika lyftmaskinerier med gripar som används för lyft av bränslelement respektive lyft av transportkassetter och övrig utrustning i cellen.

Vatten som droppar från kassetterna under förflyttningen samlas upp i tråg som är lutade så att vattnet rinner tillbaka ner i bassängerna.

Övrig utrustning som finns i hanteringscellen utgörs av ställ för gripar och annan utrustning, strålskärmande luckor över öppningar ner till utrymmet under cellen samt skyddsplåt och dockningsutrustning för kapseln.

Utrymme för service av hanteringsmaskinen

I anslutning till hanteringscellen finns ett utrymme för service av hanteringsmaskinen. Även annan utrustning i hanteringscellen kan lyftas ut till detta utrymme för service eller reparation. Mellan hanteringscellen och utrymmet för service av hanteringsmaskinen finns strålskärmsdörrar.

Utrustning i utrymmet för service av hanteringsmaskinen ingår i utrustning i hanteringscell (system 255).

Torksystem för bränsle

Torksystem för bränsle (system 351) innehåller utrustning som krävs för torkning av bränsle i hanteringscellen. Torkning sker med hjälp av cirkulerande varmluft som har en temperatur på ca 120°C.

Varmluften cirkuleras i ett slutet system med kondensator, separator, värmeväxlare och reningsfilter. Efter torkpositionen passerar luften ett HEPA-filter för uppsamling av partiklar. Systemet är dubblerat och varje del kan anslutas till båda torkpositionerna.

Utrustning i station för atmosfärsbyte

Utrustningen i stationen för atmosfärsbyte (system 256) utgörs av utrustning som behövs för att pumpa vakuum i kapseln och fylla utrymmet med argon, figur 5-10. Det strålskärmade utrymmet är försett med blyglasfönster och manipulatorer som krävs för arbetsmomenten i stationen.

I stationen finns anslutningar för vakuumpumpning av kapseln och fyllning av argon. Anslutningarna kopplas till kapseln via en ventil i locket på insatsen. Utrustning finns även för att täthetsprova insatslocket.

När ingen kapsel är ansluten tätar en lucka ner till utrymmet under stationen.

Utrustning i svetsstation

Utrustning i svetsstationen (system 257) består av sådan utrustning som krävs för svetsning av kopparlocket, se figur 5-11. Den strålskärmade stationen innehåller en vakuumkanmare som kapseln ansluts till.

Svetsutrustningen för elektronstrålesvetsning är, i huvudsak, placerad utanför vakuumkanmaren. Vakuumkanmaren har en öppning upptill som används för att, manuellt, lyfta in kopparlock innan en kapsel dockas till stationen.

I svetskammaren finns en robot som kan lyfta lock mellan olika positioner. Över den position där kapseln dockas finns ett provämne som används för inställning av svetsparametrar.

Övrig utrustning i svetsstationen består av kylutrustning för provämnet, temperaturgivare för mätning av kapselns temperatur samt utrustning för värmning av kopparlocket.

När ingen kapsel är ansluten tätar en lucka ner till utrymmet under svetsstationen.

Utrustning i station för oförstörande provning och maskinbearbetning

Utrustningen i stationen för oförstörande provning och maskinbearbetning (system 258), se figur 5-12, är placerad i ett strålskärmade utrymme som är försett med blyglas och manipulatorer. Kapseln dockas till stationen genom en öppning i botten på stationen. När det inte finns någon kapsel ansluten är öppningen försedd med en tätande lucka.

För oförstörande provning finns både röntgenutrustning och utrustning för provning med ultraljud. Röntgenutrustningen består, i huvudsak, av en linjär accelerator och en detektor.

Ultraljudutrustningen inkluderar en avsökningssond samt munstycken för inlopp och utlopp av vatten, som är det kontaktmedium som används.

Maskinbearbetning av området kring svetsen görs med en fräsmaskin i stationen. Maskinen använder ett antal olika verktyg som kan bytas fjärrmanövrerat.

Runt kapseln finns behållare som samlar upp kopparspån och skärvätska under maskinbearbetningen.

I stationen finns också utrustning som kan användas för att skära upp ett kopparlock på en underkänd kapsel.

Kapselhanteringsmaskin

Kapselhanteringsmaskinen (system 294), se figur 5-6, används för att flytta kapslar och kapselhylsor mellan fyra olika positioner. Dessa positioner utgörs av:

- ett utrymme i uttransporthallen
- en position i transportkorridoren
- mättnings- och dekontamineringsstationen
- en position för transportbehållare.

Maskinen består av en ringformad platta som kan vridas så att olika lyftanordningar kommer åt utrymmet under maskinen vid respektive position. Det finns fem olika lyftanordningar installerade på ringen. Två anordningar – en för rena och en för potentiellt kontaminerade kapslar – är strålskärnade och används för att lyfta kapslar till och från mättnings- och dekontamineringsstationen. Två andra lyftanordningar lyfter tomma kapslar i kapselhylsor och även tomma kapselhylsor. Den femte lyftutrustningen används för att lyfta och sätta ner transportbehållarlock.

Kapselhanteringsmaskinen är konstruerad så att strålskärning alltid föreligger, vilket medför att service kan utföras, även vid hantering av fyllda kapslar.

Utrustning i mättnings- och dekontamineringsstation

Utrustning i mättnings- och dekontamineringsstationen (system 353) är placerad i ett strålskärmad utrymme som är beläget under kapselhanteringsmaskinen (system 294), se figur 5-13.

Stationen innehåller manipulatorer och annan utrustning som behövs för att ta strykprov på hela kapselns utsida. Strykproven analyseras för att kontrollera att kapseln ej är kontaminerad. Om kapseln skulle visa sig vara kontaminerad finns det, i stationen, utrustning för dekontaminering.

Vid dekontamineringen av kapslar används högtrycksvatten.

Transportbehållare för kapslar

Transportbehållare för kapslar (system 269) skyddar en kapsel när den transporteras samt skärmar av strålning, se figur 5-18. Behållaren är tillverkad av gjutjärn med inborrade kanaler som innehåller ett neutronabsorberande material. I behållarens båda ändar finns lyftappar och stötdämpare. Transportbehållaren för kapslar beskrivs närmare i /4/.

Utrustning i uttransporthall

Utrustning i uttransporthallen (system 293) består av flera separata utrustningar för hantering av kapslar, kapselhylsor och transportbehållare.

I ett utrymme under kapselhanteringsmaskinen finns en rälsgående vagn för transportbehållare. Vid den ena änden av rälsbanan finns en plattform som är utrustad med verktyg som behövs för att säkra locket på transportbehållaren.

Ett annat utrymme under kapselhanteringsmaskinen används för att lyfta kapselhylsor med tomma kapslar till en lastbärare. I utrymmet lyfts även tomma kapselhylsor tillbaka till uttransporthallen. En rörlig plattform används för att kontrollera att hylsan ej är kontaminerad. Vid behov kan kapselhylsan dekontamineras från plattformen.

Kapselhylsor, med eller utan tomma kapslar, flyttas runt på lastbärare med en luftkuddetruck som är manuellt manövrerad.

I uttransporthallen finns mottagningsutrustningen för kapslar (system 289) samt en transportbehållarverkstad.

Transportsluss

Fyllda transportbehållare förs ut ur anläggningen via transportslussen. Den är försedd med en port i ytterväggen och skjutlucka i taket mot uttransporthallen. Både porten och takluckan är motordrivna och försedda med förreglingar för att garantera slussfunktionen.

Huvudtraverser i inkapslingsbyggnad

Inkapslingsanläggningen är utrustad med en taktravers (system 284) som utnyttjas för transporter ovan golvplanet i uttransporthallen. Traversen används bl a för att lyfta in tomma kapslar i anläggningen och för uttransport av fyllda transportbehållare.

5.3.3 Hjälpssystem och servicesystem

Viktiga hjälpssystem i inkapslingsanläggningen är:

- System för högtrycksvatten (system 312-10)
- Kyl- och reningssystem för bassänger (system 313-10)
- System för uppsamling och rening av vatten (system 345-10, 371-10 och 372-10)

De viktigaste servicesystemen är:

- Rensverk (system 711-10)
- Kylvattensystem (system 713-10)
- Mellankylsystem (system 723-10)
- Ventilationssystem för kontrollerade utrymmen (system 742-10)
- Gassystem för kopparkapslar (system 756)

Hjälps- och servicesystemen beskrivs nedan i systemnummerordning.

System för högtrycksvatten

Systemet för högtrycksvatten (system 312-10) används för dekontaminering. Trycksatt totalavsaltat vatten distribueras bl a till dekontamineringsutrustning i hanteringsbassängen och i mättnings- och dekontamineringsstationen. Systemet består av högtryckspumpar och ett fast installerat distributionsystem för högtrycksvatten.

Kyl- och reningssystem för bassänger

Resteffekt från bränsle i bassängerna förs bort med kyl- och reningssystemet för mottagningsbassänger (system 313-10). Systemet används även för rening av bassängvattnet och för spädmatning till bassängerna.

Systemet består i huvudsak av en krets med två pumpar, en nivåhållningstank, ett filter, två jonbytare och en värmeväxlare. De två pumparna får sin kraftmatning från var sin sub. Kyl- och reningsflödet till de olika bassängerna kan ställas in efter behov med ventiler som sitter på ledningarna till varje bassäng.

System för behandling av vätskeformigt avfall

Systemdränage och överskottsvatten från processystemen förs till system för rening av processvatten (system 371-10). Golvdränage från kontrollerade utrymmen (system 345-10) förs till system för rening av golvdränagevatten (system 372-10).

Rensverk

Kylvatten från havet rensas från mekaniskt avskiljbara föroreningar i rensverket (system 711-10). Från havsvattenintaget, som är försett med grovgaller, leds kylvattnet via två kanaler till två rensstråk som innehåller rens-galler och luckor. Rensverket levererar vatten till pumparna i system 713-10. I system 711-10 ingår även ett musselfilter som är placerat i elbyggnaden.

Kylvattensystem

Kylvattensystemet (system 713-10) består av två parallella pumpar och ett gemensamt rörsystem. Pumpmotorerna kraftmatas från olika subar. Systemets uppgift är att kyla mellankylsystemet 723-10. Därefter förs vattnet till kylvattenkanalen från Oskarshamnsverkets aggregat 1. Kylvattensystemets utloppsledning används även för att avleda rens från musselfiltret i system 711-10.

Mellankylsystem

Mellankylsystemet (system 723-10) är uppbyggt som ett slutet kylsystem och består av två parallellkopplade pumpar och värmeväxlare med gemensamt rörsystem. Genom att leda en del av systemets vatten förbi värmeväxlarna via en trevägs reglerventil, hålls framtemperaturen hos kylvattnet konstant.

Pumpmotorerna kraftmatas från olika subar. Systemet kyler bl a bassängerna i inkapslingsbyggnaden via system 313-10.

Ventilationssystem

Ventilationssystemet för kontrollerade utrymmen (system 742-10) består av till- och frånluftsaggregat placerade i nära anslutning till ventilations-skorstenen.

Tilluften tillförs anläggningen via plåtkanaler och distribueras till de olika delarna i inkapslingsbyggnaden. Lufttillförseln till de olika rummen sker med deplacerande och omblandande ventilation.

Frånluften förs bort via två delsystem till ventilationsskorstenen som är försedd med anordning för aktivitetsmätning. Denna mätning utförs i aktivitetsmätning i ventilationsskorsten (system 553-10). Det ena delsystemet betjänar utrymmen med förhöjd risk för luftburen aktivitet och det andra betjänar kontrollerade utrymmen i byggnaden.

Systemet medverkar till att begränsa risken för spridning av luftburen aktivitet i anläggningen från potentiellt mera aktiva utrymmen till mindre aktiva utrymmen, genom riktad ventilation.

För att ytterligare minska risken för spridning av luftburen aktivitet till omgivningen har hanteringscellen och torksystemet försetts med filter i frånluftskanalerna.

Systemet innehåller även brandventilationsfläktar med tillhörande spjäll vilka i händelse av brand håller övertryck i trapphusen för att hålla dem rökfria under utrymning.

Gassystem för kopparkapslar

Gassystem för kopparkapslar (system 756) används för att distribuera argon och helium till inkapslingsprocessen. Argon används i stationen för atmosfärsbyte och helium förbrukas vid elektronstrålesvetsning i svetsstationen.

Systemet består av gascylindrar med argon och helium samt rörsystem med tillhörande ventiler för distribution till stationen för atmosfärsbyte respektive svetsstationen. Utrustningen är dubblerad så att argon och helium kan distribueras även vid t ex byte av gascylindrar. I systemet ingår utrustning för provtagning av argon och helium.

5.3.4 Kontrollutrustning

Allmänt

Kontrollutrustningen i inkapslingsanläggningen består av manöver- och övervakningsutrustning som är placerad i det lokala kontrollrummet, i det centrala kontrollrummet i CLAB samt ute i anläggningen. Utrustningen tillhör processdatorsystem i inkapslingsbyggnad, system 522.

Systemet utgörs av ett dubbeldatorsystem som har en primär- och en sekundärdator. Primärdatorn är normalt inkopplad medan sekundärdatorn uppdateras kontinuerligt. På så sätt står sekundärdatorn beredd att omedelbart (automatiskt eller manuellt) överta primärdatorfunktionen utan att operatörsfunktionerna påverkas.

Inkapslingsanläggningen övervakas och styrs i huvudsak från det lokala kontrollrummet. I kontrollrummet finns arbetsplatser med färgbildskärmar och tangentbord. På skärmarna presenteras processbilder för de manövrerade och indikerade systemen. Från arbetsplatserna kan utrustning i inkapslingsanläggningen manövreras och mätpunkter avläsas.

Från det centrala kontrollrummet i CLAB övervakas och manövreras vissa system i inkapslingsanläggningen. Detta beskrivs närmare i avsnitt 9.4.1.

Viss centralt manövrerad utrustning kan även manövreras lokalt med tryckknappar i processutrymmen. En del utrustning i anläggningen kan enbart manövreras lokalt.

Temperatur och nivåövervakning i bassänger

Varje bassäng är försedd med temperaturgivare som sitter på två olika nivåer på bassängväggarna och med nivågivare. Temperatur och nivå visas både i det lokala kontrollrummet och i det centrala kontrollrummet i CLAB.

Aktivitetsövervakning

Ventilationsluften övervakas med avseende på radioaktivitet med systemet för aktivitetsmätning i ventilationsskorsten (system 553-10) som är placerat intill skorstenen. I systemet ingår flödesmätare i skorstenen, provtagningsutrustning, aerosol- och halogenmätare, beta-gammamätande ädelgasdetektor och TL-dosimetrar.

Övervakning av radioaktivitet i vissa processsystem sker med systemet för aktivitetsmätning för processsystem (system 554-10). Systemet innehåller ett antal mätpunkter för övervakning av beta- och gammaaktivitet. Hög nivå indikeras i lokala kontrollrummet och i centrala kontrollrummet i CLAB.

Aktivitetsmätning för vissa rum (system 555-10) består av ett antal mätkanaler för detektering av betastrålning från Kr-85. Detektorer är monterade i vissa frånluftkanaler där luftburen aktivitet kan förekomma. I systemet ingår även audiovisuella larm på lämpliga ställen i anläggningen.

På bränslehanteringsmaskinen över bassängerna finns gammamätkanaler och lokalt larm som varnar operatören vid förhöjd strålnivå.

Vid rampen finns strålningsmätare som ger larm om bränsle som inte avklingat tillräckligt länge av misstag förs från bassängerna i inkapslingsanläggningen till hanteringscellen.

I utrymmen där mycket höga strålnivåer kan förekomma, t ex hanteringscellen och svetsstationen, finns aktivitetsmätutrustning som vid höga strålnivåer förreglar dörren in till respektive utrymme.

5.3.5 Elektriska kraftsystem

Elkraftanläggningen är uppdelad i två sektioner, A och B. Vardera sektionen består i huvudsak av 6,3kV/660V och 6,3kV/380V lokaltransformatorer med tillhörande lågspänningsfördelningar till ordinarie nät och processnät. Processnäten 660 V A och B med underliggande subar kan även matas från dieselgeneratorerna.

Ordinarie nät 6,3 kV

Ordinarie nät 6,3 kV (system 641-10) har två inmatningar från yttre nät och förses underliggande subar med elkraft.

Ordinarie nät 400/230 V

Ordinarie nät 400/230 V (system 646) utgör fördelning för kraftmatning av utrustning som ej behöver dieselsäkras, t ex belysning i anläggningen och elvärmare i ventilationssystemen.

Dieselgeneratoraggregat

Vid spänningsbortfall på båda 660 V-subarna startar dieselgeneratoraggregaten (system 651-10) automatiskt och förser därmed processnäten med kraft. Varje dieselgenerator har en nominell effekt på 500 kW.

Vissa objekt kopplas automatiskt in på dieselaggregaten. Andra objekt kan kopplas in manuellt från det centrala kontrollrummet i CLAB.

Processnät 660 V

Processnät 660 V (system 662-10) utgör fördelning för matning till objekt i anläggningens processsystem, vissa hjälp- och servicesystem samt processnät 380/220V (system 663-10).

Nätet matas normalt via transformator från 6,3 kV ordinarie nät.

Processnät 380/220 V

Processnät 380/220 V (system 663-10) utgör fördelning för matning till mindre objekt i anläggningens process-, hjälp- och servicesystem samt likspänningsnät 110 V och 24 V (system 672-10 och 673-10).

Nätet matas via transformator från processnät 660 V.

Likspänningsnät 110 V

Batterisäkrat likspänningsnät 110 V (system 672-10) är utfört i två delar med matning mellan de olika delarna. Batterierna klarar belastningen från respektive nät under minst 1 timme vid maximal belastning.

Nätet utgör avbrottsfri matning till bl a kontrollutrustning, reläskydd, vakter, mätutrustning, magnetventiler och effektbrytares manövermagneter.

Likspänningsnät 24 V

Batterisäkrat likspänningsnät +24 V (system 673-10) är utfört i två delar med matning mellan de olika delarna. Batterierna kan klara maximal belastning från respektive nät under minst 1 timme.

Nätet utgör fördelning för matning till objekt i kontrollutrustningen som därmed erhåller avbrottsfri matning.

Batterisäkrat AC-nät 400/230 V

Batterisäkrat AC-nät 400/230 V (system 677) är utfört i två delar med matning mellan de olika delarna. Batterierna kan klara maximal belastning från respektive nät under minst 2 timmar.

Nätet matar i huvudsak kontrollutrustning, datorsystem, ledljus och viss elektrisk utrustning.

5.3.6 Brandskyddssystem

Brandskyddssystemen i anläggningen utgörs av:

- Brandvattensystem (system 861-10)
- Brandvattensprinklingssystem (system 862-10)
- Brandlarm (system 869-10)

Brandvattensystemet (system 861-10) matar inkapslingsanläggningen med vatten för brandposter och sprinklingsanläggningar. Brandposterna inomhus är i huvudsak placerade i trappuppgångarna. Utomhus är brandposterna placerade längs en yttre ringledning som matas från Oskarshamnsverkets brandvattencentral. Ringledningen förser även inkapslingsanläggningen med vatten.

Brandvattensprinklingssystemet (system 862-10) är installerat i vissa utrymmen där manuell brandbekämpning är svår att utföra och där det är av stor vikt att en uppkommen brand snabbt släcks och vattensprinkling är en acceptabel släckningsmetod. I vissa utrymmen initieras sprinkling automatiskt av utlöst brandlarm medan det i andra utrymmen initieras manuellt.

Utlösta brandlarm (system 869-10) indikeras på larmtablåer som visar drabbat utrymme. Larmtablåer finns både i det lokala kontrollrummet och i det centrala kontrollrummet i CLAB.

Brandventilation utförs med hjälp av system 742-10 och 746-10. Vid brand ställs ventilationen om för att avlägsna brandgaser och begränsa spridning av brandrök.

5.4 AVFALLSHANTERING

5.4.1 Allmänt

I inkapslingsanläggningen uppkommer, i huvudsak, samma typer av låg- och medelaktivt avfall som i CLAB. De radioaktiva ämnen som tillförs anläggningen är, till övervägande del, bundna till det använda bränslet och hårdkomponenterna. Viss aktivitet frigörs dock under hanteringen.

Radioaktiviteten i avfallet består av aktiverade korrosionsprodukter från bränslets ytor samt av klyvningsprodukter från skadade stavar.

Huvuddelen av avfallet från inkapslingsanläggningen förs till CLAB och hanteras där, tillsammans med avfall från verksamheten i CLAB.

De väsentligaste nukliderna ur aktivitetssynpunkt är Co-60 och Cs-137. Aktiviteten frigörs till vattnet i bassängerna och till luften i hanteringscellen, torksystemet och stationen för byte av atmosfär i insatsen. De aktiverade korrosionsprodukterna finns till största delen i jonogen form och klyvningsprodukterna är nästan uteslutande jonogena.

Vatten

Förorenat vatten renas i flera olika system med hjälp av filter och jonbytare. Det renade vattnet återanvänds i stor utsträckning.

Efter provtagning släpps renat överskottsvatten ut till havet med kylvattnet.

Luft

Luftburen aktivitet kan förekomma som aerosol och som den gasformiga klyvningsprodukten Kr-85.

Frånluft från vissa utrymmen, t ex torksystemet, passerar partikelfilter för att minska mängden luftburen aktivitet.

Övervakning

Utsläppsvägar för vatten och luft övervakas genom provtagning i systemet för utsläpp av vatten i CLAB respektive kontinuerlig aktivitetsmätning i ventilationsskorstenen.

Reningsfunktionen hos olika system övervakas med provtagning.

Hantering och förvaring

Fast avfall, såsom använda filter, gjuts in i betongkokiller som transporteras till SFR i Forsmark. Denna utrustning finns i CLABs hjälpsystembyggnad, se CLABs säkerhetsrapport /1/.

Övrigt avfall från anläggningen utgörs av sopor och förbrukade komponenter.

Sopsäckarna mäts med avseende på ytdosrat och sorteras i olika kategorier beroende på dosratsnivå. Soporna skickas sedan för kompaktering till en anläggning för hantering av lågaktivt avfall. Efter kompaktering lagras sobalarna i en anläggning för lagring av lågaktivt avfall, för att senare

deponeras i markförvaret för lågaktivt avfall. Dessa avfallsanläggningar är samtliga belägna på Simpevarpshalvön.

5.4.2 System för rening av vatten

Följande system är försedda med bäddjonbytare:

- Kyl- och reningssystem för mottagningsbassänger (system 313-10)
- System för rening av processvatten (system 371-10)
- System för rening av golvdränage (system 372-10)

Aktivitet i partikulär form samlas i huvudsak upp i mekaniska filter. Sådana är placerade före jonbytarna i respektive system.

I bassängrengöringssystemet (system 241) uppsamlas partikulär aktivitet i filterpåsar. Filterpåsar, förbrukade filterstavar från system 313-10 samt vissa andra förbrukade filter och processkomponenter transporteras till konditioneringscellen i CLAB för behandling.

5.4.3 Utrustning för hantering av filter och fast avfall

Hantering av filter och fast avfall från inkapslingsanläggningen sker inom ramen för avfallshanteringen i CLAB. De centrala delarna i detta system utgörs av konditioneringscellen, betongingjutningsanläggningen och hanteringsklockor, se CLABs säkerhetsrapport /1/.

Transport av aktiva komponenter till konditioneringscellen sker med hjälp av hanteringsklockorna.

5.5 SAMFUNKTION MED ANNAN VERKSAMHET PÅ SIMPEVARPSHALVÖN

På Simpevarpshalvön finns, utöver inkapslingsanläggningen och CLAB, tre kärnkraftblock. För att uppnå hög effektivitet i verksamheten samordnas resurser av gemensam natur.

Inkapslingsanläggningen och CLAB är, via en kulvert, förbundna med vissa gemensamma anläggningar på halvön. I kulverten finns bl a kablar för kraftförsörjning och ledningar för vatten och avlopp.

Kraftförsörjning

CLAB, och därmed inkapslingsanläggningen, erhåller sin elkraftmatning från, Kraftmatning för Yttre Belastning, KYB. KYB är uppdelat i två ställverk, A och B, placerade i separata byggnader och normalt matade från var sin sub i 130 kV-ställverket.

Vid bortfall av 130 kV-nätet kan KYB, och därigenom även inkapslingsanläggningen, erhålla matning från OKG:s gasturbinanläggning. Denna möjlighet har dock inte krediterats för säkerhetsfunktioner.

Vattentillförsel och avloppsvatten

Bruksvatten och dejonat levereras från det gemensamma vattenverket på området. Brandvatten distribueras, via CLAB, till inkapslingsanläggningen från den gemensamma brandvattencentralen.

Kylvatten från inkapslingsanläggningen och CLAB leds till utsläppskanalen från OI som leder ut till havet. Sanitärt avloppsvatten går till det gemensamma sanitära reningsverket på Simpevarpshalvön.

Övrig samfunktion

Bevakningsrutiner administreras från en gemensam bevakningscentral.

Hamnen i Simpevarp kan användas för transport av tomma kapslar till inkapslingsanläggningen och fyllda kapslar till djupförvaret. Om sjötransporter lämpar sig vid dessa transporter styrs av var kapselfabriken och djupförvaret lokaliseras.

I Bergrum För Avfall, BFA, mellanlagras bl a medelaktivt avfall från kraftverket, CLAB och inkapslingsanläggningen samt tömda kassetter.

Sopor och skrot från kraftverken, CLAB och inkapslingsanläggningen behandlas i Hantering av Lågaktivt Avfall, HLA. I Lagring av Lågaktivt Avfall, LLA, lagras kompakterade sopor i containrar och lågaktivt skrot i lådor. Soppalar samt visst skrot som klassats som lågaktivt deponeras i Markförvar för Lågaktivt Avfall, MLA.

Meteorologidata erhålls från gemensam meteorologiutrustning.

6 RADIOAKTIVA ÄMNEN I ANLÄGGNINGEN

Detta kapitel bygger på preliminära beräkningar där utgångspunkten har varit kapitel 6 i CLABs säkerhetsrapport /1/. I den Preliminära Säkerhetsrapporten kommer de radioaktiva ämnena i anläggningen att redovisas mer ingående.

6.1 INLEDNING

Allmänt

Den radioaktivitet som förekommer i inkapslingsanläggningen är så gott som helt innesluten i det bränsle som hanteras där. Den aktivitet som kan frigöras är av samma slag som i CLAB, men mängderna är betydligt mindre eftersom bränslet har avklingat många år sedan mottagningen i CLAB.

Bränslet utgör ändå en betydande strålkälla. Så länge bränsleelementen hanteras öppet, dvs innan kapselns insats förslutits, utgör de också en potentiell källa till luftburen aktivitet, vilket ställer krav på riktad ventilation i hanteringscellen.

I de färdiga kapslarna, som fortfarande måste hanteras strålskrämat, är däremot all radioaktivitet helt innesluten vilket medför att kapslarna inte är någon källa till aktivitetsfrigörelse.

Ur radiologisk synvinkel utgör inkapslingsanläggningen en obetydlig utvidgning av CLAB. Dess tillkomst ökar ej den sammanlagda mängden radioaktiva ämnen.

Varje kapsel som transporteras från inkapslingsanläggningen till djupförvaret innebär en minskning av den totala aktivitetsmängden i CLAB.

Hanteringsmissöden med färdiga kapslar ger inte någon aktivitetsfrigörelse i samband med själva händelsen. Om kapseln blivit skadad och måste kasseras kan det frigöras aktivitet i hanteringscellen i samband med att kapseln öppnas och bränslet lastas ur.

Förutsättningar

Årskapaciteten för kapslar är ca 200 st om vardera ca 2 ton uran. Alla kapslar innehåller ungefär samma aktivitetsmängder. Urvalet av bränsle för

inkapsling görs på ett sådant sätt att varje individuell kapsel uppfyller kraven beträffande resteffekt.

I detta kapitel antas att en kapsel innehåller bränsle med dimensionerande bränsledata, och med ca 30 års avklingning efter ankomsten till CLAB, då det antogs ha minst 9 månader (BWR) respektive 1 års (PWR) avklingning efter uttag ur reaktorn.

Inkapslingsanläggningen är ventilationsmässigt avskild från CLAB och för den omedelbara driften inte beroende av vilken verksamhet som pågår i CLAB.

Många system, som behövs för den långsiktiga driften, är anslutna till motsvarande system i CLAB, bl a försörjning med rent vatten, rening av bassängvatten och behandling av avfall. Detta innebär att det inte blir någon egen avfallsproduktion från inkapslingsanläggningen utan alla föroreningar tas om hand i respektive system i CLAB.

Omlastningen av bränsleelement från förvaringskassetter till en transportkassett sker i hanteringsbassängen. För att man ska kunna göra det önskade urvalet till varje kapsel behövs det utrymme för ett flertal förvaringskassetter där. Eftersom transportkassetten (och kapseln) rymmer färre element än en förvaringskassett, kommer ytterligare omflyttningar att behöva göras för element som inte snart ska inkapslas.

All denna hantering antas ske i inkapslingsanläggningens bassängdel. Från total (avfalls-)aktivitetssynpunkt spelar det ingen roll om arbetet istället görs i någon av mottagningsdelens bassänger. Tömnda förvaringskassetter återförs antingen till CLAB för återanvändning eller dekontamineras och förs ut ur anläggningen. Hanteringen kan jämföras med den omflyttning av bränsle från normalkassetter till kompaktkassetter som görs i CLAB.

De bränsleelement som tidigare klassificerats som skadat bränsle och lagrats i CLAB i skyddsboxar, kommer vid inkapslingen att genomgå samma behandling som alla övriga bränsleelement.

Inget aktivitetsbidrag från hårdkomponenterna har beräknats. Deras bidrag antas vara så begränsat att det faller inom ramen för de årliga variationerna i den totala aktiviteten. (Jämför CLABs säkerhetsrapport /1/, avsnitt 6.2.3.)

I beräkningarna nedan används konservativa antaganden på samma sätt som vid motsvarande analyser för CLAB. Att dessa verkligen är konservativa bekräftas av drifterfarenheterna i CLAB.

Utöver det för CLAB dimensionerande bränslet (dvs nyanlönt från kärnkraftverken) och bränsle som avklingat i 30 år som ska inkapslas, har bränsle som avklingat i 15 år tagits med för jämförelsens skull.

6.2 AKTIVERINGSPRODUKTER PÅ BRÄNSLET

I CLABs säkerhetsrapport /1/, avsnitt 6.2, redovisas det förmodade inventariet av crud för bränsle som anländer till CLAB. Den dominerande nukliden är Co-60 som har en halveringstid på 5,3 år. Aktivitetsinnehållet av Co-60 för ettårigt bränsle med en utbränning på 47 000 MWd/ton U beräknades för CLAB till 6,5 TBq/ton U. I denna crud återstår, om den sitter kvar på bränslet, efter 30 år mindre än 2% av aktiviteten, se tabell 6-1.

Övriga nuklider, som redan från början var av mindre betydelse, har så korta halveringstider att de är utan intresse när bränslet avklingat i några tiotal år.

Tabell 6-1. Crudaktivitet på använt bränsle

Nuklid	Till CLAB	Efter 15 år i CLAB	Efter 30 år i CLAB
Co-60	6,5 TBq/ton	0,9 TBq/ton	0,12 TBq/ton

6.2.1 Aktivitet som kan tillföras bassängvattnet

Bränslet hämtas från förvaringsdelen och slussas via bränslehissen till förbindelsebassängen. Utöver den crud som sitter fast på bränslet kommer en viss aktivitetsmängd att följa med vattnet i bränslehissskorgen.

Erfarenheterna från driften av CLAB är att aktiviteten i förvaringsbassängerna mest utgörs av jonogent Co-60. Den uppmätta koncentrationen är inte proportionell mot mängden bränsle som förvaras utan tämligen konstant.

När detta vatten blandar sig med vattnet i inkapslingsanläggningens bassänger späds det ut till en bråkdel av koncentrationen i vattnet i förvaringsbassängerna.

Vattenvolymen i bränslehissskorgen är 8,5 m³ och koncentrationen i förvaringsdelens bassängvatten högst 70 MBq/m³. Antal kapslar per år är ca 200 st och det antas krävas hantering av i genomsnitt 2 st kassetter per blivande kapsel. Totalt bidrag från vattnet till aktivitet som uppsamlas i system 313-10 etc, blir då 240 GBq Co-60 per år. Koncentrationen i hanteringsbassängen och anslutande bassänger beror på reningsflödet.

Om man istället antar att vattenomblandningen är begränsad kommer aktiviteten att följa med kassetten tillbaka till CLAB och så småningom renas i system 313-10 (om kassetten förs till mottagningsdelen) eller system 324-10 (om den förs till förvaringsdelen).

Föroreningar som under årens lopp ansamlats i botten på kassetterna kommer vid rengöring av kassetterna att uppsamlas och föras till avfallssystemet såsom redovisas i CLABs säkerhetsrapport /1/, avsnitt 6.6.

Crud kan även härröra från ”nylossnad” crud från bränsleelementen. I det senare fallet kan man räkna med 30 års avklingning. Om 1% av (den ursprungliga) cruden gnids loss vid hanteringen skulle ca $0,01 \times 0,2 \times 4 = 8$ GBq per kassett kunna tillföras kassetten eller bassängbotten.

Den beräknade uppsamlade aktiviteten från Co-60, från vattenrening och slamsugning, får jämföras med de beräknade (licensieringsberäkningar) respektive uppmätta mängderna i CLAB, tabell 6-2.

Tabell 6-2. Aktivitet från Co-60 från vattenrening och slamsugning

	Licensieringsberäkningar	Erfarenhetsvärden
Mottagningsdel	17,5 TBq/år	0,5 TBq/år
Förvaringsdel	40 TBq/år	20 TBq/år
Inkapslingsanläggning	0,25 TBq/år	—

Ur avfallssynvinkel spelar det ingen roll från vilken bassäng aktiviteten samlas upp. Ett visst utbyte av vatten mellan olika anläggningsdelar sker för övrigt varje gång bränslehissen används.

6.2.2 Aktiveringsprodukter som kan frigöras till luften

Erfarenhetsmässigt frigörs inte några mätbara aktivitetsmängder till luften ovanför vattenbassänger.

All hantering av torra bränsleelement sker strålskärmad och fjärrstyrt. Man kan inte utesluta att någon lös aktivitet släpper från elementen under den torra hanteringen. Eventuella luftburna partiklar tas om hand i ventilations-systemets frånluftfilter. Partiklar som faller till golvet samlas upp genom intern dekontaminering av hanteringscellen. Dockningen av den öppna kapseln till hanteringscellen ska vara så tätslutande att ingen luftburen aktivitet kan spridas därifrån till rena utrymmen i anläggningen.

Hanteringen av färdiga kapslar ger inte upphov till någon spridning av aktivitet eller någon produktion av radioaktivt avfall.

6.3 KLYVNINGSPRODUKTER I BRÄNSLET

6.3.1 Aktivitetsinnehåll och klyvningsprodukter

De klyvningsprodukter som kan ha betydelse för aktivitetsfrigörelse vid normal drift eller hanteringsmissöden i anläggningen framgår av tabell 6-3.

Av dominerande betydelse från strålnings- och avfallssynpunkt, vid frigörelse från bränsle med kapslingsskador, är Cs-137. Frigörelsen för strontium är en faktor 1000 lägre.

För det avklingade bränslet har Cs-134 sjunkit till mycket låga nivåer, från att ha utgjort över halva cesiumaktiviteten för det ettåriga bränslet.

Tabell 6-3. Klyvningsprodukter i bränsle

<i>PWR-bränsle med dimensionerande utbränning 55 000 MWd/ton U</i>				
Nuklid	Till CLAB (TBq/ton)	Efter 15 år (TBq/ton)	Efter 30 år (TBq/ton)	Efter 30 år (TBq/kapsel)
Kr-85	460	173	65	120
Sr-90	3800	2650	1850	3400
I-129	0,002	0,002	0,002	0,004
Cs-134	9000	50	0,35	0,7
Cs-137	6100	4320	3060	5700

<i>BWR-bränsle med dimensionerande utbränning 50 000 MWd/ton U</i>				
Nuklid	Till CLAB (TBq/ton)	Efter 15 år (TBq/ton)	Efter 30 år (TBq/ton)	Efter 30 år (TBq/kapsel)
Kr-85	410	154	58	128
Sr-90	3500	2440	1700	3740
I-129	0,0018	0,0018	0,0018	0,004
Cs-134	7500	43	0,3	0,6
Cs-137	5500	3900	2760	6100

6.3.2 Dimensionerande förutsättningar, strålning och aktivitetssinnehåll

Bassängdelen

Allt bränsle i CLAB ska kunna hanteras i inkapslingsanläggningens bassängdel, som alltså dimensioneras på samma sätt som bassängerna i CLAB. Därmed kommer strålningsnivåerna utanför bassängerna inte att bli för höga även om yngre bränsle skulle placeras där.

I beräkningar för aktivitetssinnehåll och strålning anses bränslet ha dimensionerande bränsledata. Detta innebär att ett bränsleelement och en förvaringskassett med PWR-bränsle, med 1 års avklingning (dvs 0 år efter ankomst till CLAB) är dimensionerande även för hantering i inkapslingsanläggningens bassänger.

”Torra” delen

Dimensionerande för aktivitetssinnehåll och -avgivning för hantering i den torra delen är en kapsel för BWR, eller motsvarande bränslemängd, med 30 års avklingning och dimensionerande utbränning.

Egentligen är det inte bränslets avklingningstid som är avgörande, utan inventariet av nuklider som har betydelse för strålningsnivå och resteffekt, och sådana som kan frigöras om bränslet skadas, i synnerhet Cs-137.

Avklingning och utbränning

Eftersom aktivitetssinnehållet beror både på utbränning och avklingning kan t ex följande jämförelse göras:

1 ton bränsle med utbränningen 50 000 MWd/ton U och 30 års avklingning i CLAB har samma Cs-137-inventarium (ca 2800 TBq) som 1 ton bränsle med:

- 45 000 MWd/ton U utbränning och 25 års avklingning
- 40 000 MWd/ton U utbränning och 20 års avklingning
- 35 000 MWd/ton U utbränning och 14 års avklingning.

Det mesta bränslet i CLAB har utbränningar på mellan 35 000 och 45 000 MWd/ton U.

6.3.3 Aktivitetsavgivning från bränsle med kapslingskador

Från skadat bränsle, oavsett om det förvaras i skyddsboxar eller ej, avges cesium under lagringen i CLAB. Den beräknade högsta koncentrationen i förvaringsbassängernas vatten är 8,7 MBq/m³, sammanlagt för de båda isotoperna.

Till bassängerna i inkapslingsanläggningen förs därmed 8,5 m³ x 8,7 MBq/m³, dvs ca 75 MBq per upptransporterad kassett. Om man antar att i genomsnitt 2 kassetter hanteras per blivande kapsel innebär detta att upp till 30 GBq tillförs på detta sätt.

Skadat bränsle som passerar bassängssystemet för att inkapslas kommer att avge cesium till vattnet på samma sätt som under förvaring. Enligt avsnitt 6.5.4 i CLABs säkerhetsrapport /1/, och därtill 30 års avklingning, avges beräkningsmässigt ca 125 Bq/s per ton räknat på hela bränslemängden. Med en genomsnittlig vistelsetid på 2 dagar per kassett skulle detta innebära att 400 x 1,7x10⁵ x 125 x 4,5 = ca 40 GBq/år avges på detta sätt.

Aktiviteten förs med vattnet tillbaka till system 313-10, där vattnet renas tillsammans med vatten från bassängerna i CLABs mottagningsdel, och därifrån vidare till avfallssystemen.

Beräkningsvärde för årlig uppsamling i system 313-10 i CLAB är ca 2000 GBq/år. Erfarenhetsmässigt är förekomsten av cesium i mottagningsdelens bassänger ringa.

Torr hantering

Vid normal hantering förekommer ingen frigörelse av klyvningsprodukter till luften.

6.4 AKTIVITETSFRIGÖRELSE VID HANTERINGSMISSÖDEN

Omflyttning av bränsleelement och kassetter skiljer sig inte riskmässigt från motsvarande hantering i CLAB.

Allvarliga hanteringsmissöden som leder till bränsleskador är osannolika, se kapitel 8. Aktivitetsfrigörelsen som beräknas nedan representerar extremfall och bygger på motsvarande fall som analyserats för CLAB.

6.4.1 Frigörelse av Kr-85 till luften och vidare till omgivningen

Tappat bränsleelement

Ett bränsleelement kan tappas i bassängdelen eller i hanteringscellen. Missödet antas innebära att 100% av stavarna i elementet skadas, varvid 100% av gapinventariet av krypton kan frigöras. Gapinventariet är 3,7% av det totala. Frigörelsen framgår av tabell 6-4.

Tappad kassett

Dimensionerande för detta missöde är förvaringskassetter med 9 st PWR-element. Liksom för CLAB antas att 50% av stavarna i 2 kassetter skadas. En kassett med BWR-bränsle har något lägre aktivitetsinnehåll.

På liknande sätt kan man postulera att transportkassetten tappas vid förflyttning till eller i den torra delen. Luften från hanteringscellen passerar HEPA-filter före utsläpp med ventilationsluften, men dessa hjälper inte mot ädelgaser utan är till för att samla upp luftburna partiklar. En transportkassett innehåller knappt hälften så mycket bränsle som en kompaktkassett.

Tabell 6-4. Frigörelse av Kr-85 vid hanteringsmissöde

	Till CLAB	Efter 15 år	Efter 30 år
<i>PWR-element:</i>			
Inventarium/ton	460 TBq	173 TBq	65 TBq
Inventarium/element	207 TBq	80 TBq	30 TBq
Gapinventarium	7,7 TBq	3 TBq	1,1 TBq
Kryptonfrigörelse	7,7 TBq	3 TBq	1,1 TBq
<i>BWR-element:</i>			
Kryptonfrigörelse	2,7 TBq	1 TBq	0,4 TBq
<i>Förvaringskassett PWR:</i>			
Kryptonfrigörelse	69 TBq	27 TBq	10 TBq

Doser till omgivningen

De olika fallen ovan ger utsläpp på mellan 0,4 TBq och 69 TBq. Utsläppen motsvarar doser till kritisk grupp på mellan 3×10^{-6} och 6×10^{-4} mSv under ogynnsamma väderantaganden, annars en eller flera tiopotenser lägre, med de största värdena hänfödda till 1-årigt bränsle, dvs CLAB-förhållanden.

6.4.2 Frigörelse av cesium till bassängvatten

En händelse som skadar bränslet så mycket att krypton frigörs enligt ovan kommer även att kunna ge en plötslig frigörelse av cesium. Sannolikt är detta ett mycket konservativt antagande, och nedanstående beräkning får ses som räkneexempel.

Inventariet av cesium är efter 15 år ca 30% och efter 30 år ca 20% av det ursprungliga sammanlagda värdet för de båda isotoperna. Gapinventariet av cesium antas vara 10%, varav 1% tillgängligt för omedelbar frigörelse. Andelen skadade stavar är samma som i beräkningen av kryptonavgivning till luft enligt ovan.

Om det cesium som frigörs antas sprida sig i hanteringsbassängen (med 600 m³ volym) får man samma beräkningsfall som för hanteringsmissödet med ett tappat element i urlastningsbassäng /1/, se tabell 6-5.

Tabell 6-5. Frigörelse av cesium till vatten vid hanteringsmissöde

	Till CLAB	Efter 15 år	Efter 30 år
<i>PWR-element:</i>			
Inventarium/ton	15 100 TBq	4370 TBq	3060 TBq
Inventarium/element	6800 TBq	2000 TBq	1400 TBq
Gapinventarium/element	680 TBq	200 TBq	140 TBq
Cesiumfrigörelse/element	6,8 TBq	2 TBq	1,4 TBq
Max. aktivitetskonc. i bassängvattnet	11 GBq/m ³	3,5 GBq/m ³	2 GBq/m ³
<i>Förvaringskassett:</i>			
Cesiumfrigörelse till vatten	61 TBq	18 TBq	12 TBq

7 STRÅLSKYDD OCH STRÅLSKÄRMNING

7.1 STRÅLSKYDDSORGANISATION

I strålskyddslagen (1988:220) finns bestämmelser angående skydd mot joniserande strålning. För att bedriva radiologiskt arbete krävs tillstånd av myndighet som regeringen bestämmer. Tillsynsmyndighet är Statens Strålskyddsinstitut, SSI, som i samband med tillståndsgivning meddelar de villkor och föreskrifter som erfordras. Strålskyddsföreskrifter som är tillämpliga för inkapslingsanläggningen diskuteras i avsnitt 3.2.

En radiologisk föreståndare är ansvarig för att verksamheten uppfyller myndigheternas föreskrifter.

Strålskyddsorganisationen för inkapslingsanläggningen planeras ingå i den existerande organisationen på CLAB. Vissa skyddsfrågor, t ex dosimetri och omgivningskontroll, samordnas med andra enheter inom OKG.

7.2 STRÅLSKYDD INOM ANLÄGGNINGEN

Strålskyddet i inkapslingsanläggningen ska uppfylla samma krav och är utfört på, i princip, samma sätt som strålskyddet i CLAB, se CLABs säkerhetsrapport /1/.

Under konstruktionsarbetet bestäms styrkan hos förväntade strålkällor inom olika anläggningsdelar. Strålskärmar i anläggningen dimensioneras utgående från dessa källstyrkor med hjälp av strålskärmsberäkningar. Målsättningen är att uppfylla kraven för den strålningsklass som gäller för respektive utrymme.

Vid drift av anläggningen görs en noggrann uppföljning av dos till personalen. Regelbundna dosratsmätningar, som ligger till grund för rumsklassificeringen, genomförs.

7.2.1 Allmänna synpunkter samt indelning i strålningsklasser

Strålkällorna i anläggningen kan utsätta personalen för extern och intern strålning. Erforderligt strålskydd åstadkoms genom lämpligt utformad layout, strålskärmning, lämpliga ventilationssystem samt administrativa åtgärder.

Konstruktion

Vid dimensioneringen av strålskyddet indelas utrymmena i olika strålningsklasser. Ett utrymmes strålningsklass bestäms av den förväntade strålningsnivån kring installerade komponenter, risken för radioaktiv kontaminering samt kraven på tillträde under drift.

Uttrycket "radioaktiv kontaminering" har här betydelsen:

- luftburen radioaktivitet eller
- lös radioaktivitet på ytor.

Indelningen efter den uppskattade risken för radioaktiv kontaminering görs enligt tabell 7-1.

Tabell 7-1. Risker för radioaktiv kontaminering

Beteckning	Typ av utrymme
A	Ingen risk för radioaktiv kontaminering
B	Liten risk för radioaktiv kontaminering
C	Potentiell risk för radioaktiv kontaminering

Kombinationen av risk för radioaktiv kontaminering och dosratsnivå ger strålningsklassen. I tabell 7-2 redovisas de strålningsklasser som används vid konstruktion av anläggningen.

Tabell 7-2. Strålningsklasser och begränsningar i tillträddbarheten

Beteckning	Max dosratsnivå (mSv/h)	Tillträddbarhet
0A	<0,003	Ej zonindelad område, obegränsat tillträde
1B	<0,01	Zonindelad område, obegränsat tillträde (i praktiken max 40 timmar per arbetsvecka)
2B-C	0,01 - 1,0 (0,2)*	Zonindelad område, begränsat tillträde
3B-C	>1,0	Zonindelad område, begränsat tillträde under övervakning (normalt ej tillträde)

*) Strålskärmarna dimensioneras för att ge dosraten <0,2 mSv/h. Den övre gränsen avser komponenttydosrater.

De angivna dosratsnivåerna i tabell 7-2 är dimensioneringsvärden och ska inte uppfattas som förväntad dosrat i hela utrymmet eller som förväntad dosrat någon gång under anläggningens drifttid. Med den valda indelningen kan det förväntas att den, från skärmade strålningskällor, erhållna stråldosen endast kommer att utgöra en liten del av den totala dosbelastningen för personalen.

Den externa dosratsnivån i olika delar av anläggningen har begränsats genom lämplig utformning av layouten samt genom strålskärmar som, i de allra flesta fall, utgörs av betongväggar och betongbjälklag. Utrymmen som hör till strålningsklass 2 eller 3 har tillträdesbegränsningar, t ex låsta dörrar. För utrymmen där extremt höga dosrater kan tänkas förekomma, t ex hanteringscellen, finns förreglingar som hindrar tillträde vid för höga dosrater.

Ventilationssystemet inom zonindelade områden har utformats så att det skyddar mot luftburen aktivitet. Vid dimensioneringen av ventilationssystemets luftomsättningshastighet har man beaktat att aktivitetskoncentrationen i utrymmet effektivt ska reduceras efter en eventuell aktivitetsfrigörelse. Hanteringscellen och torkpositionerna har försetts med separat ventilationsavsug där frånluften filtreras.

Drift

Strålningsnivåerna inom zonindelade områden övervakas av strålskyddspersonal. In- och utpassage till zonindelade områden sker kontrollerat. Delar av anläggningen och markområdet innanför omgivande stängsel betraktas som icke zonindelade områden.

Inom anläggningen används en indelning i strålningsklasser som baserar sig på resultat av regelbundna dosrättsmätningar och kontaminationskontroller.

7.2.2 Strålningskällor

Strålningskällorna inom anläggningen kan indelas i:

- klyvningsprodukter och aktinider
- neutroninducerad aktivitet
- utrustning för svetsning och oförstörande provning.

Klyvningsprodukter och aktinider finns till helt övervägande del inne i själva bränslet. En mindre del kan läcka ut genom defekter i kapslingsmaterialet och spridas vidare till olika system i anläggningen.

Neutroninducerad aktivitet finns dels i konstruktionsmaterialet hos bränsleelement och hårdkomponenter, dels i de aktiverade korrosionsprodukter som är deponerade på bränsleelementens ytor (crud).

Aktiviteten i konstruktionsmaterialen är bunden och sprids endast till mediet utanför genom korrosion och erosion. Dessa processer ger försumbart bidrag till aktivitetsspridningen i inkapslingsanläggningen.

Crudaktiviteten är löst bunden och sprids till olika system där den deponerar på ytor och ger upphov till strålningskällor, främst i systemet för kylning och rening av bassänger (system 313-10) samt torksystemet (system 351).

Klyvningsprodukterna och den neutroninducerade aktiviteten sänder ut beta- och gammastrålning vid sönderfall.

Betastrålningen påverkar inte dimensionering av strålskärmar eftersom elektronerna växelverkar starkt med atomernas elektroner och stoppas redan i ganska tunna materialskikt. Betastrålningen kan dock utgöra ett strålskyddsproblem vid service på komponenter med betaaktivitet på ytorna samt vid luftburen betaaktivitet.

Gammastrålningen styr dimensioneringen av de strålskärmar som behövs i anläggningen. Röntgenstrålning från utrustning för svetsning och oförstörande provning kan i vissa utrymmen vara dimensionerande. Aktiniderna utsänder, förutom beta- och gammastrålning, även alfapartiklar och i vissa fall neutroner vid sitt sönderfall. Liksom betastrålningen utgör alfastrålningen inget strålskärmsproblem. Neutronstrålningen är av betydelse för strålskärmsdimensionering av utrustning för hantering av kapslar med bränsle.

Bränslets utbränning

Bränslets gamma- och neutronkällstyrkor beror bl a på drifhistoriken (främst utbränningen) och på den tid som förflutit sedan bränslet togs ut ur härden, avklingningstiden.

Vid en preliminär dimensionering av strålskärming i inkapslingsanläggningen antogs den maximala utbränningen för BWR-bränsle vara 50 MWd/kg U och för PWR-bränsle 55 MWd/kg U. Avklingningstiden antogs vara 30 år.

7.2.3 Strålskärmsdimensionering

Förutsättningar och riktlinjer

Syftet med strålskärmsutformningen är att ge skydd mot extern strålning från olika källor i anläggningen. En viss tillträddbarhet till olika delar av anläggningen för drift och underhåll måste också upprätthållas. Avsikten ska vara att hålla personalens stråldos så låg som möjligt och begränsa den genomsnittliga individuella dosen till mindre än 5 mSv per år.

Dimensioneringsförutsättningarna för strålskärningen består av de strålningskällor som diskuteras i avsnitt 7.2.2 och de tillträdeskrav som ges av strålningsklasserna, se avsnitt 7.2.1. Förutom dessa förutsättningar finns ett antal riktlinjer som härrör från ambitionen att hålla personalens stråldoser så låga som möjligt. Följande riktlinjer används vid konstruktionsarbetet:

- Anläggningsområdet ska i marknivå tillhöra strålningsklass 0 (ej zonindelad område). Mer än 3 meter ovanför denna nivå kan dosraten tillåtas vara högre på eller i närheten av vissa väggar.
- Icke aktiva system separeras från rör och komponenter som innehåller radioaktiva ämnen, utom där detta är omöjligt på grund av systemens funktion.
- Stora radioaktiva komponenter såsom filter, värmeväxlare, pumpar, tankar etc placeras antingen i separata rum eller separeras från varandra med skärmar för att reducera underhållsdoserna. Skärmväggarna runt dessa rum eller mellan komponenterna konstrueras för att reducera den totala dosraten som härstammar från källor utanför komponenten ifråga, till endast en liten del av bidraget från komponenten själv.
- Labyrinter används för att förhindra strålning genom ingångarna till rum som innehåller radioaktiva komponenter.
- Genomföringar för rör och kablar i skärmande väggar placeras på ett sätt som förhindrar passage av strålning. I första hand innebär detta en passage genom skärmen som inte är i linje med någon strålningskälla. Vissa genomföringar förses med extra skärmning.
- Komponenternas placering ska, i så stor utsträckning som möjligt, underlätta underhåll. Radioaktiva komponenter ska vara lätt åtkomliga med tillräckligt arbetsutrymme. Graden av åtkomlighet beror på behovet av underhåll och inspektion.
- Komponenter med förväntad hög aktivitetsansamling installeras i utrymmen som normalt ej är åtkomliga. Vid demontage och montage hanteras dessa komponenter med hjälp av strålskärmande utrustning. Den vidare hanteringen av demonterade, aktiva komponenter sker fjärrmanövrerat med manipulatorer bakom strålskärmar.
- Ventiler i rum med förväntat hög strålningsnivå ska vara fjärrmanövrerade. Av samma skäl ska andra manöverorgan om möjligt placeras i utrymmen tillhörande strålningsklass 1 (mindre än 0,01 mSv/h). Den förväntade frekvensen för manövern beaktas också vid bestämning av placeringen.
- Installation av rör som innehåller radioaktiva media ska ej innehålla crud-fällor, t ex skarpa krökar, tätningsflänsar eller sträckor med stagnation.

De flesta strålskärmar har även en bärande funktion och består därför vanligen av betongväggar och bjälklag.

7.2.4 Strålskärmsbeskrivning av olika anläggningsdelar

Inkapslingsbyggnad

Vid all hantering av kassetter och bränsleelement i bassängerna ger vattnet erforderlig strålskärmning. Doseraten vid kanten av bassängerna ska ej överstiga 0,01 mSv/h. Uppmätningar av dosraten görs regelbundet med en dosimeter som är monterad på bränslehanteringsmaskinen permanent.

När bränslet har kommit upp ur vattnet i transportrampens övre del lyfts den över till en hanteringscell. Vid hanteringen i cellen utgör hanteringscellens väggar strålskärmning. Väggarna är dimensionerade så att dosraten på utsidan av cellen understiger 0,01 mSv/h.

I utrymmet för service av hanteringsmaskinen, i anslutning till hanteringscellen, har dosraten beräknats till maximalt 0,007 mSv/h. Strålskärmningen i utrymmet utgörs av de två strålskärmddörrarna till hanteringscellen och väggen mellan utrymmet och stationen för atmosfärsbyte.

Efter omlastning i hanteringscellen till en kapsel är det den strålskärmade lastbäraren som utgör strålskydd. Doseraten på utsidan av strålskyddet ska vara lägre än 0,1 mSv/h. Denna högre dosrat kan accepteras eftersom utrymmet normalt sett ej beträds.

När kapseln är dockad till stationen för atmosfärsbyte, svetsstationen samt stationen för oförstörande provning och maskinbearbetning fås strålskärmning dels av lastbäraren och dels av stationernas väggar. Doseratsnivån i angränsande cell och i utrymmet ovanför en cell ska understiga 0,01 mSv/h.

Kapselhanteringsmaskinen är försedd med strålskärmning runt de lyftanordningar som hanterar kapslar med bränsle. Doseraten på maskinens ovansida ska understiga 0,01 mSv/h, så att utrustningen på maskinen alltid är åtkomlig för service.

Utanför mättnings- och dekontamineringsstationen ska dosraten likaså understiga 0,01 mSv/h, vilket erhålls med hjälp av strålskärmande väggar.

Förråd för fyllda transportbehållare

Transportbehållare för kapslar ska uppfylla IAEA:s transportrekommendationer för typ B-behållare. Detta innebär att kontaktdoseraten ska understiga 2 mSv/h samt att dosraten 2 meter från behållarens yta ska understiga 0,1 mSv/h. Doseraten i förrådet för fyllda transportbehållare varierar i olika delar av förrådet och beror på antalet transportbehållare som ger bidrag till den totala dosraten.

7.2.5 Förväntad personaldos

Dosbelastning till personalen erhålls vid en mängd olika typer av arbeten, t ex hantering, övervakning och underhåll.

Ett generellt mål är att den genomsnittliga individuella dosen i en kärnteknisk anläggning ska vara mindre än 5 mSv per år. Den förväntade personaldosen beräknas för att verifiera att detta mål kan uppnås. Sådana beräkningar är hittills ej utförda för inkapslingsanläggningen men kommer att genomföras inför tillståndsansökan.

Överslagsberäkningar, baserat på erfarenheterna från CLAB, visar att den totala dosen till personalen blir ca 20 mmanSv/år. Per person skulle detta motsvara ca 1 mSv/år vilket är i samma storleksordning som de nuvarande doserna i CLAB.

Vid dosuppskattningen användes kollektivdoserna i CLAB åren 1994-1997 uppdelat på yrkeskategori. Dessa värden korrigerades för sådan verksamhet som ej blir aktuell i inkapslingsanläggningen, t ex filterhantering och arbete i nedkylningscellerna.

7.3 OMGIVNINGSPÅVERKAN OCH KONTROLL

Små utsläpp av radioaktiva ämnen via vatten och ventilationsluft sker idag från CLAB och kommer även att ske från inkapslingsanläggningen. Utsläppen från CLAB har, under de senaste tio åren, varit några tiotusendelar av vad som tillåts från en kärnteknisk anläggning. För inkapslingsanläggningen förväntas utsläppen bli i samma storleksordning.

Utsläppen med ventilationsluften till omgivningen kontrolleras kontinuerligt och omgivningspåverkan beräknas.

Avfallsvatten från anläggningen förs ut till omgivningen via CLAB. Vattnet kontrolleras med avseende på aktivitetsinnehåll innan det, från uppsamlings-tankar, pumpas ut och blandas med kylvatten från anläggningen. Därefter förs vattnet till den utsläppstunnel för kylvatten som främst betjänar Oskarshamns block 1. Före varje utpumpning av vatten tas ett arkivprov som bevaras för en eventuell framtida kontroll. Samtliga utsläpp av kyl- och avfallsvatten från Oskarshamnsverket mynnar i Hamnefjärden. Dos till kritisk grupp beräknas och redovisas därför på samma sätt som gäller för Oskarshamnsaggregaten.

Utsläpp från närliggande kärnkraftsblock dominerar den aktivitetsbild som kontrolleras genom provtagnings- och mätprogram för omgivningen. Genom tillsynsmyndighetens försorg görs kontrollprogram upp årsvis för hela Oskarshamnsverket så att anpassning sker till eventuella förändringar i utsläppssituationen.

8 MISSÖDESANALYS

8.1 INLEDNING

Olika slag av störningar och missöden kan inträffa i inkapslingsanläggningen under dess drift. I detta kapitel analyseras ett antal sådana händelser.

I avsnitt 8.2 behandlas störningar som kan tänkas inträffa under anläggningens livstid, även om vissa av dessa händelser förväntas ske mycket sällan. Missöden som diskuteras i avsnitt 8.3 beräknas alla vara ”mycket osannolika”. I detta begrepp innefattas såväl fullt tänkbara händelseförlopp som rent hypotetiska situationer.

De mera sannolika störningarna leder varken till några skador på bränsle i anläggningen eller till några konsekvenser för omgivningen. Konsekvenserna i anläggningen varierar från inga alls till kortare eller längre driftavbrott i berörda system eller utrymmen, beroende på störningens omfattning. Anläggningen är utformad så att väsentliga funktioner som berörs av störningar kan övertas av andra system eller systemdelar, alternativt avvaras helt under viss tid. Brandskyddet är utformat för att bli förhindrat att en ”begränsad brand” utvecklas till en ”större brand”, dvs en brand som omfattar all utrustning i en brandcell.

Missödena som beskrivs är av vitt skilda slag. Ingen av dessa händelser beräknas orsaka några allvarliga konsekvenser för omgivningen. De har emellertid studerats för att ge en överblick över den säkerhetsnivå som allmänt gäller för inkapslingsanläggningen.

På grund av den låga resteffekten i bränslet som hanteras i inkapslingsanläggningen blir temperaturförloppen vid störningar och missöden mycket långsamma, i jämförelse med t ex CLAB. Tiden för avhjälpande åtgärder ökar därmed i motsvarande grad.

8.2 STÖRNINGAR

I detta avsnitt redovisas analyser av ett antal störningar av olika slag med avseende på deras konsekvenser. Konsekvenserna för anläggningen och åtgärder som bör vidtas i händelse av inträffad störning beskrivs. Hur systemen påverkas av störningar framgår av respektive systembeskrivning.

De störningar som har analyserats kan uppstå som en följd av olika händelser:

- komponentfel i kyl- och reningssystem
- fel i hanteringssystem
- operatörsfel
- vattenläckage och inre översvämning
- aktivitetsläckage
- bortfall av yttre nät
- tryckluftsbortfall
- datorbortfall
- begränsad brand.

8.2.1 Komponentfel i kyl- och reningssystem

Kyl- och reningssystem för bassänger

Kylning och rening av bassängerna i inkapslingsanläggningen görs med system 313-10. Efter ett komponentfel som resulterar i försämrad kyleffekt av bassängerna sker endast en långsam temperaturökning på grund av den stora vattenmängd som ska värmas upp.

Bassängerna i inkapslingsbyggnaden innehåller endast tillfälligt uppställt bränsle. Den högsta tillåtna resteffekten hos detta bränsle, inklusive bränsle som är uppställt i mottagningsbassängerna i CLAB, är 400 kW. Ett komponentfel som orsakar försämrad kylning av bassängerna medför att temperaturen stiger långsamt på grund av låg värmebelastning och stor vattenvolym.

Pumpfel indikeras via larm på lågt flöde. Genom att starta reservpumpen återfås flödet.

Fel på värmeväxlare eller tillhörande ventiler upptäcks antingen på grund av minskat flöde eller via larm för hög temperatur i bassängerna efter en viss tid. Om felet är beroende av ett ventilmånöverdon kan normalt flöde åter erhållas genom att ventilen manövreras för hand.

Kylningen och reningen kan förbättras genom att rent vatten tillförs från system 733-10 eller 735-10 och motsvarande mängd avtappas till system 371-10 där det kyls i en värmeväxlare.

Om det finns risk att temperaturen ska stiga över dimensioneringstemperaturen, 42°C, kan bränslet transporteras till förvaringsdelen i CLAB. Skulle dimensioneringstemperaturen överskridas kan risk finnas för läckage.

Vid fel i systemets reningsdel kan reningen förbikopplas.

Hanteringscell

Ett komponentfel som påverkar ventilationen i hanteringscellen kan resultera i en viss temperaturökning, om cellen innehåller bränsle. Bränslets långa avklingningstid gör att temperaturhöjningen blir måttlig och någon omedelbar åtgärd bedöms inte nödvändig.

Fel på ventilationssystemet kan medföra att undertrycket i hanteringscellen kan gå förlorat. Detta skulle kunna orsaka viss spridning av aktivitet i anläggningen tills komponentfelet är åtgärdat och ventilationen återställd. Ett fel på ventilationen i hanteringscellen medför ej att kontroll av aktivitetsutsläpp till omgivningen förloras.

Torksystemet

Vid fel i ventilationssystemet avbryts torkning av bränsle för att undvika att fuktig luft kan tränga in i hanteringscellen. Torkningen återupptas när felet är åtgärdat.

Om kylning av kondensatorerna upphör blir dessa ej lika effektiva och varm och fuktig luft kan komma in i systemet och orsaka kondensation. Torkning av bränsle avbryts och återupptas när felet är åtgärdat.

Skadat HEPA-filter kan ge upphov till spridning av radioaktiva partiklar i ventilationssystemet. Filtrets funktion övervakas kontinuerligt och vid upptäckt fel stängs ventilationen av tills nytt HEPA-filter har installerats. Detta medför ej att kontrollen av aktivitetsutsläpp till omgivningen förloras.

Svetsstation

Om kylning av svetsutrustningen upphör måste svetsningen av kopparlocket avbrytas för att undvika att utrustningen förstörs. Svetsningen avbryts på ett kontrollerat sätt och när kylningen är återställd påbörjas svetsningen på nytt.

8.2.2 Fel i hanteringssystem

Fel på en enstaka komponent i ett hanteringssystem kan innebära att aktuell hantering måste avbrytas för att återupptas efter reparation. Utrustningar för hantering av bränsle och fyllda kapslar är konstruerade så att lasten kan föras till ett säkert läge vid komponentfel.

Bränslehiss

Ett enstaka komponentfel på bränslehissen kan ej leda till att hissorgen faller, då den bl a är utrustad med dubbla bromsar och dubbla linor. Däremot kan ett fel orsaka att hissen stannar. Eftersom hissorgen är vattenfylld kan den lämnas utan åtgärd under lång tid. Då vattnet börjar avdunsta på grund av ökad temperatur kan spädmatning ske med vatten, från två oberoende

system, för att hindra att nivån sjunker. Det finns även möjligheter att tillföra vatten från yttre källor, t ex brandvatten. Om vattentillförsel trots detta skulle utebli under längre tid finns risk för bränsleskador.

Bränslehanteringsmaskin

Om det uppstår fel på bränslehanteringsmaskinen över bassängerna stoppas hantering och mätning av bränslet tills felet är åtgärdat. Innan reparationen påbörjas kan maskinen föras till säkert läge och lasten ställas av manuellt.

Transportramp

Om ett komponentfel uppstår som gör att vagnen i transportrampen stoppas står vagnen kvar i det stoppade läget. Fel på det dubblerade drivmaskineriet kan åtgärdas med vagnen stående i det stoppade läget eftersom utrustningen för drivning är placerad i ett separat strålskärmad utrymme. Den felfungerande drivningen kan även bortkopplas och vagnen manuellt sänkas ned till rampens nedre läge.

Om en kedja låser sig så att vagnen ej kan sänkas ner till botten av rampen, är det möjligt att i stället köra den upp till hanteringscellen där transportkassetten lyfts över till en av torkpositionerna. En strålskärmplugg läggs på plats mellan rampen och hanteringscellen och vattnet i anslutningsbassängen pumpas ur så att personal kan åtgärda felet på plats.

Beroende på var på rampen vagnen befinner sig kyla bränslet antingen med vatten eller luft. Om vagnen stannar halvvägs över vattenytan körs vagnen manuellt ner i bassängen tills hela kassetten är täckt med vatten så att vattnet kan cirkulera. Om felet medför att vagnen ej kan sänkas neråt förs vagnen i stället till rampens övre läge så att luften i stället kan cirkulera längs hela kassetten för att säkerställa kylning av bränslet.

Hanteringsmaskin i hanteringscell

Om ett fel uppstår på hanteringsmaskinen i hanteringscellen körs den ut och repareras i utrymmet för service av hanteringsmaskin. Om felet innebär att maskinen ej kan köras ut av egen kraft kan den bärgas genom att den dras in i utrymmet med hjälp av kabeln som försörjer maskinen.

Bränsle som eventuellt hanteras kan ställas ner i en säker position. Detta kan även göras manuellt.

Strålskärm dörrar

Strålskärm dörrarna mellan hanteringscellen och utrymmet för service av hanteringsmaskinen kan manövreras manuellt från strålskärmade utrymmen utanför cellen, om drivmekanismerna skulle felfunkera.

Strålskärmad lastbärare

Om ett fel orsakar att utrustningen på lastbäraren ej kan manövreras normalt kan detta medföra att en kapsel blir stående i strålskyddet tills felet är åtgärdat. Lastbäraren är konstruerad så att den utrustning som krävs för att lasta ur bränsle kan repareras från utsidan. Om felet gör att kapseln blir stående en längre tid kan kylning ske med luftcirkulation.

Vid fel på vridbordet i lastbäraren avbryts den pågående operationen (svetsning, oförstörande provning eller maskinbearbetning). Om felet medfört att positioneringen gått förlorad eller felet ej kan åtgärdas med kapseln på plats måste kapseln eventuellt öppnas och bränslet lastas ur, på samma sätt som sker med underkända kapslar som ej kan svetsas om, se avsnitt 5.2.5.

Luftkuddetruck

Fel på luftkuddetrucken kan orsaka att en transport av en kapsel måste avbrytas tills trucken har reparerats. Reparation av trucken kan ske på plats eftersom lastbäraren har strålskärmning. Efter reparationen förs kapseln vidare till nästa station i inkapslingsprocessen.

Vid fel på en av luftkuddarna ersätts hela den luftkuddeenheten med en ny. Luftkuddetrucken är konstruerad så att luftkuddarna enkelt kan bytas.

Kapselhanteringsmaskin

Fel på kapselhanteringsmaskinen kan orsaka att en transport av en kapsel måste avbrytas tills maskinen har reparerats. Drivmaskineriet är placerat på utsidan av strålskärmen så att det alltid är åtkomligt för reparation. Om den dubblade manöverutrustningen för gripapar felfungerar, finns möjligheter till manuell manöver.

Beroende på var maskinen befinner sig när felet uppstår så kan antingen kapseln ställas ner i ett säkert läge eller ventilationsutrustning anslutas för att hindra att kapseln värms till för hög temperatur.

Travers

Broms, linsystem och andra väsentliga delar på traversen i uttransporthallen är dubblade.

Om traversen stannar med en transportbehållare hängande krävs ingen extra kylning.

8.2.3 Operatörsfel

Risken för operatörsfel i samband med tunga lyft begränsas genom administrativa kontroller samt förreglingar på aktuella lyftutrustningar.

De sannolika konsekvenserna av ett operatörsfel som påverkar kyl- och reningssystem blir små, beroende på att temperatur och aktivitetsnivåer ändras långsamt varför god tid finns för korrigerande åtgärder.

Utrustning för hantering av bränsle och kapslar har hög automatiseringsgrad och risken för att operatörsfel ska få några säkerhetsmässiga konsekvenser är liten.

Ett operatörsfel som dock skulle kunna ge oacceptabla doser till personalen är om en kassett med bränsle som just anlänt till CLAB förs direkt från mottagningsbassängerna, via bassängerna i inkapslingsanläggningen, till hanteringscellen. Bassängerna i inkapslingsanläggningen är dimensionerade för sådant bränsle, medan övriga delar av anläggningen inte är det, varför problemet först skulle uppstå i hanteringscellen. På grund av detta är anslutningsbassängen försedd med en vakt som larmar om en kassett med "färskt" bränsle förs upp för rampen.

8.2.4 Vattenläckage och inre översvämning

Vattentäckning

Med de konstruktionsförutsättningar som redovisas i avsnitt 3.4.2 förhindras att bränslets vattentäckning går förlorad vid vattenläckage från kylsystem och komponenter.

Normala vattenförluster såsom avdunstning ersätts genom att bassängerna spädmatas automatiskt via kylsystemet. Spädmatning kan även kompensera mindre läckage.

Inga genomföringar för rörledningar till bassängerna finns på en nivå under den lägsta vattennivå som kan tillåtas med hänsyn till säker kylning och erforderlig strålskärmning. Portöppningarnas nederkant ligger högre än nivån för uppställt bränsle. I vissa bassänger finns utrustning som är kopplad till system 312-10. Risken för större vattenförlust på grund av hävertverkan är dock liten bl a på grund av kläna rördimensioner, förekomst av backventiler och att en nivåsenkning uppmärksammas lätt.

Rörläckor kan således ej förorsaka nivåsenkning i bassängerna som resulterar i oacceptabla stråldoser eller äventyrar bränslets kylning. Däremot innebär en senkning av vattennivån att kyl- och reningssystemet upphör att fungera.

Med hjälp av spädmatning kan bränslets vattentäckning alltid upprätthållas.

Översvämning i olika utrymmen

Rörsystemen i inkapslingsanläggningen är "lågenergisystem" för vilka giljotinbrott ej postuleras. Läckor förutsätts emellertid kunna inträffa och

läckande vatten uppsamlas och leds till golvdränagesystemet (system 345-10).

Om läckage leder till inre översvämning med stigande vattennivåer kan detta innebära att dubblerad utrustning riskerar att slås ut om den är placerad i samma rum eller i utrymmen som står i förbindelse med varandra. För system där detta förekommer är det emellertid alltid möjligt att upprätthålla systemfunktionen med annan utrustning. Sannolikheten att utrustning slås ut vid inre översvämning är liten eftersom aktuella utrymmen är försedda med golvbrunnar.

Risken för översvämning i hanteringscellen är mycket liten eftersom det inte finns några fasta anslutningar med vatten till cellen. Dessutom är cellen konstruerad så att eventuellt vatten leds bort från kapseln. Om kapseln trots detta skulle fyllas med vatten kan kriticitet ändå inte uppstå, se kapitel 10.

8.2.5 Aktivitetsläckage

Vattenläckage från bassänger eller kyl- och reningssystem leder endast till begränsade läckageflöden. Aktivitetskoncentrationen i vattnet från bassänger och kylsystem är låg och eventuella läckage tas om hand av golvdränagesystemet, utan att aktivitetsbilden i anläggningen påverkas märkbart. Dessutom förhindrar golvdränagesystemet att läckage från bassänger och lågt liggande systemdelar når grundvattnet.

Riktad ventilation används för att undvika att aktivitet sprids från hanteringscellen och torksystemet.

8.2.6 Bortfall av yttre nät

Vid totalt bortfall av den yttre kraftförsörjningen startar dieselgeneratoraggregaten automatiskt för spänningssättning av processnäten 660 V och 380/220 V. Dieselgeneratorerna är ej dimensionerade för att samtidigt driva alla objekt som kan anslutas till processnäten men kapaciteten är tillräcklig för att bli upprätthålla viss ventilation och föra hängande last till en avställningsposition.

Vid bortfall av yttre nät avbryts den normala hanteringen av bränsle och kapslar tills kraftmatningen är återställd.

Utrustning för hantering av bränsle och fyllda kapslar stannar, vid bortfall av yttre nät, och spänning smatas från dieselsäkrat nät så att lasten kan föras till en säker position och ställas av.

Samtliga laster förblir hängande i respektive lyftdon vid nätbortfall.

Strålskärmsdörrar stannar i befintligt läge vid nätbortfall och kan öppnas eller stängas manuellt.

Nätbortfall medför att elektronstrålesvetsutrustningen stängs av hastigt. Detta kan ge upphov till en defekt svets som ej kan åtgärdas genom omsvetsning. En sådan kapsel måste skäras upp och bränslet lastas ur, på samma sätt som sker med underkända kapslar som ej kan svetsas om, se avsnitt 5.2.5.

Vid nätbortfall upphör kylning av bassänger och system som är beroende av kylvattensystemet (713-10) och mellankylsystemet (723-10). Om nätbortfall inträffar då en större mängd bränsle lagras i hanteringsbassängen kan temperaturen stiga över dimensioneringsvärdet om inga åtgärder vidtas, se avsnitt 8.2.1.

Som följd av ett nätbortfall faller även tryckluften bort, se avsnitt 8.2.7.

Om spänningsmatning från dieselgeneratorerna uteblir kan utrustning som krävs för att nå säker position för bränsle och kapslar även manövreras manuellt.

8.2.7 Tryckluftsbortfall

Tryckluftsystemet (system 753-10) består av två parallellkopplade kompressorcentraler med elmatning från varsin sub.

Tryckluftfunktionen kan störas genom olika typer av fel såsom brott på ledning, komponentfel, kylbortfall, fel i kontrollutrustningen eller nätbortfall. Inkapslingsanläggningen är konstruerad så att man ej är beroende av tryckluftsystemet för att upprätthålla tillräcklig kylning av bränslet.

Kylningen av bassängerna kan upprätthållas men filter och jonbytare kan komma att förbikopplas i kyl- och reningssystemet. Aktivitetsnivån i vattnet kommer då att långsamt stiga. Filter och jonbytare kan återinkopplas manuellt.

Bortfall av tryckluft innebär vissa driftsbegränsningar. Kapslar kan t ex ej förflyttas med luftkuddetrucken eftersom dess luftförsörjning upphör vid tryckluftsbortfall. När tryckluften är återställd kan luftkuddetrucken återuppta arbetet med förflyttning av kapslar.

8.2.8 Datorbortfall

I anläggningen finns två redundanta huvuddatorer för övervakning, reglering och manöver. Vid fel på ordinarie huvuddator sker överkoppling till reservhuvuddator automatiskt vilket innebär att processen inte påverkas.

Om båda datorerna felfungerar finns möjlighet att lokalt i PKTer manövrera och övervaka anläggningen.

8.2.9 Begränsad brand

Med begränsad brand avses en brand, vars spridning begränsas sig till utrustning som ej är avståndsseparerad från brandhärden.

Inkapslingsanläggningen är utförd på ett sådant sätt att de funktioner som berörs av en begränsad brand antingen kan undvaras under reparationstiden eller att funktionen kan övertas av komponenter och systemdelar som ej berörs av branden. Utbyte av skadad kabel förutsätts kunna ske inom tre dygn.

Kylningen av bassängerna kan upprätthållas även om en begränsad brand slår ut systemdelar i system 313-10. Genom att pumparna är placerade i olika rum och kablarna för dess el- och kontrollutrustning har separerats kan flödet i kretsen upprätthållas vid en begränsad brand. Vid fel i reningskretsen kan denna förbikopplas med hjälp av en handmanövrerad ventil.

Övervakning av bassängtemperatur och nivå bibehålls eftersom mät-punkterna inklusive kabeldragning är separerade.

Ventilationen kan påverkas av brand. På grund av att kablar för el- och kontrollutrustning i viss utsträckning har separerats stoppar inte samtliga fläktar vid en begränsad brand, utan ett undertryck kan upprätthållas gentemot omgivningen. På samma sätt är alltid en fläkt för punktavsug i drift, vilket minskar risken för spridning av aktivitet i anläggningen vid en brand.

Vid utlöst brandlarm sker automatiska omställningar i ventilationssystemen för att begränsa spridning av brand och brandgaser samt säkerställa utrymningsvägar.

8.3 MISSÖDEN

I detta avsnitt diskuteras missöden med låg sannolikhet, vilka omfattar följande händelser:

- Brand
- Hanteringsmissöden
- Yttre påverkan

8.3.1 Brand

I avsnitt 8.2.9 behandlades konsekvenserna av en begränsad brand som endast slår ut funktioner där utrustningen ej är avståndsseparerad.

En brand av större omfattning kan tänkas slå ut all utrustning i en brandcell. Sannolikheten för detta är låg på grund av anläggningens låga brandbelastning samt passiva och aktiva brandförsvar, jämför avsnitt 3.8.

I ett ställverk eller en kabelkulvert kan en större brand slå ut elmatningen till ett stort antal komponenter. Om branden däremot är lokaliserad till ett utrymme för process- eller hanteringssystem påverkas endast utrustning i drabbat rum samt utrustning vars kraft- eller kontrollkablar passerar rummet.

Om en stor brand uppstår i något av ställverksrummen, med undantag för 6,3 kV-ställverket, eller i något av batterirummen påverkas endast en av de två subarna. Vid en utslagen sub klaras kylningen av bränsle i bassängerna med utrustning som matas från den andra suben.

Vid utslaget 6,3 kV-ställverk förloras den yttre matningen till båda subarna. Viktiga funktioner upprätthålls då genom att dieselgeneratorerna spännsätter processnäten. Kylningen via kylkedjan 711-10/713-10/723-10 upphör. Om det är risk att dimensioneringstemperaturen för bassängerna överskrids kan uppställt bränsle transporteras till förvaringsdelen i CLAB eftersom bränslehissen och bränslehanteringsmaskinen kan kraftmatas från dieselgeneratorerna.

En stor brand i en kabelkulvert kan påverka kraftmatningen till i stort sett samtliga komponenter som matas via denna kulvert.

8.3.2 Hanteringsmissöden

De hanteringsmissöden som har analyserats omfattar följande komponenter:

- Bränslehissskorg
- Bränsleelement
- Bränslekassett
- Transportramp
- Kapsel
- Transportbehållare

Tappad bränslehissskorg

Transport av bränsle från förvaringsbassängerna till inkapslingsanläggningen sker med befintlig bränslehis i CLAB.

Bränslehissen är utformad med tanke på att reducera sannolikheten för ett missöde med en fallande hissskorg. Hissskorgen är försedd med hydrodynamisk dämpare i form av en konisk botten för att minska konsekvenserna för bränslet och förbindelsebassängen vid ett missöde. Förbindelsebassängen är försedd med en mekanisk stötdämpare i positionen under hissen.

Konsekvenserna av missödet tappad bränslehissskorg beskrivs närmare i CLABs säkerhetsrapport /1/.

Tappat bränsleelement i bassänger

Vid hantering i bassängerna lyfts ett bränsleelement i taget ur en förvaringskassett och placeras i en transportkassett.

Möjligheten finns att ett bränsleelement tappas i förvaringskassetten, i transportkassetten eller i hanteringsbassängen utanför kassetterna. Sannolikheten för att detta ska hända är mycket liten, bl a på grund av utformningen av gripverktyg och förreglingar på bränslehanteringsmaskinen. Förreglingarna, i manöverläge "automatik", innebär bl a att horisontell transport endast kan ske då gripen befinner sig på en viss höjd, som medför att elementet går fritt ovanför utrustning i bassängerna. Gripverktyget kan endast höjas och sänkas då ingen horisontell rörelse sker. Öppning av gripverktyget kan endast ske inom ett visst höjdintervall och då endast om gripen ej belastas av bränsleelementets tyngd.

Om ett bränsleelement ändå tappas erhålls sannolikt inga bränsleskador eftersom fallhöjden, på grund av förreglingar på hanteringsmaskinen, är begränsad till ca 6 meter.

De aktivitetsutsläpp som skulle kunna uppstå om bränslet trots allt skadas redovisas i avsnitt 6.4.

Tappat bränsleelement i hanteringscell

Hanteringsmaskinen i hanteringscellen är försedd med samma typ av förreglingar som beskrivits ovan för bränslehanteringsmaskinen över bassängerna, vilket medför att sannolikheten för ett tappat element är mycket låg.

Elementen transporteras på låg höjd över cellgolvet vilket innebär att bränslet sannolikt ej skulle skadas om det tappas där.

När ett bränsleelement tas ur transportkassetten eller sänks ner i kapseln är emellertid lyfthöjden ca 6 meter. Jämfört med motsvarande missöde i bassängerna, där vattnet bromsar fallet, innebär ett fall i hanteringscellen att kraften vid fallet blir större. En skada på bränslet kan ej uteslutas.

Frånluften från hanteringscellen passerar ett HEPA-filter nära utloppet. Filtret fångar upp det mesta av det partikulära aktivitetsutsläppet vilket medför att ett skadat element ger upphov till liten strålningspåverkan både i anläggningen och till omgivningen. De aktivitetsutsläpp som skulle kunna uppstå redovisas i avsnitt 6.4.

Efter missödet kan bränsleelementet bärgas med hjälp av hanteringsmaskinen och manipulatorerna.

Tappad bränslekassett i bassänger

Omlastningen av bränsle görs mellan förvaringskassetter och transportkassetter. Kassetterna hanteras med bränslehanteringsmaskinen vars gripar är anpassade till kassetternas lyftpunkter. Förreglingar på maskinen minskar sannolikheten för att en kassett tappas.

Kassetterna är konstruerade så att nederdelen fungerar stötupptagande, vilket minskar påkänningen på bränslet vid tappad kassett.

Bränslehanteringsmaskinens grip kopplas och låses till kassetten med fyra gripfingrar. Hanteringsmaskinen är försedd med ett öppet fackverk som omsluter kassetten i transportlägen. Härigenom förhindras att kassetten välter om den skulle tappas och falla en sträcka som är mindre än dess fulla längd. Hanteringsmaskinen är även försedd med ett fallskydd som fångar upp kassetten om den skulle tappas under förflyttning.

De aktivitetsutsläpp som skulle kunna uppstå om en kassett trots allt tappas och bränslet skulle skadas redovisas i avsnitt 6.4.

Tappad bränslekassett i hanteringscell

Hanteringsmaskinen i hanteringscellen är försedd med samma typ av förreglingar som beskrivits ovan för bränslehanteringsmaskinen. Detta medför att sannolikheten för en tappad kassett är mycket låg.

Kassetterna transporteras på låg höjd över cellgolvet vilket innebär att bränslet sannolikt ej skulle skadas om det tappas där.

När en kassett lyfts ur vagnen i transportrampen eller sänks ner i en torkposition är emellertid lyfthöjden ca 6 meter. Jämfört med motsvarande missöde i bassängerna, där vattnet bromsar fallet, innebär ett fall i hanteringscellen att kraften vid fallet blir större. Positionen i rampen och torkpositionerna är därför försedda med stötdämpare.

En skada på bränslet kan trots detta inte uteslutas. Frånluften från hanteringscellen passerar ett HEPA-filter nära utloppet. Filtret fångar upp det mesta av det partikulära aktivitetsutsläppet vilket medför att skadat bränsle ger upphov till liten strålningspåverkan både i anläggningen och till omgivningen. Aktivitetsutsläpp som skulle kunna bli aktuella redovisas i avsnitt 6.4.

Skenande vagn i transportrampen

Transportkassetten förflyttas upp- och nedför rampen i en vagn. Om vagnen skenar bildar vagnens hela sida motstånd mot vattnet. Vattenmotståndet blir mycket stort vilket medför att vagnen inte kommer upp i någon högre hastighet även om den släpps från den högsta positionen i rampen.

I den nedre änden av rampen finns dessutom en stötdämpare som minskar påkänningarna. Ingen bränsleskada förväntas vid en sådan händelse.

Tappad kapsel

Kapslar med bränsle lyfts på tre ställen i anläggningen. Dessa moment är när kapseln lyfts ur lastbäraren, när den sänks ner i och lyfts upp ur mätnings- och dekontamineringsstationen samt när den lastas i en transportbehållare.

Då kapseln ej tål fall från hög höjd är det av största vikt att kapseln ej tappas. Kapselhanteringsmaskinen är därför konstruerad för minsta möjliga risk att en kapsel ska tappas. Om detta ändå skulle ske finns utrustning som minskar konsekvenserna av ett fall vid samtliga positioner där kapseln lyfts.

Om kapseln skulle falla tillbaka ner i lastbäraren tar en stötdämpare i botten på lastbäraren upp en stor del av kraften vid fallet. Strålskyddet på lastbäraren utgör ett stöd så att kapseln inte riskerar att välta.

Mätnings- och dekontamineringsstationen är försedd med en stötdämpare under den position där kapslar lyfts in och ut ur stationen. Runt positionen finns en ställning som är konstruerad för att kunna stödja en kapsel för att förhindra att den faller.

När kapseln lastas i transportbehållaren utgör behållaren ett stöd i sidled. I botten av behållaren finns en stötdämpare som minskar påfrestningar på kapseln vid ett fall.

Om kapseln trots allt skulle tappas kan den komma att deformeras. Detta leder dock ej till några aktivitetsutsläpp. På grund av den låga resteffekten finns gott om tid att vidta åtgärder anpassade till den aktuella situationen.

Tappad transportbehållare

Sannolikheten för att en transportbehållare tappas är mycket liten. För att detta ska inträffa krävs antingen ett brott i en av de delar som ej är dubblerade eller att flera allvarliga fel samtidigt föreligger i dubblerade delar.

Längs transportvägarna klarar byggnaden ett fall från normal transporthöjd, dvs mindre än 0,2 meter, men om transportbehållaren faller från högre höjd kan skador uppstå på byggnaden.

Omgivningspåverkan

Vid ett missöde som innebär att bränslet skadas bedöms påverkan på omgivningen bli ringa. Detta beror främst på att den enda kvarvarande flyktiga radioaktiva klyvningsprodukten, Kr-85, har hunnit avklinga avsevärt under den tid som bränslet har mellanlagrats i CLAB.

Det uppskattas att omgivningspåverkan skulle bli avsevärt mindre än den naturliga bakgrundsstrålningen (ca 1 mSv/år) eller referensvärdet för kritisk grupp som ej bör överskridas vid normal drift av kärnkraftverk (0,1 mSv/år).

8.3.3 Yttre påverkan

Inkapslingsbyggnaden är ej dimensionerad för jordbävning, på grund av den relativt ringa mängd bränsle som finns i anläggningen.

Jordbävning eller yttre påverkan i form av störtande flygplan, krigshandlingar etc, kan medföra stora skador på anläggningen. Tillslutna transportbehållare förväntas bibehålla sin integritet. Övrigt bränsle i inkapslingsanläggningen är ej skyddat mot mekaniska skador men det förväntas ändå inte uppstå några allvarliga konsekvenser för omgivningen eftersom den drivande kraften, från t ex temperatur och tryck, är låg.

9 UPPFÖRANDE OCH DRIFT AV ANLÄGGNINGEN

9.1 INLEDNING

I detta kapitel redogörs för hur projektering och byggande av inkapslingsanläggningen planeras att genomföras. Dessutom redovisas hur inkapslingsanläggningen påverkar driften av CLAB.

9.2 PROJEKTERING AV INKAPSLINGSANLÄGGNINGEN

Arbetet med att projektera inkapslingsanläggningen sker i fem steg. I det första steget (skede E) görs en förstudie av anläggningens utformning. Därefter genomförs ett projekteringssteg (skede D) som ligger till grund för ansökan om att få bygga anläggningen.

Medan ansökan behandlas av myndigheterna tas det konstruktionsunderlag (skede C) fram som behövs för att börja bygga anläggningen. I nästa steg (skede B) som pågår under tiden som anläggningen byggs görs detaljkonstruktionen. När anläggningen är färdigbyggd och driftsättning pågår avslutas projekteringsarbetet med att byggnadsutformning och konstruktioner slutdokumenteras (skede A).

Upphandling av tjänster och utrustningar sker i enlighet med krav och förutsättningar som har slagits fast i den Preliminära Säkerhetsrapporten.

9.3 UPPFÖRANDE AV INKAPSLINGSANLÄGGNINGEN

9.3.1 Projektets genomförande

Anläggningsarbetena börjar med etablering på byggplatsen. Detta innebär att byggplatsen förses med provisorier som t ex manskapsbodar, baracker, el, vatten och avlopp. Efter etableringen påbörjas sprängnings- och schaktningsarbeten. Detaljerat byggnadsunderlag tas fram efter hand och byggnadsdelarna färdigställs enligt de behov som gäller för montagetillträden.

Tillverkning av komponenter och utrustningar sker successivt och påbörjas efter upphandling. Vid återkommande möten med leverantören följs

tillverkning och kvalitetskontroll upp. Detta sker i samarbete med opartiskt kontrollorgan som engageras för kvalitetskontroll av särskilt säkerhets- och kvalitetsklassad utrustning.

Montage utförs och färdigställs rums- och systemvis eller för delar av system enligt de krav och förutsättningar som gäller för kontroll och driftsättning av system enligt fastställda provprogram.

Driftsättning av anläggningen sker enligt fastställda provprogram. Under driftsättningen verifieras gällande driftinstruktioner. Driftsättningen sker systemvis och en successiv överlämning av system och anläggningsdelar för fortsatt drift och underhåll sker till driftorganisationen.

Driftpersonalen introduceras till anläggningen i ett tidigt skede och deltar i driftsättningsarbetet.

9.3.2 Bergtekniska aspekter på uppförandet

Inkapslingsanläggningen är planerad att ligga rakt över förvaringsbassängerna i CLAB. Minsta bergtäckning över bergrummen är ca 25 meter.

Det är av största vikt att det inte förekommer bergras eller nedfall av mindre stenar i förvaringsbassängerna i CLAB. Risken för att stora stenblock (bergkilar) ska stötas ut och falla ner i bassängerna har analyserats i en bergmekanisk utredning /5/. Utredningen visar att stabiliteten är tillräcklig för att inspända bergkilar inte ska glida ut. Små stenar fångas upp av innertaket av plåt. Konsekvenser av, trots vidtagna åtgärder, nedfallande stenblock analyseras i den Preliminära Säkerhetsrapporten för CLAB Etapp 2 /3/.

Under anläggningstiden kommer bergmassans rörelser att kontrolleras som ett led i att säkerställa bergrummens stabilitet.

Geologin i området är väl känd från tidigare undersökningar som utförts i samband med bygget av CLAB och, på senare år, inför utbyggnaden av CLABs förvaringsdel. Kompletterande undersökningar kommer att genomföras innan en ansökan om att få bygga inkapslingsanläggningen lämnas in.

9.4 DRIFT AV ANLÄGGNINGEN OCH PÅVERKAN PÅ CLAB

9.4.1 Drift av inkapslingsanläggningen

Efter driftsättning planeras driften av inkapslingsanläggningen integreras med driften av CLAB. Driftorganisationen beräknas öka med ca 40 personer jämfört med det antal personer som krävs för att driva CLAB. Vid normal drift är inkapslingsanläggningen endast bemannad dagtid.

Inkapslingsprocessen styrs och övervakas i huvudsak från det lokala kontrollrummet i inkapslingsanläggningen men viss befintlig utrustning, t ex bränslehissen, styrs från det centrala kontrollrummet i CLAB. Moment som i regel utförs utanför normal arbetstid, t ex torkning av bränsle och förflyttning av strålskärnade lastbärare, styrs också från kontrollrummet i CLAB.

När inkapslingsanläggningen är obemannad ansvarar det centrala kontrollrummet i CLAB för all övervakning.

9.4.2 Kompletteringar av installationer i CLAB

Nedan ges en översikt över de system i CLAB som påverkas av inkapslingsanläggningen. Anslutning av nya system och systemdelar till befintlig utrustning planeras så att störningar på driften av CLAB minimeras.

Förläggingsområde och byggnader

Utöver inkapslingsbyggnad och förråd för fyllda transportbehållare tillkommer ett antal vägar och planer. Gränserna för fysiskt skydd utökas innan bygget påbörjas. Under anläggningsskedet ändras gränserna för det fysiska skyddet temporärt för att separera inkapslingsanläggningen och CLAB.

Utrustning för mottagning, hantering och förvaring

Gränserna för hur bränslehissens vridskiva kan röra sig utökas så att hiss-korgen kan sänkas ned i inkapslingsanläggningens förbindelsebassäng.

Hjälpssystem

Kyl- och reningssystem för mottagningsbassänger samt system för högttrycksvatten utsträcks till att även omfatta inkapslingsanläggningen.

Transportsystem

Lastbärare till transportbehållare för kapslar och kokiller tillkommer.

Kontrollutrustning

CLABs kontrollutrustning kompletteras för de funktioner som behövs i inkapslingsanläggningen.

Elektriska kraftsystem

Vissa elkraftsystem kompletteras och förstärks för att klara behovet i inkapslingsanläggningen. Reservkraftanläggningen utökas med ytterligare ett dieselgeneratoraggregat.

Servicesystem

Ventilationssystem, tryckluft, VVS-system samt system för behandling och distribution av vatten utökas för att täcka inkapslingsanläggningens behov.

Övriga utrustningar

Belysnings- och kommunikationssystem liksom brandvattensystem och brandlarm utsträcks till inkapslingsanläggningen.

9.4.3 Inverkan på CLAB under anläggningsskedet

Under anläggningsskedet är det av största vikt att befintliga anläggningar i förvaringsbyggnaden och ovanjordsbyggnaderna inte skadas.

Byggnation, inkoppling, driftsättning och anläggningsändringar styrs av regler som gäller för drift av CLAB. Här avses bl a säkerhetstekniska föreskrifter, STF, samt övriga administrativa regler.

Nedan beskrivs kortfattat hur nya system ansluts och hur vissa befintliga system påverkas under anläggningsskedet. För en utförlig beskrivning av systemen i CLAB hänvisas till CLABs säkerhetsrapport /1/.

233-10 Bränslehiss

För att ansluta bränslehissen behöver gränserna för hur hissens vridskiva kan röra sig ändras så att hisskorgen kan sänkas ned i inkapslingsanläggningens förbindelsebassäng.

313-10 Kyl- och reningssystem för mottagningsbassänger

Vid anslutning av inkapslingsanläggningen till kyl- och reningssystemet för mottagningsbassänger stängs systemet av tillfälligt.

345-10 Golvdränage från kontrollerade utrymmen

Anslutning till golvdränagesystemet kan göras utan påverkan på befintligt system.

500-10 Kontrollutrustning

Vid inkoppling av signalkablar till befintligt kontrollsystem ska de delar som berörs av inkopplingen stängas av. Eftersom systemen är uppdelade i A-sub och B-sub bedöms detta kunna ske under pågående drift i CLAB. De flesta funktionerna kan utföras med antingen A- eller B-sub men ett fåtal funktioner, som inte är säkerhetsrelaterade, måste stängas av under

inkopplingen. I vissa fall kan det komma att behövas dispenser från gällande STF under inkopplingskedet.

600-10 Elektriska kraftsystem

Ställverk och kablar kompletteras och förstärks för att klara vissa elbehov i inkapslingsanläggningen. Elkraftförsörjningen är uppdelad i A- och B-sub som är anslutna till yttre nät via var sin inmatningsväg.

Vid fel på en inmatningsväg kan överkoppling ske så att utrustningen förses med elkraft från den återstående inmatningsvägen. Som reserv står dessutom dieselaggregaten till förfogande.

Fysiskt skydd och safeguards

Under anläggningsskedet behöver fysiskt skydd och safeguards för CLAB anpassas till att omfatta inkapslingsanläggningen. Redovisningarna kommer att behandla både anläggningsskede och driftskede.

9.4.4 Påverkan på driften av CLAB efter inkoppling av inkapslingsanläggningen

Efter inkopplingen planeras en samordning av driften i CLAB och inkapslingsanläggningen. Arbetet med mottagning och lagring av bränsle påverkas mycket lite av detta även om integreringen innebär tämligen stora förändringar i driftorganisationen.

Befintliga system som även utnyttjas i inkapslingsanläggningen, t ex bränslehissen och kyl- och reningssystem för bassänger, styrs och övervakas från det centrala kontrollrummet i CLAB.

Vissa moment i inkapslingsprocessen, t ex torkning av bränsle och förflyttning av strålskärmade lastbärare, utförs till stor del utanför normal arbetstid. Eftersom inkapslingsanläggningen, i normala fall, endast är bemannad dagtid styrs dessa moment i regel från det centrala kontrollrummet i CLAB.

Det centrala kontrollrummet ansvarar även för all övervakning när inkapslingsanläggningen är obemannad. Den ökade arbetsbelastningen i kontrollrummet bedöms inte ha någon större påverkan på driften av CLAB.

10 KAPSEL FÖR ANVÄNT KÄRNBRÄNSLE

10.1 INLEDNING

I detta kapitel sammanfattas de krav och konstruktionsförutsättningar som gäller för kapseln. En översikt ges över referenskapselns utformning. För en mer utförlig beskrivning av kapseln hänvisas till /6/.

10.2 SÄKERHETSKRAV OCH KONSTRUKTIONS-FÖRUTSÄTTNINGAR

10.2.1 Allmänna krav

Använt bränsle från de svenska kärnkraftverken ska kunna kapslas in för deponering i ett djupförvar så att säkerheten hålls på en hög nivå vid:

- inkapsling
- transport
- deponering
- djupförvaring.

Kapselkonstruktionen ska medge serietillverkning av ca 200 kapslar/år enligt specificerade kvalitetskrav.

10.2.2 Bränsletyper

Samtliga bränsletyper som lagras i CLAB ska kunna kapslas in i kapslar som har samma ytterdimensioner. De konstruktionsstyrande faktorerna för dimensioneringen framgår av tabell 10-1.

Tabell 10-1. Viktiga bränsleegenskaper för dimensionering av kapsel

	BWR	PWR
Total längd	4,398 m	4,243 m
Tvärsnittsarea	140x140 mm ²	214x214 mm ²
Antal bränslestavar	63-100	15x15 eller 17x17
Anrikning (% U-235)	max 3,6% (med Gd 4,2%)	max 4,2%
Utbränning (max)	55 MWd/kg U	60 MWd/kg U
Avklingning (min)	30 år	30 år
Resteffekt per element	100-150 W	300-450 W

BWR-bränsle ska kunna kapslas in med bränsleboxar och PWR-bränsle med styrstavar. Kapslarna ska även kunna användas för inkapsling av bränslelement som innehåller skadade bränslestavar.

10.2.3 Säkerhet vid hantering

Kapselns konstruktion ska uppfylla de krav som ställs med hänsyn till normala och onormala driftfall vid hantering i inkapslingsanläggningen och vid deponering i djupförvaret. Krav ställs också på att eventuella hanteringsmissöden inte ger upphov till oacceptabla stråldoser till personalen eller utsläpp till omgivningen.

Under transporten från inkapslingsanläggningen till djupförvaret är kapseln placerad i en transportbehållare som utgör skydd mot omgivningspåverkan.

De övergripande kraven, med avseende på hantering, är att kapseln på ett säkert sätt ska kunna:

- hanteras, förslutas och kontrolleras i inkapslingsanläggningen
- transporteras till djupförvaret
- hanteras och deponeras i djupförvaret
- återtas från djupförvaret, vid behov.

Arbetet med att utforma kapseln har inriktats på studier och utveckling av teknik som inte bidrar till uppvärmning av bränslet vid inkapslingen. En sådan teknik underlättar inkapslingsprocessen och minskar de radiologiska riskerna för personalen.

10.2.4 Långsiktig säkerhet i djupförvaret

I djupförvaret förhindras läckage av radioaktiva ämnen av ett flerbarriär-system. Barriärerna består av själva bränslet, en korrosionsbeständig kapsel, bentonitbuffert och den överliggande bergmassan. Så länge kapseln är intakt förhindrar den all spridning av radioaktivitet till omgivningen. Om det skulle bli ett genombrott på kapseln fördröjer och dämpar de övriga barriärerna spridningen av radionuklider till acceptabla nivåer.

För att uppnå isolering ska kapseln dels vara tät när den deponeras, dels förbli tät under lång tid. Detta ställer i sin tur krav på:

- initial täthet
- korrosionsbeständighet
- mekanisk hållfasthet.

Flerbarriärsystemet bygger på att säkerheten inte får bero av en ensam barriär. Detta innebär att kapseln inte får ha någon skadlig inverkan på övriga barriärer i djupförvaret vilket ställer krav på:

- val av material som inte negativt påverkar buffert och berg
- begränsning av värme och stråldos i närområdet
- utformning som säkerställer att det aldrig kan uppstå kriticitet, även om vatten tränger in i kapseln
- begränsning av kapselns bottentryck mot bentoniten.

Begränsningen av värme och stråldos i närområdet innebär att ytemperaturen inte får överstiga 100°C samt att ytdosraten får vara högst 1 Gy/h.

10.3 REFERENSKAPSEL

För att uppfylla kravet på långsiktig säkerhet i djupförvaret består kapseln av ett yttre korrosionsskydd av koppar och en inre tryckbärande insats av gjutjärn, se figur 10-1. Vid dimensioneringen har utgångspunkten varit att kapseln ska rymma 12 BWR-element eller 4 PWR-element. Referens-kapselns utformning och dimensioner framgår av figur 10-2.

Kapselns yttre kopparhölje har en vägg tjocklek på 50 mm. Kopparkapseln tillverkas antingen i form av två rörhalvor, som formas av valsad plåt och svetsas ihop med elektronstrålesvetsning, eller av heldragna sömlösa rör.

Elektronstrålesvetsning används även för att svetsa på lock och botten på kapseln. Både lock och botten har utformats så att svetsen kan provas med röntgen och ultraljud. På insidan av urtaget i locket finns en fläns som används för lyft i inkapslingsanläggningen, i samband med transporter och vid deponering i djupförvaret. För att möjliggöra identifiering är flänsen försedd med en märkning som är unik för varje kapsel.

Den inre behållaren, som är gjuten i segjärn, har en minsta godstäckning på 50 mm. Avståndet mellan bränslekanalerna är minst 50 mm. Bränslekanalerna byggs, av varmdragna kvadratiske rör, ihop till en kassett som sedan kringgjuts. Insatsen gjuts i ett stycke med botten. Locket försluts med centrumbult och innehåller en ventil som gör det möjligt att ansluta utrustning för att pumpa vakuum inuti insatsen och fylla med argon. Locket, centrumbulten och ventilen har O-ringstätningar som kan täthetsprovas då det är viktigt att insatsen är tät när kopparlocket svetsas på kapseln.

Alla moment i kapseltillverkningen har provats med goda resultat /7/.

REFERENSER

- 1 SKB**
CLAB Säkerhetsrapport, Allmän del
Svensk Kärnbränslehantering AB, 1995
- 2 Gillin K**
Systembeskrivningar för inkapslingsanläggningen,
Lägesrapport 1998
Inkapsling PR 98-03, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998
- 3 SKB**
CLAB Etapp 2 Preliminär Säkerhetsrapport, Allmän del
CLAB Etapp 2 PR 97-03a, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1997
- 4 Ekendahl A-M, Pettersson S**
Säkerheten vid transport av inkapslat bränsle
R-98-14, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998
- 5 Stille H, Fredriksson A**
Bergmekanisk utredning av stabilitetsförhållanden och inverkan
på befintligt berggrum
Inkapsling PR 96-06, 1996
- 6 Werme L**
Konstruktionsförutsättningar för kapsel för använt kärnbränsle
R-98-08, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998
- 7 Andersson C-G**
Provtillverkning av kopparkapslar med gjutna insatser,
Lägesrapport augusti 1998
R-98-09, Svensk Kärnbränslehantering AB, 1998

FIGURER

Kapitel 2

- 2-1 Simpevarpshalvön, allmän orientering
- 2-2 Simpevarp, geografisk översikt

Kapitel 5

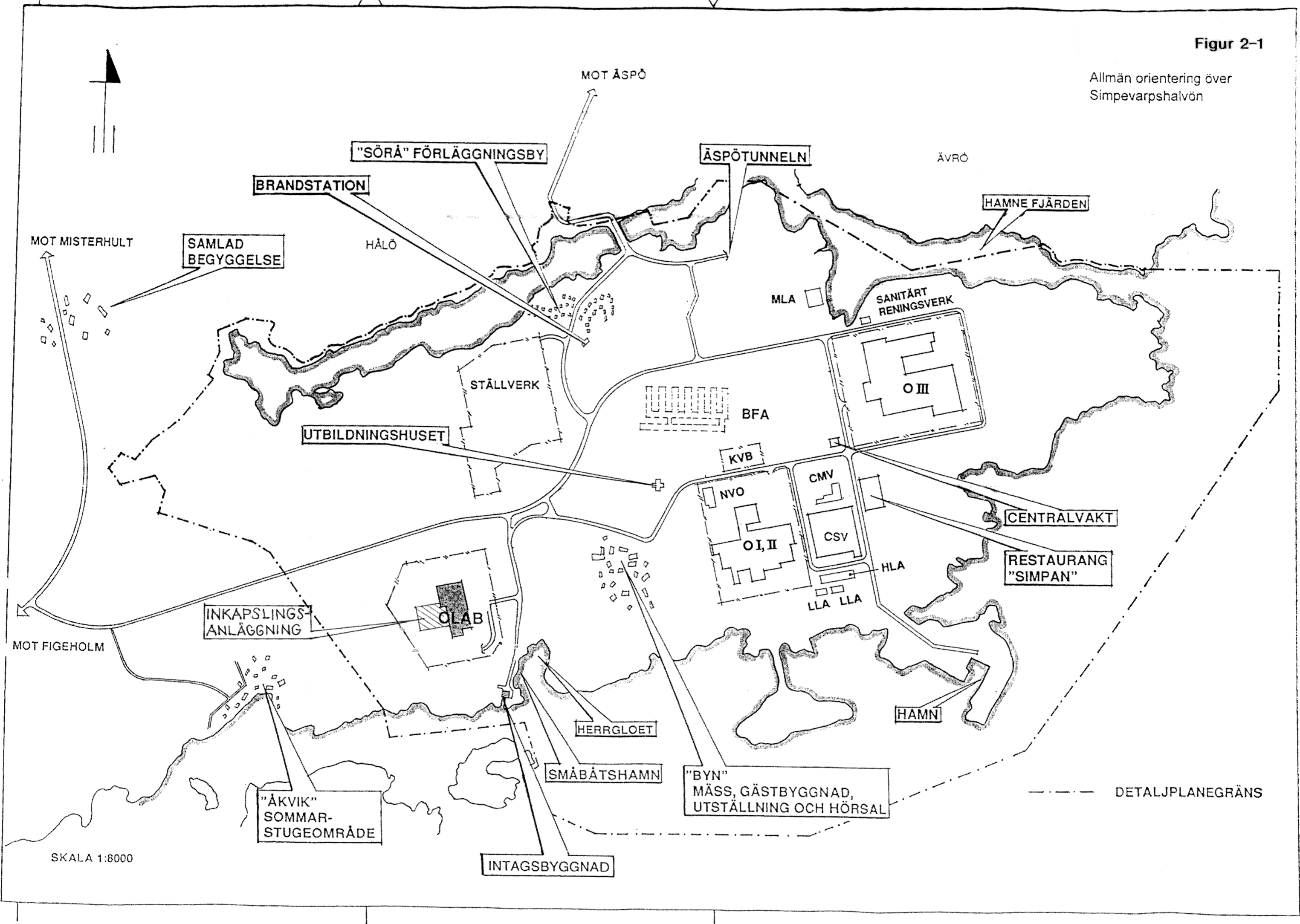
- 5-1 Perspektivskiss över inkapslingsanläggningen och CLAB
- 5-2 Situationsplan över huvudbyggnaderna
- 5-3 Systemförteckning
- 5-4 Översikt över inkapslingsprocessen
- 5-5 Strålskärmad lastbärare för kapslar
- 5-6 Kapselhanteringsmaskinen
- 5-7 Bassängerna i inkapslingsbyggnaden
- 5-8 Transportrampen
- 5-9 Hanteringscellen
- 5-10 Stationen för atmosfärsbyte
- 5-11 Svetsstationen
- 5-12 Stationen för oförstörande provning och maskinbearbetning
- 5-13 Mättnings- och dekontamineringsstationen
- 5-14 Byggnadslayout plan 108,5
- 5-15 Byggnadslayout plan 117,0
- 5-16 Byggnadslayout plan 120,5
- 5-17 Byggnadslayout, sektion
- 5-18 Transportbehållare för kapslar

Kapitel 10

- 10-1 Kopparkapsel för använt bränsle
- 10-2 Referenskapsel för BWR-bränsle

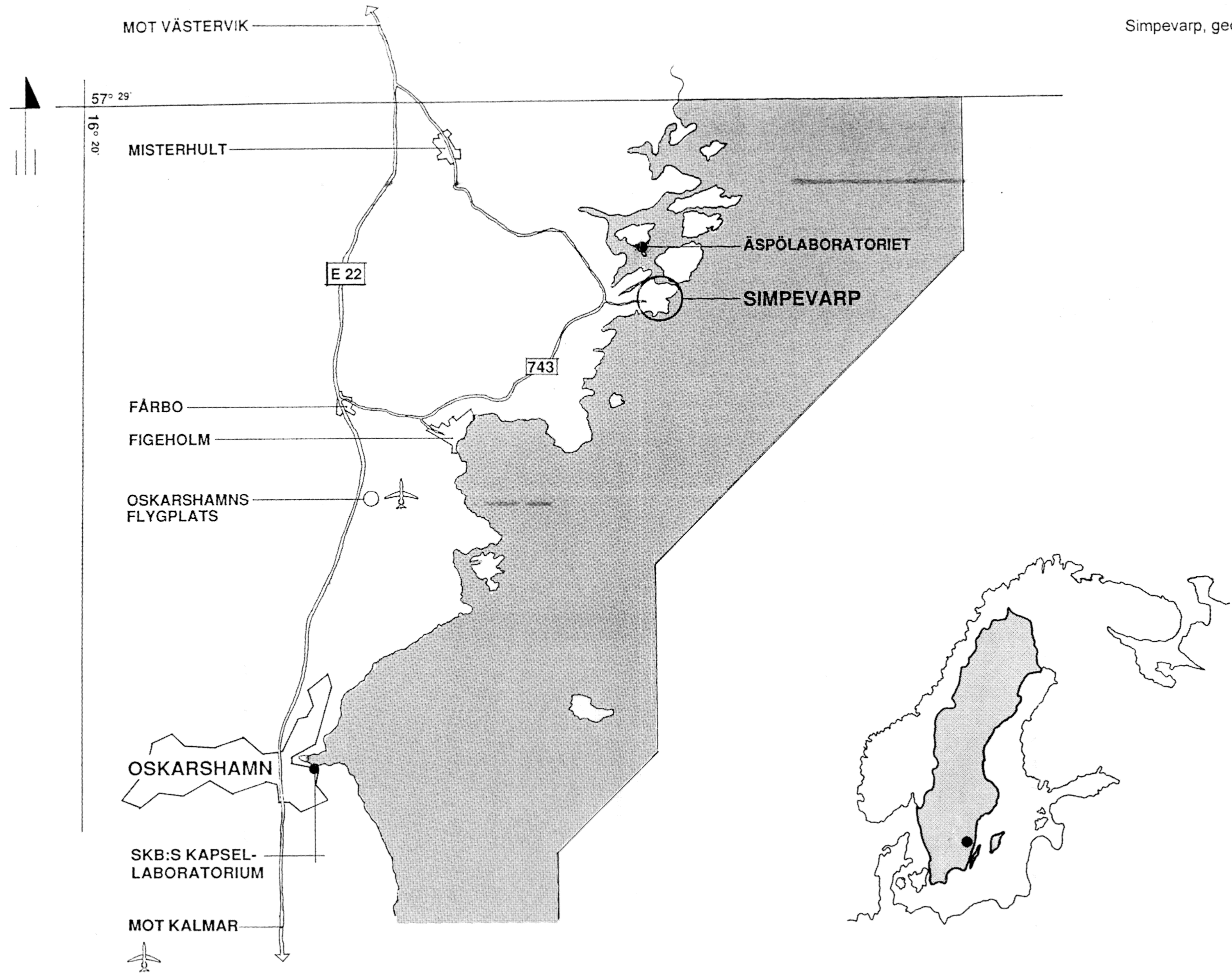
Figur 2-1

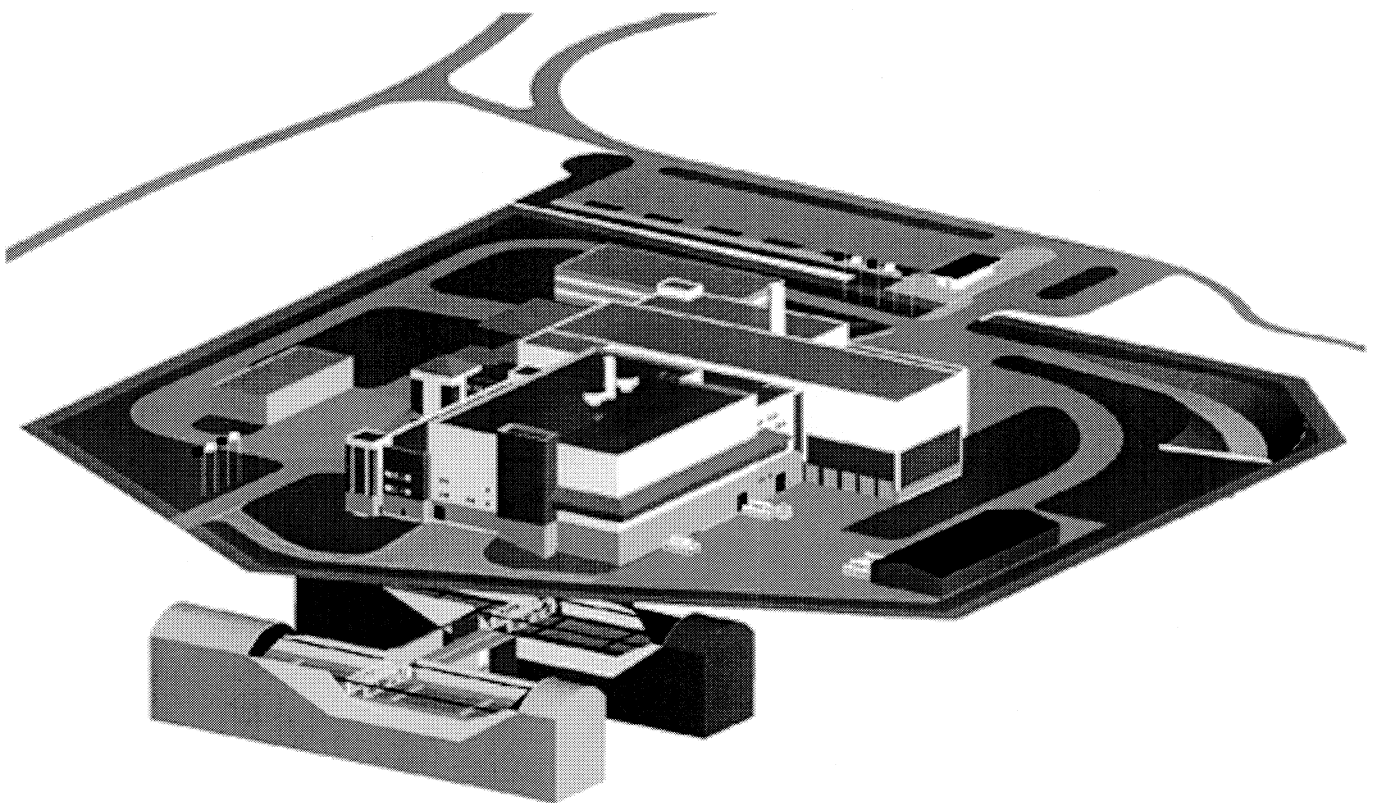
Allmän orientering över
Simpevarpshalvön



Figur 2-2

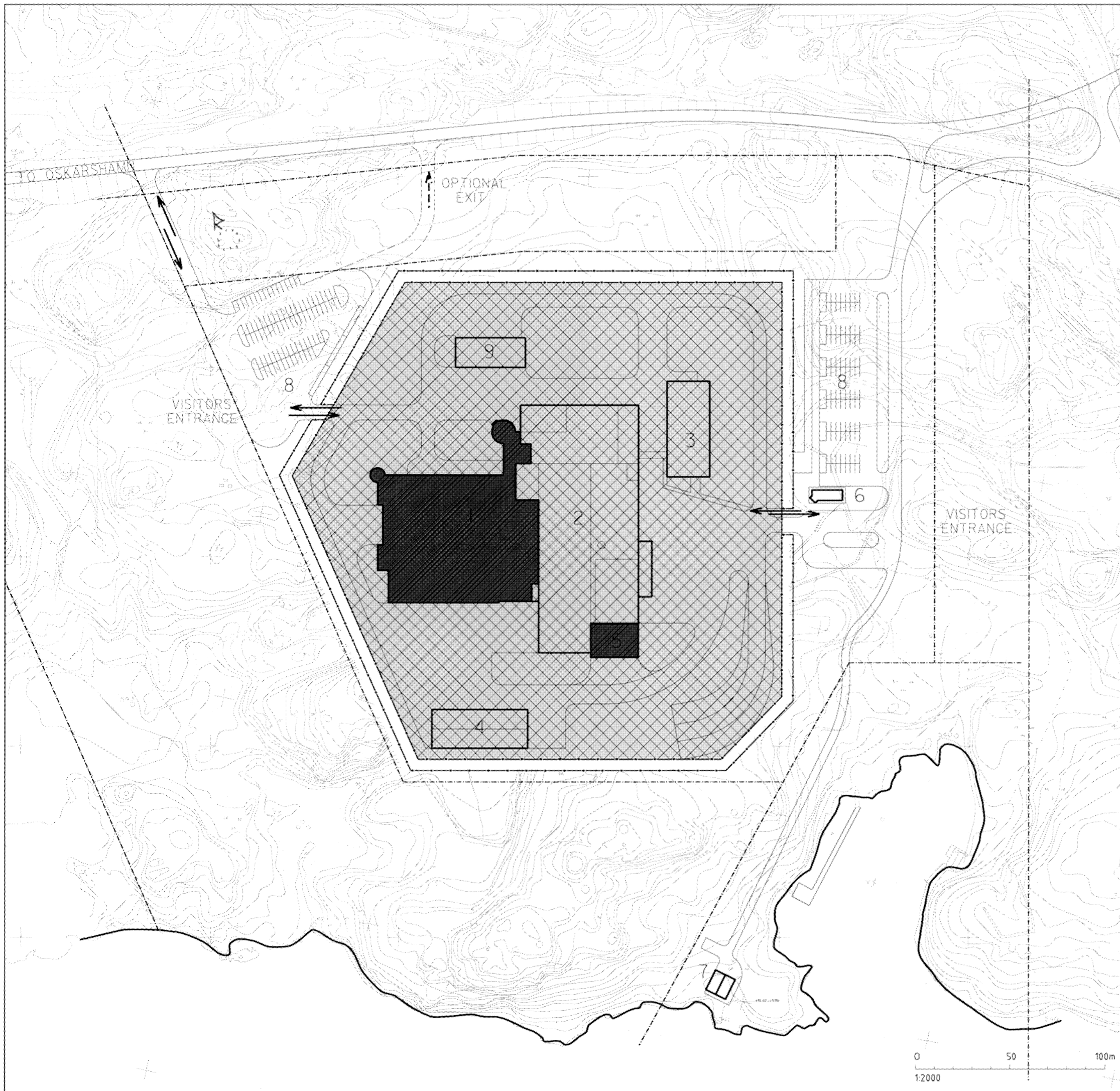
Simpevarp, geografisk översikt





Inkapslingsanläggningen och CLAB

Figur 5-2



- 1 Inkapslingsbyggnad
- 2 Mottagningsbyggnad
- 3 Personalbyggnad
- 4 Förråd
- 5 Förråd för transportbehållare
- 6 Vaktbyggnad
- 7 Intagsbyggnad
- 8 Parkering
- 9 Garage, förråd, verkstad

Ny byggnad

ADVANCE COPY 96 09 03

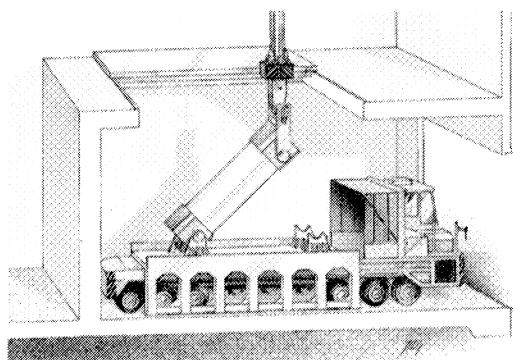
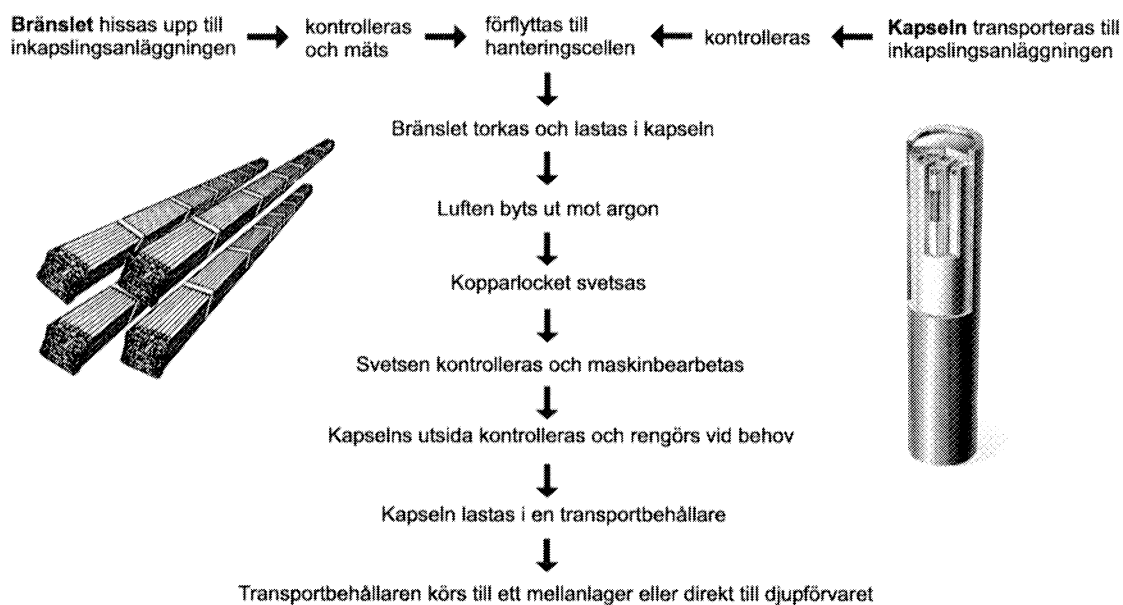
STATUS LAYOUT D		REV	IND	NOT	LAYOUT D	OS	SP	96 06
SKB		DRAWN		CHECKED	APPR	DATE		
Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co		ENCAPSULATION PLANT						
SKB Box 3864, S-702 40 Stockholm, Sweden		FENCING, STAGE 3						
Telephone +46 8 660 28 00 Fax +46 8 661 51 19		OPERATION						
DRAWN: OS 05		CHECKED:		ALT. NEW GARAGE AND STORE				
DATE: 96 06 30		SCALE: 1:2000		LAYOUT				
SIZE: A3 \$02113A DGN		DRAWING NO: 113-02-113		REV: A				

Systemförteckning för inkapslingsanläggningen och CLAB, 1998-10-28

1	FÖRLÄGGNINGSSOMRÅDE OCH BYGGNADER	26	Transportbehållare etc	5	KONTROLLUTRUSTNING	73	System för behandling och distribution av vatten
11	Yttre anläggningar	261	Bränsletransportbehållare	51	Gemensamma kontrollsystem	733-10	Distributionssystem för nytt avsaltat vatten
113-10	Vägar, planer, inhägnader	262	Transportbehållare för hårdkomponenter	511-10	Kontrolltavlor, pulpeter och kontrollbord	735-10	Distributionssystem för renat avsaltat vatten
115-10	Kulvertar och ledningsgravar i mark (C)	263	Insatser till transportbehållare	513-10	Apparatskåp och -lådor, kopplingskåp	736-10	Reservspädmatningssystem
117-10	Yttre åskskydd och jordlinenät	264	Bränsledokumentation	515-10	Kontrollkablar	74	Ventilationssystem
12	Huvudbyggnader i marknivå	265	Skyddsmantlar	517-10	Signalsystem	742-10	Ventilationssystem för kontrollerade utrymmen
121	Mottagningsbyggnad (M)	266-10	Verktyg för transportbehållare	52	Datorsystem	*745	Ventilationssystem för förvaringsbyggnad 2
122	Hjälpsystembyggnad (H)	267	Utrustning för hantering av filter och fast avfall	521-10	Processdatorsystem	746-10	Ventilationssystem för icke kontrollerade utrymmen
123	Elbyggnad (E)	268	Hanteringsklockor	*522	Processdatorsystem i inkapslingsbyggnad	747-10	Ventilationssystem i övriga byggnader
*124	Inkapslingsbyggnad (A)	*269	Transportbehållare för kapslar och kokiller	529	Administrativ databehandling	75	Tryckgassystem
13	Byggnader i berg	27	Bränslekassetter etc	54	Process- och hanteringskontroll	753-10	Tryckluftssystem
131-10	Förvaringsbyggnad (F)	271	Bränslekassetter	541-10	Processmätutrustning	*756	Gassystem för kopparkapslar
135	Transporttunnlar (T)	273	Kassetter för hårdkomponenter	542-10	Processreglerutrustning	758-10	Övriga gassystem
14	Övriga byggnader	275	Skyddsboxar för skadat bränsle	543-10	Objektmanövrering	76	VVS-system
141	Personal- och entrébyggnad (P)	276	Utrustning för hantering av bränslekassetter	55	Aktivitetsövervakning	761-10	Bruksvattensystem
142-10	Garage- och förrådsbyggnad (G), Servicebyggnad (S)	*277	Transportkassetter	553-10	Aktivitetsmätning i ventilationsskorsten	762-10	Varmvattensystem
144	Portvaktsstuga (V)	*278	Kopparkapslar	554-10	Aktivitetsmätning för processsystem	*763	Värmesystem
145	Intagsbyggnad (R)	*279	Kokiller för hårdkomponenter	555-10	Aktivitetsmätning för vissa rum	765-10	Golvdränagesystem för icke kontrollerat område
*146	Terminalbyggnad för transportbehållare (B)	28	Lyft- och transportutrustningar	556-10	Bärbar aktivitetsmätutrustning	766-10	Sanitärt avloppsvatten
*148	Strålskärmsdörrar	281	Huvudtraverser i mottagningsdel	558-10	Portalmonitörer	768-10	Grundvattendränagesystem
15	Bassänger	282-10	Övriga traverser	56	Aktivitetsövervakning	769-10	Regnvattendränagesystem
151-10	Förvaringsbassänger och kanaler	283-10	Övriga lyftdon	561	System för direktvisande dosimetrar	8	ÖVRIGA UTRUSTNINGAR
*152	Bassänger i inkapslingsbyggnad	*284	Huvudtraverser i inkapslingsbyggnad	58	Övrig mätning och övervakning	81	Utrustning i verkstäder
154	Bassänger i mottagningsdelen	285	Vagnar	584	Jordbävningssinstrument	811-10	Utrustning i verkstad för transportbehållare
18	Genomföringar	286-10	Hissar	588	Meteorologisk mätutrustning	812	Utrustning i garage
187-10	Rör genomföringar	*287	Lastbärare med strålskydd	6	ELEKTRISKA KRAFTSYSTEM	813	Utrustning i tvätthall för transportutrustning
188-10	Ventilationsgenomföringar	*288	Luftkuddetruckar för lastbärare	62	Högspänningsanslutning	814-10	Utrustning i mekanisk verkstad
2	UTRUSTNING FÖR MOTTAGNING, HANTERING OCH FÖRVARING	*289	Mottagningsutrustning för kapslar	64	Ordinarie nät	815-10	Utrustning i el- och instrumentverkstad
21	Utrustning för torra utrymmen i mottagningsdel och inkapslingsbyggnad	29	Övriga transport- och hanteringssystem	641-10	Ordinarie nät 6,3 kV	82	Övriga inventarier
211-10	Utrustning i transportsluss	291	Transport- och hanteringsutrustning för MOX-bränsle	642-10	6,3 kV-nät för yttre kraftförsörjning	821	Utrustning i analysrum
212	Utrustning i uppställningsplats för transportbehållare	292	Transport- och hanteringsutrustning för bränsle och bränslerester från Studsvik	*643	Ordinarie nät 690 V	823-10	Inredning i personalbyggnad
215	Utrustning i nedkylningssceller	*293	Utrustning i uttransporthall	644-10	Ordinarie nät 380/220 V	825	Specialverktyg och dylikt
216	Utrustning i dekontamineringscell	*294	Kapselhanteringsmaskin	645-10	380/220 V-nät för yttre kraftförsörjning	83	Belysning och kraftuttag
217	Utrustning i förvaringsplatser för verktyg m m	3	HJÄLPSYSTEM	*646	Ordinarie nät 400/230 V	831-10	Inomhusbelysning
22	Utrustning för bassänger i mottagningsdel och inkapslingsbyggnad	31	System för mottagning	65	Reservkraftanläggning	832-10	Utomhusbelysning
221	Utrustning i behållarbassänger	311	Nedkylningssystem för transportbehållare	651-10	Diesलगeneratoraggregat	837-10	Kraftuttag
222	Utrustning i urlastningsbassänger	312-10	System för högtrycksvatten	656-10	Dieselbränslesystem	84	Kommunikations- och alarmsystem
223-10	Utrustning i förbindelsebassäng	313-10	Kyl- och reningssystem för mottagningsbassänger	66	Processnät	840	Fiberoptisk överföring
224	Utrustning i kassettbassäng	*315	Mottagningsystem för kokillfyllningsmaterial	662-10	Processnät 660 V	841-10	Lokaltelefon och snabbtelefon
225	Utrustning i servicebassäng	32	Kyl- och reningssystem för förvaringsbassänger	663-10	Processnät 380/220 V	842-10	Rikstelefon
*226	Utrustning i bassänger i inkapslingsbyggnad	33	Provtagningsystem	67	Batterisäkrade nät	843-10	Larmanläggning
227	Utrustning i komponentbassäng	336-10	System för provtagning och analys	672-10	Likspänningsnät 110 V	844-10	Personsökare
23	Bränslehanteringsmaskiner	34	Övriga hjälpsystem	673-10	Likspänningsnät +24 V	845-10	Högtalarsystem
231	Bränslehanteringsmaskiner i mottagningsdel	343	Betonginjutningsanläggning	*677	Batterisäkrat AC-nät 400/230 V	846-10	Ur-anläggning
*232	Bränslehanteringsmaskin i inkapslingsbyggnad	344	System för dekontamineringslösningar	68	Elsystemens kontrollsystem	848-10	Radioutrustning
233-10	Bränslehiss	345-10	Golvdränage från kontrollerade utrymmen	681-10	Manöversystem för elektriska kraftsystem	849-10	TV-system
234-10	Bränslehanteringsmaskiner i förvaringsdel	*346	Betongberedning för kokiller för hårdkomponenter	685-10	Reläskydd	86	Brandskyddssystem
*235	Transportramp	35	Hjälpsystem för kopparkapsel	686-10	Mätning	861-10	Brandvattensystem
24	Övrig bassängutrustning	*351	Torksystem för bränsle	69	Kabelsystem	862-10	Brandvattensprinklingsystem
*241	Bassängrengöringsutrustning	*353	Utrustning i mätnings- och dekontamineringsstation	691-10	Kraftkablar	869-10	Brandlarm
245-10	Utrustning i förvaringsbassänger	37	System för behandling av vätskeformigt avfall	692-10	Kabelgenomföringar	9	ÖVRIGA UTRUSTNINGAR
247-10	Läckagekontrollsystem för bassänger	371-10	System för rening av processvatten	693-10	Kabelvägar	99	Bevakningssystem
25	Utrustning för service och kontroll	372-10	System för rening av golvdränagevatten	694-10	Inre jordlinenät	991-10	System för områdesskydd
*252	Kompakteringsutrustning för hårdkomponenter	373	System för hantering av använda filtermassor	7	SERVICESYSTEM	992-10	System för inpasseringskontroll
253-10	Serviceutrustning för bränsle	375	System för utsläpp av vatten	71	Havsvattenkylsystem	993-10	Dörrlås
254	Läcksökningsutrustning	39	Mobilt kylsystem	711-10	Rensverk	994-10	System för skalövervakning
*255	Utrustning i hanteringscell	391	Mobilt kylsystem	713-10	Kylvattensystem	995-10	Porttelefonsystem
*256	Utrustning i station för atmosfärsbyte	4	TRANSPORTSYSTEM	72	Sekundärkylsystem		
*257	Utrustning i svetsstation	41	Fartyg	723-10	Mellankylsystem		
*258	Utrustning i station för OFP och maskinbearbetning	42	Transportfordon	726-10	Köldbärarsystem		
*259	Utrustning i kokillstationer	421	Terminalfordon				
		422-10	Lastbärare				

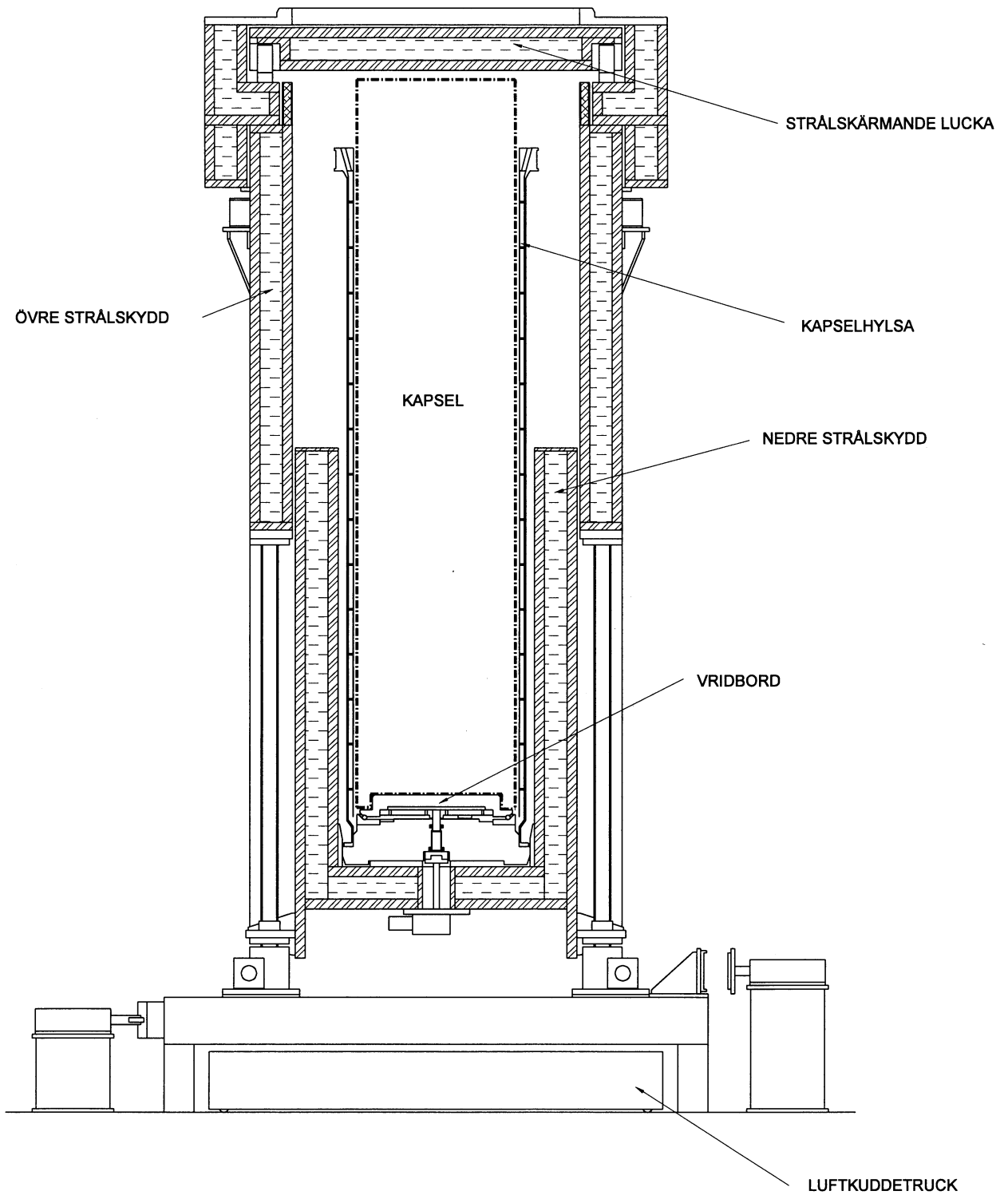
* anger tillkommande system.

-10 anger existerande system i CLAB som även ingår i inkapslingsanläggningen och CLAB Etapp 2.

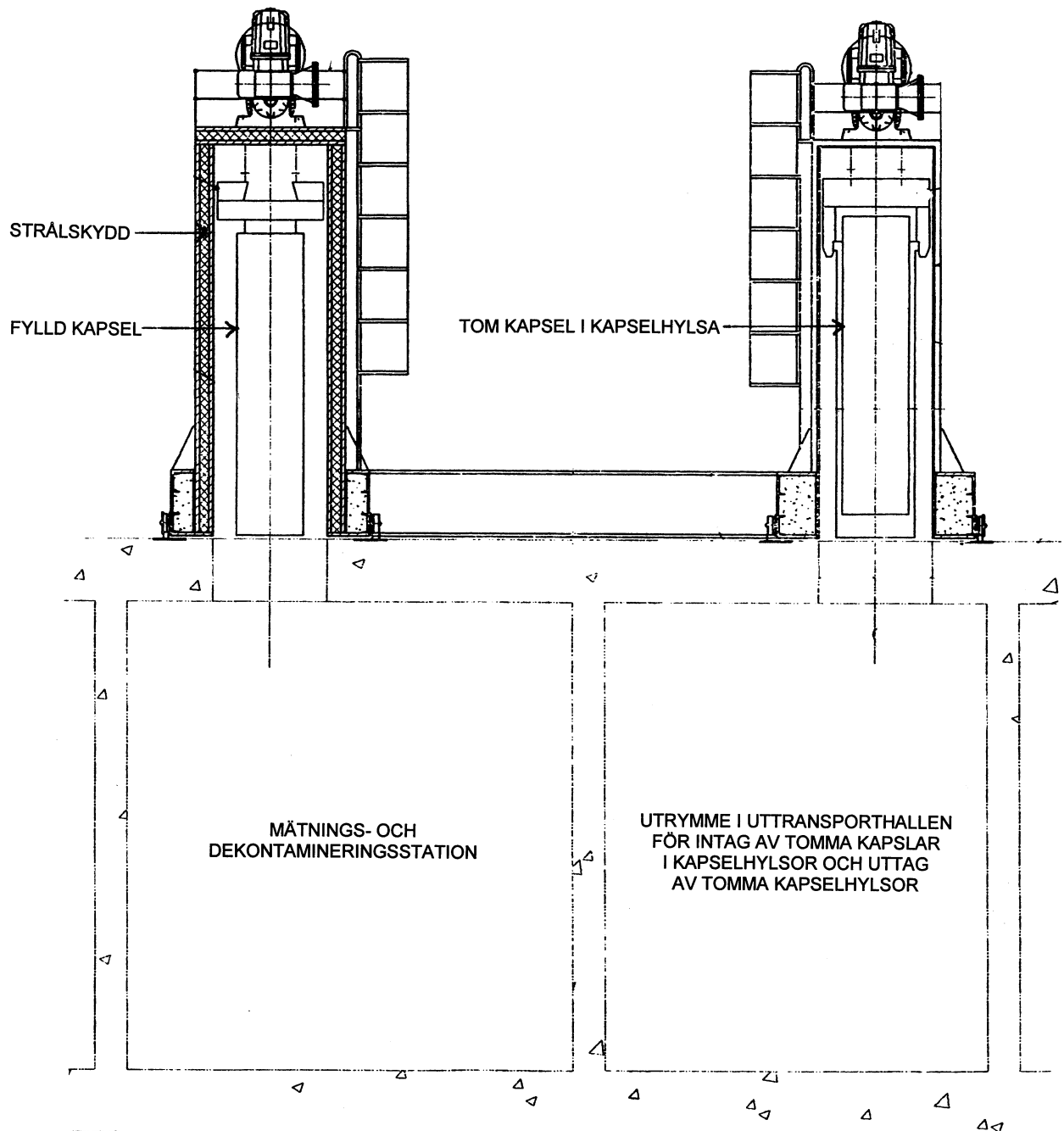


Inkapslingsprocessen för använt kärnbränsle

Figur 5-5

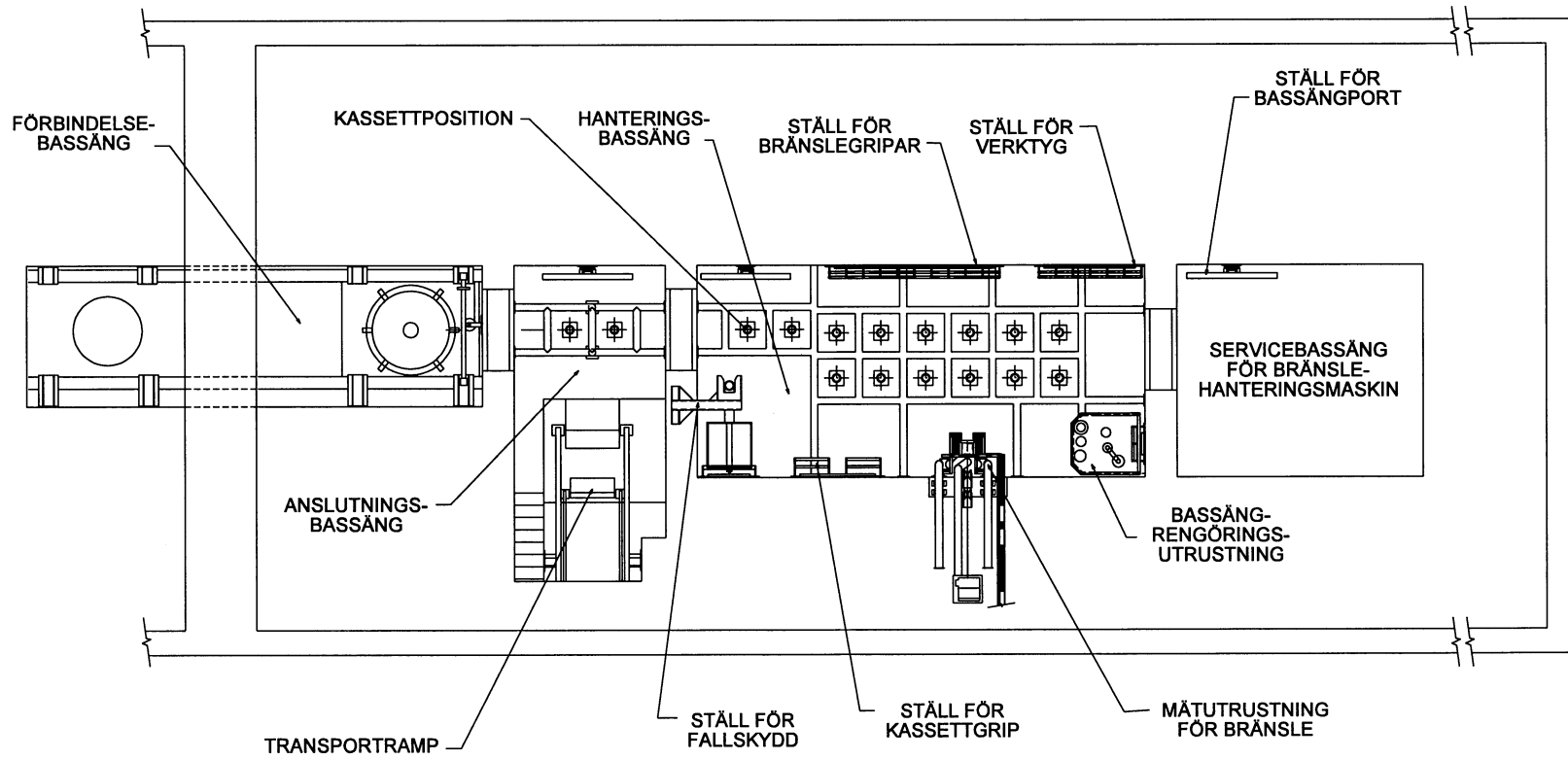


Strålskärmad lastbärare för kapslar

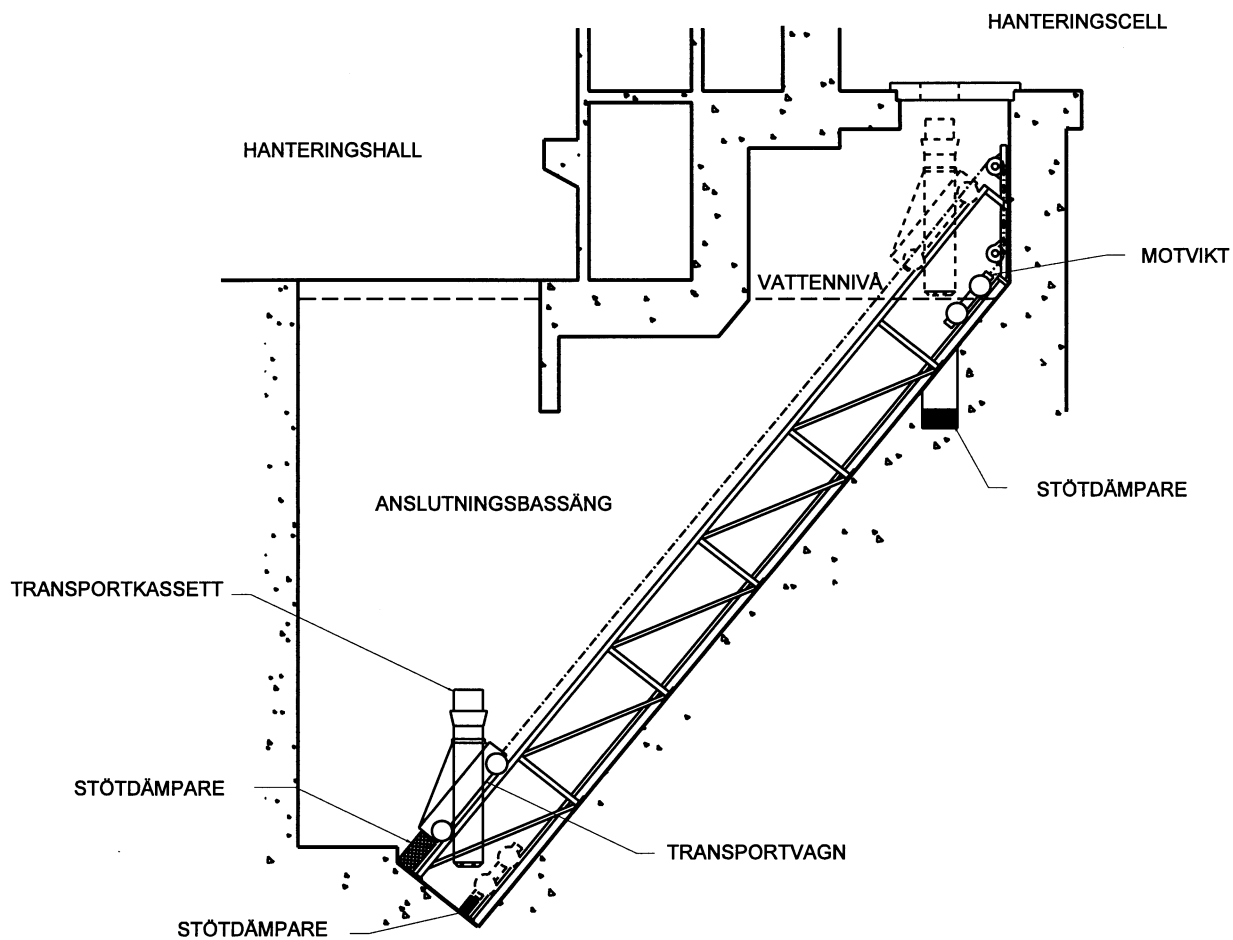


Kapselhanteringsmaskinen

Utrustning i bassängerna

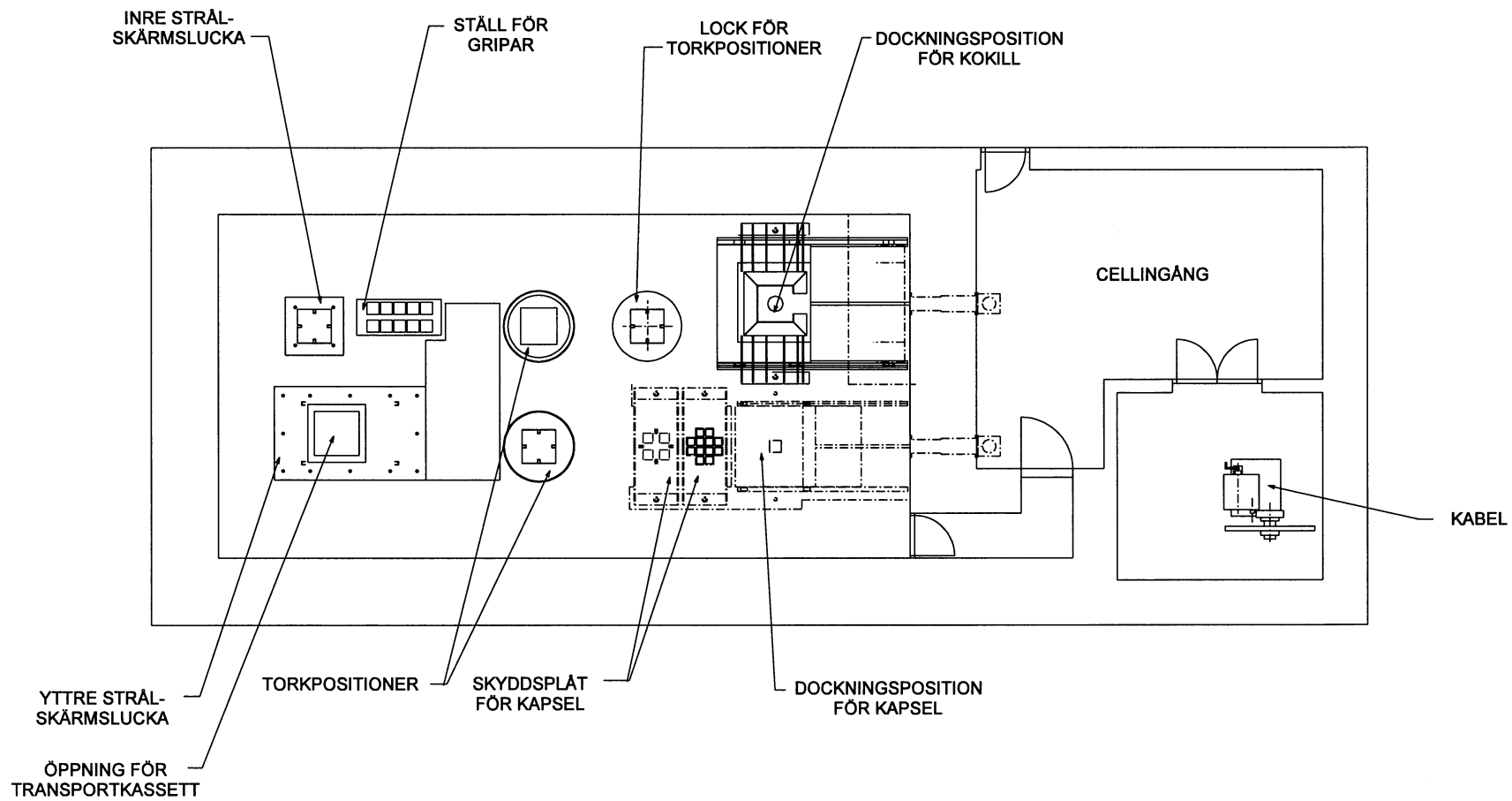


Figur 5-7



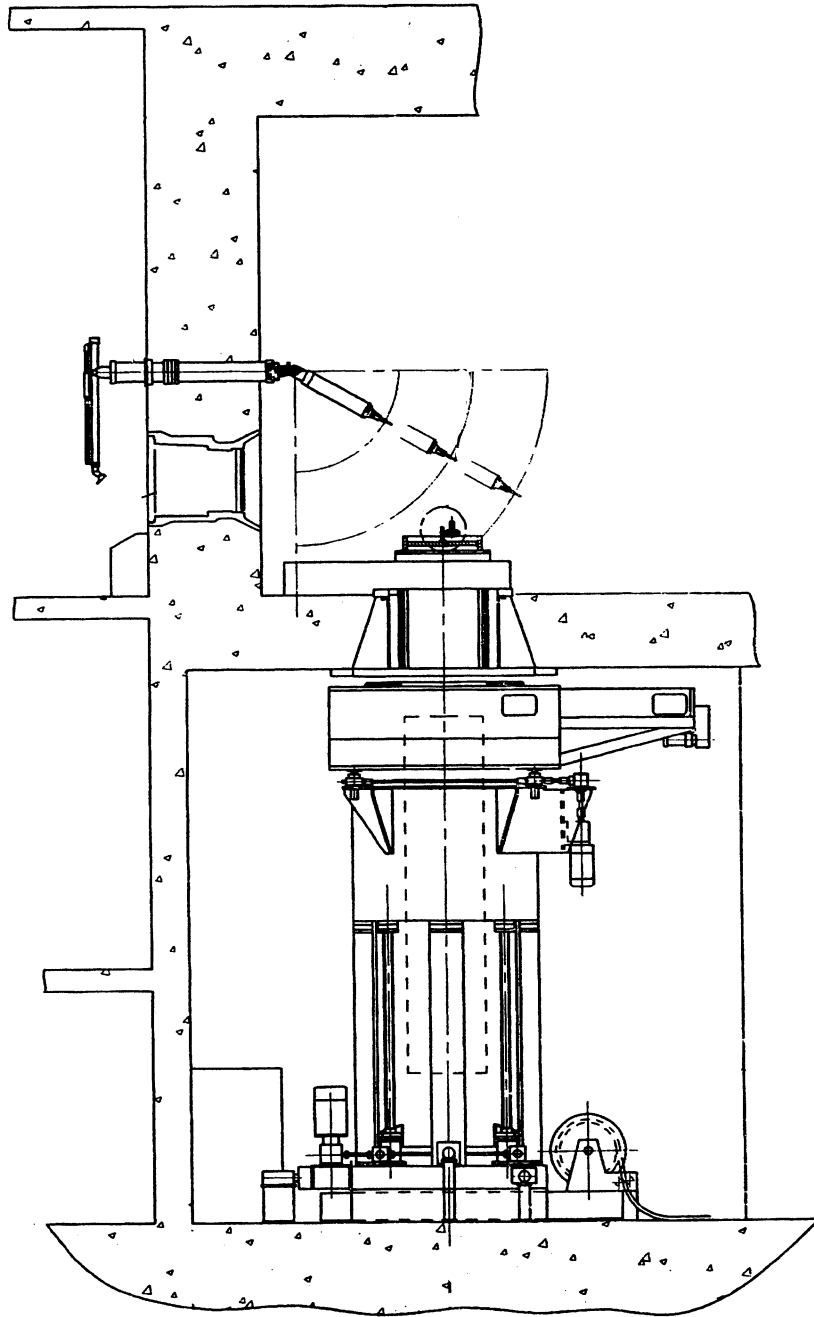
Transportrampen från bassängerna till hanteringscellen

Utrustning i hanteringscellen



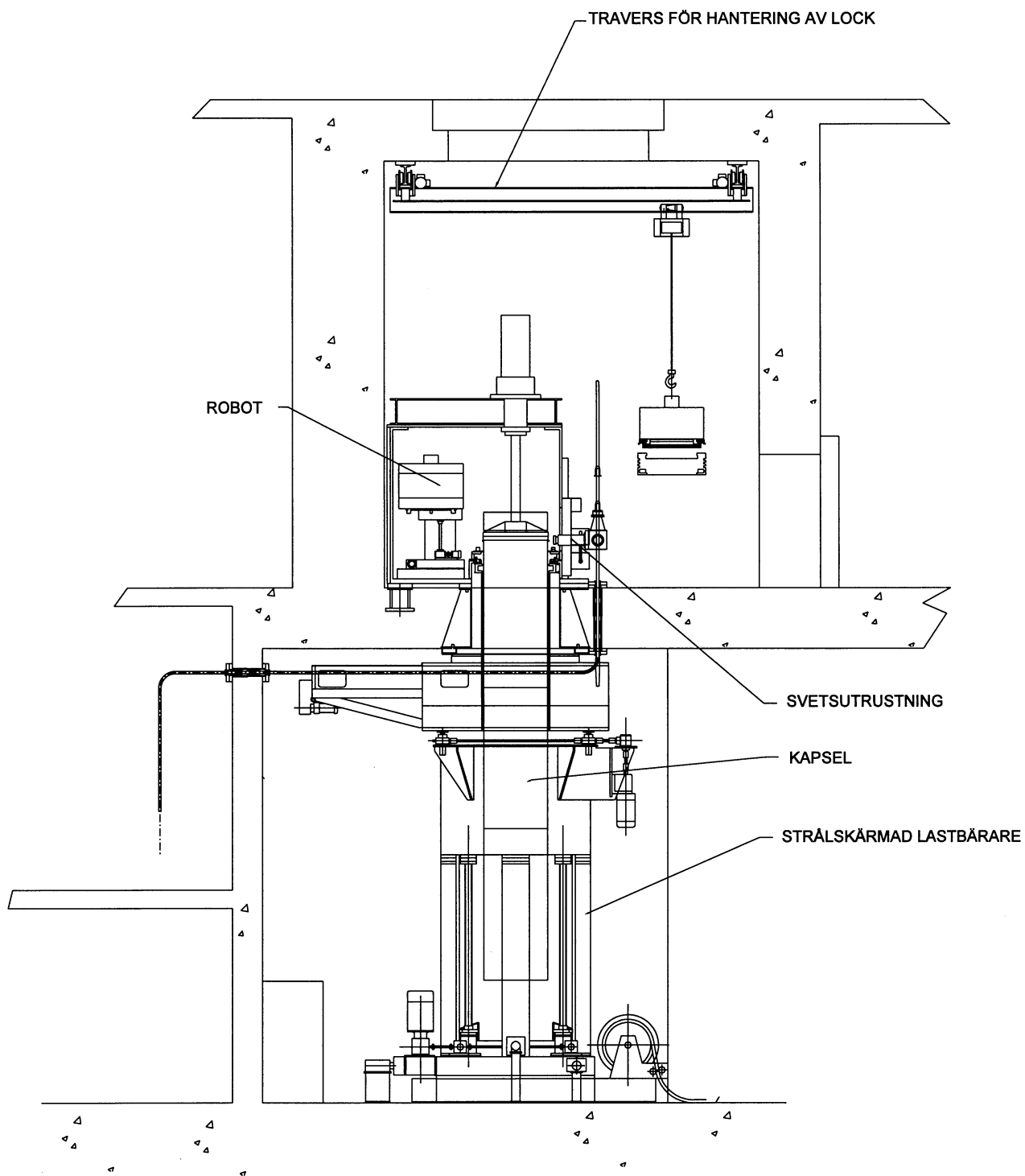
Figur 5-9

Figur 5-10



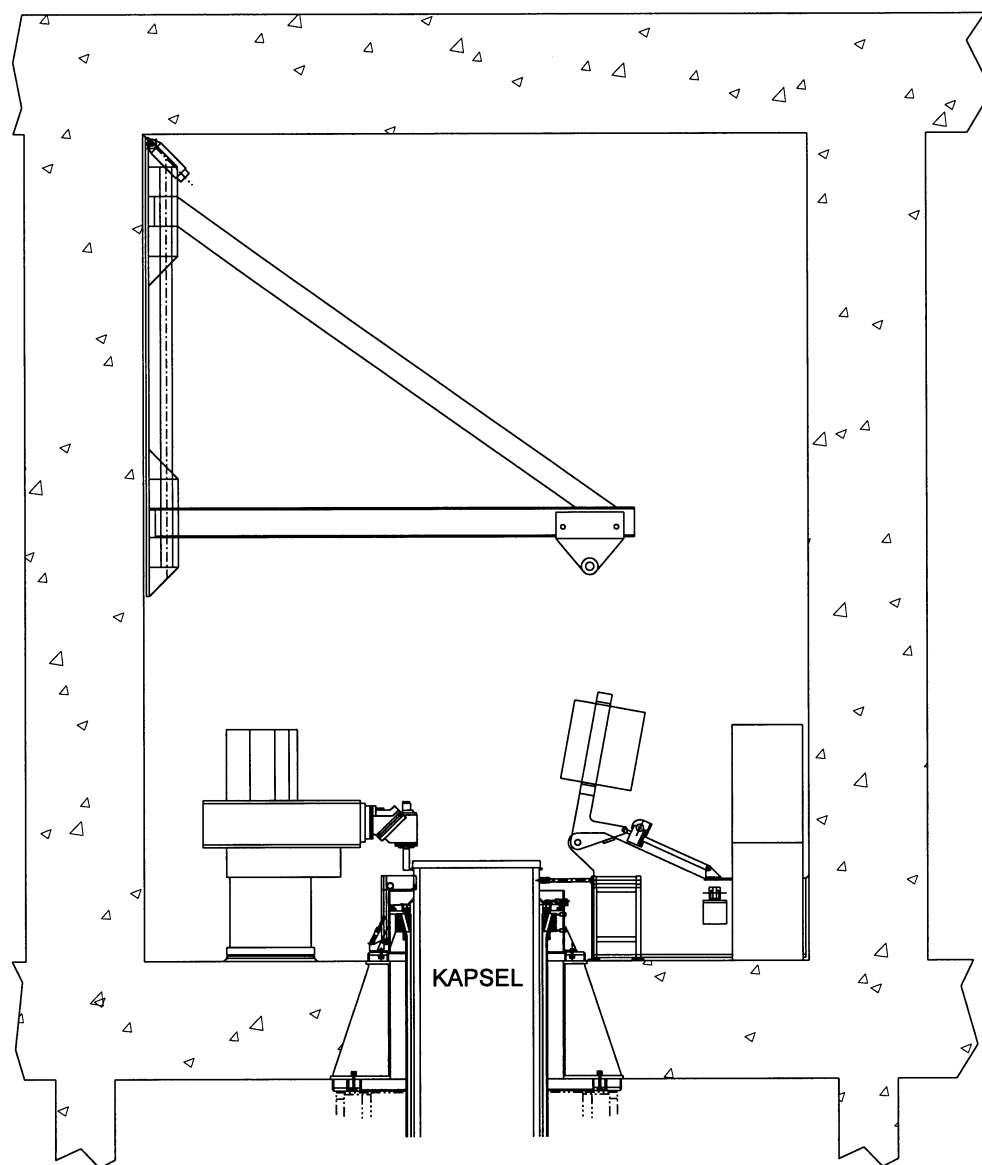
Stationen för atmosfärsbyte

Figur 5-11



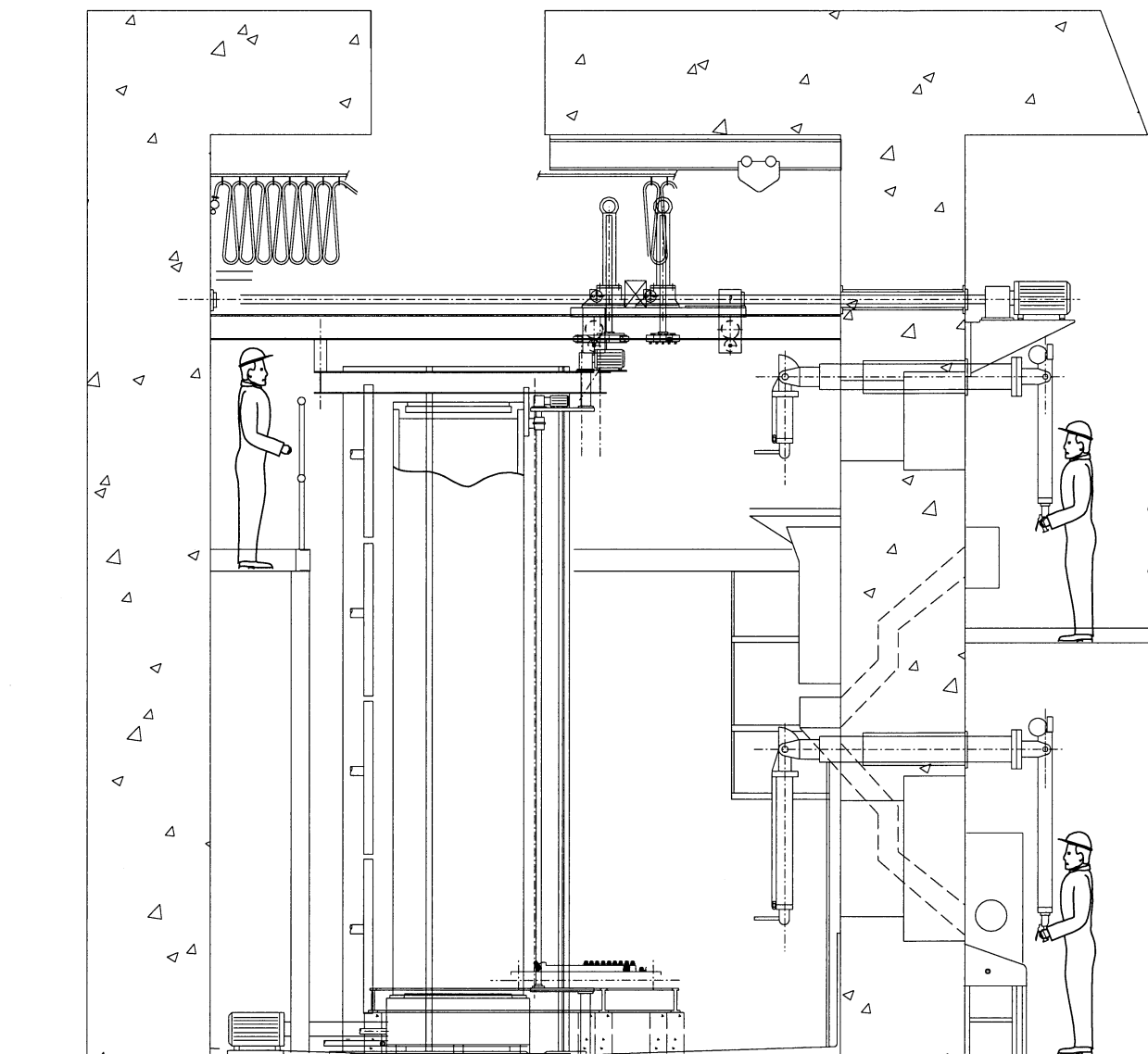
Svetsstationen

Figur 5-12



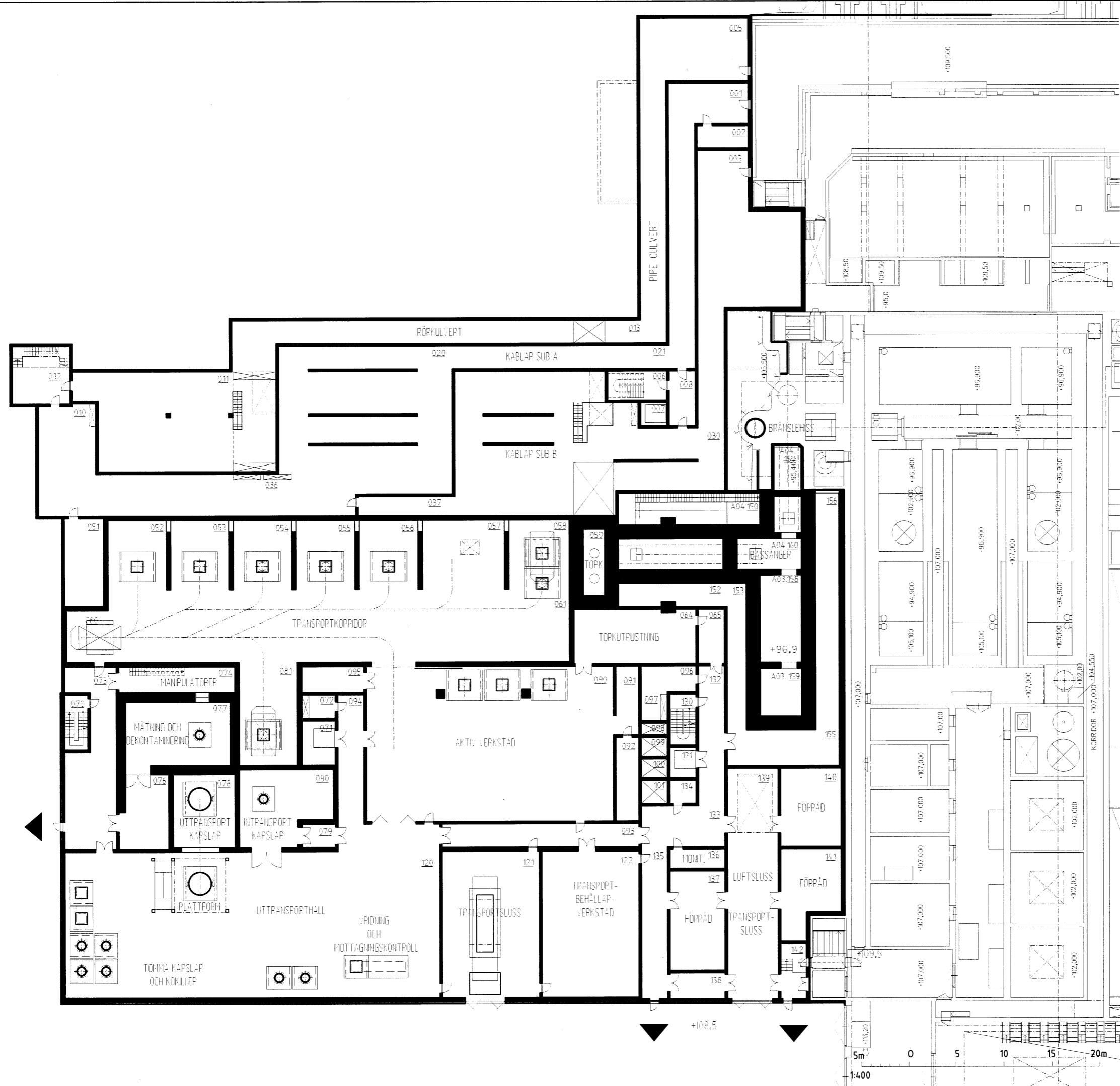
Stationen för oförstörande provning och maskinbearbetning


Figur 5-13



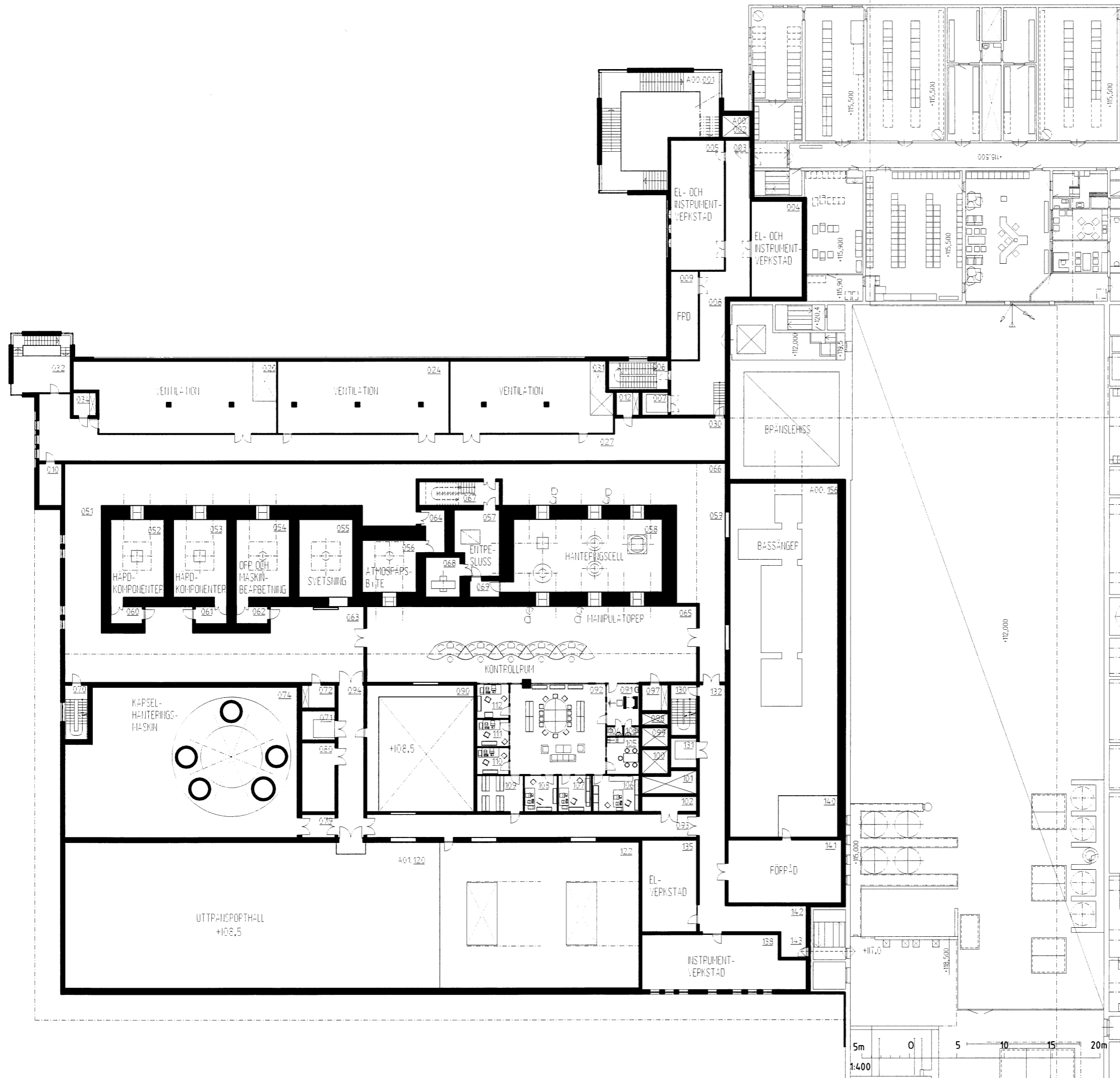
Mättnings- och dekontamineringsstationen

Figur 5-14



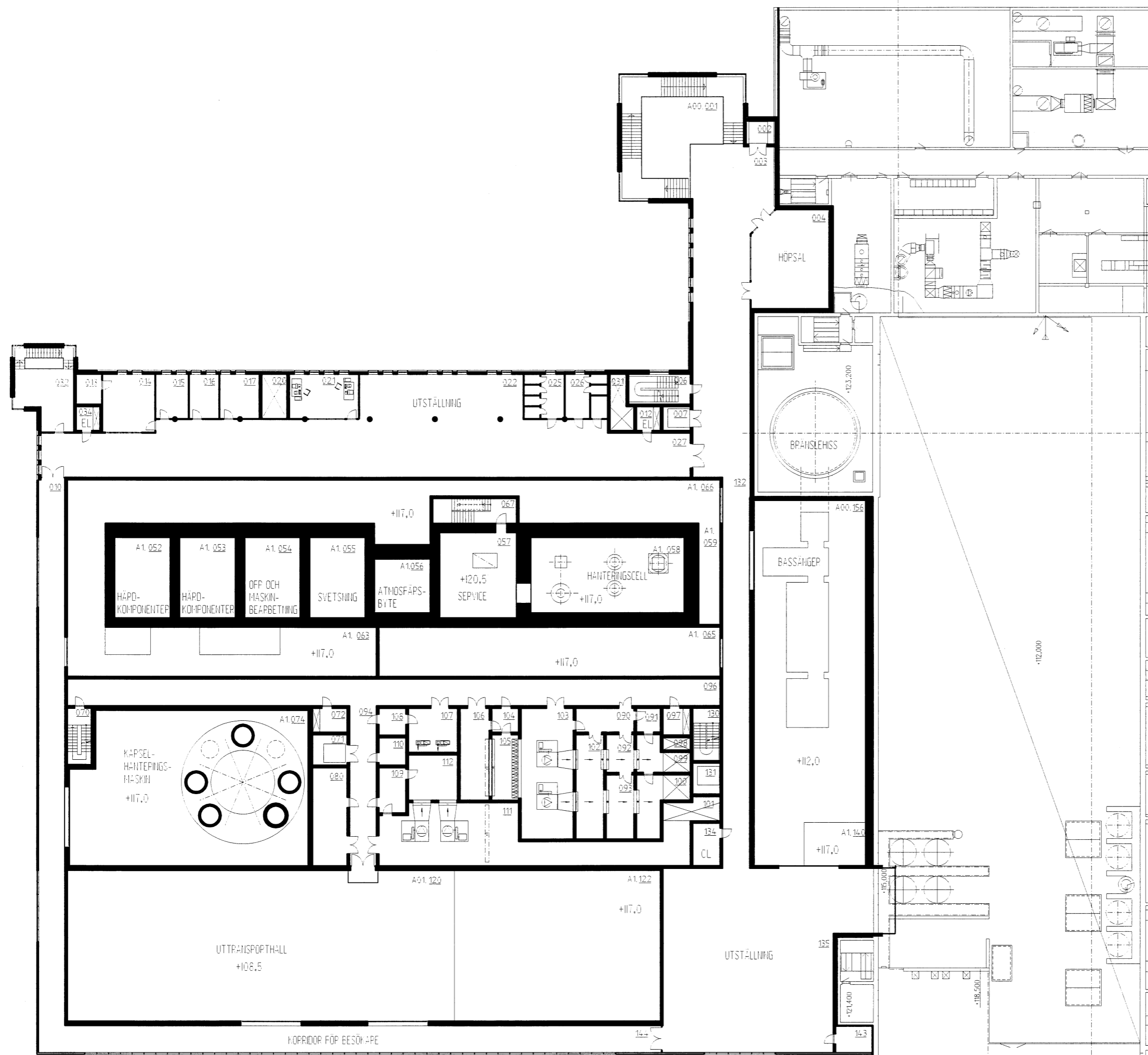
STATUS		LAYOUT D		B		BUFFER	STOPE	DELETED	171	171	SDP	98-03-30
A	REV	10	NOTE	171	171	171	171	171	171	171	SDP	98-03-30
 Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co SKB Box 5864 S-102 40 Stockholm Sweden Telephone ++46 8 665 28 00 Fax ++46 8 651 57 19												
INKAPSLINGSANLÄGGNING PLAN +108.5												
LAYOUT												
DATE	DESIGNED	DRAWN	DATE	SCALE	FILE NO	PROJECT NO	REV					
96-06-30	OS	OS		1:400	PSP14004.DGN	124-14-004	B					

Figur 5-15

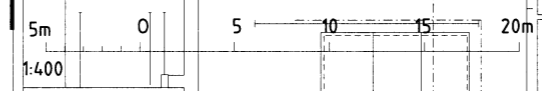


B		BUFFER STORRE DELTITID	11	113	SD	98 03 30
A	REV	LAYOUT D	11	11p	APP	96 06 30
<p>LAYOUT D</p> <p>SKB Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co SVE Box 5804 S-102 40 Stockholm Sweden Telephone ++46 8 665 18 00 Fax ++46 8 661 57 19</p> <p>INKAPSLINGSANLÄGGNING PLAN +117,0</p> <p>LAYOUT</p> <p>DATE 96 06 30</p>						
SIZE	DATE	DESIGNED	CHECKED	DRAWN	SCALE	REV.
A3	96 06 30	PSFL	006	Dull	124-14-006	B

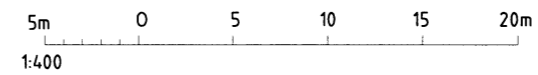
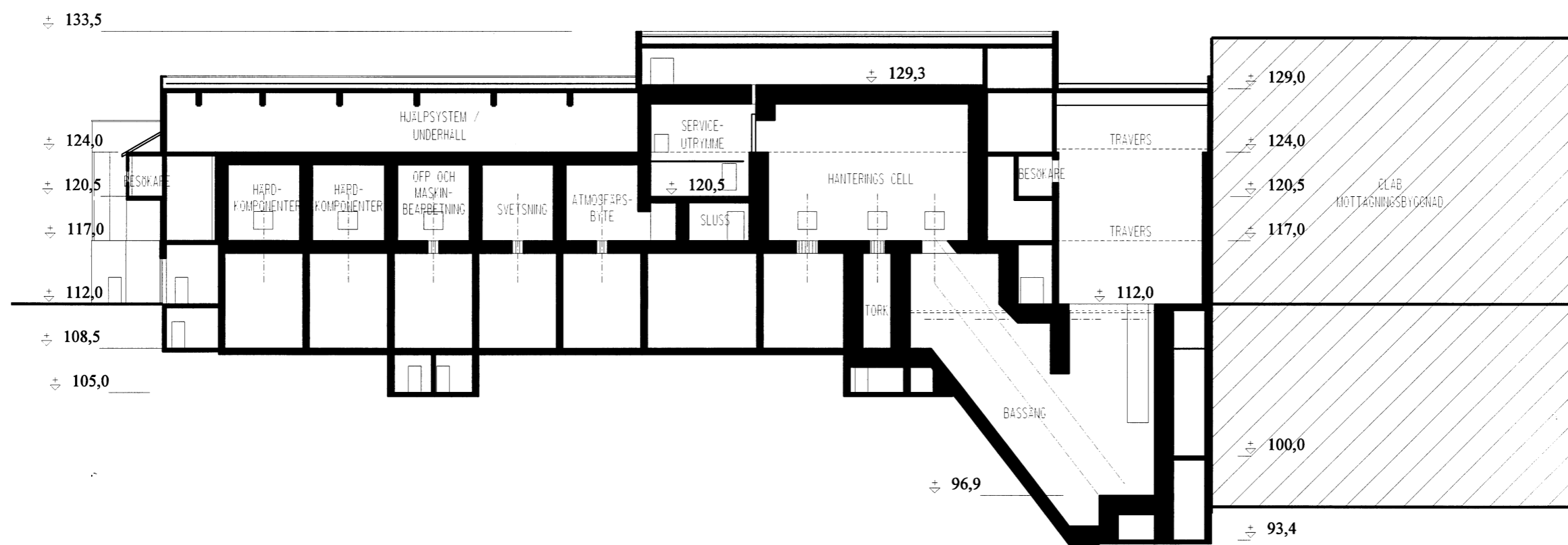
Figur 5-16




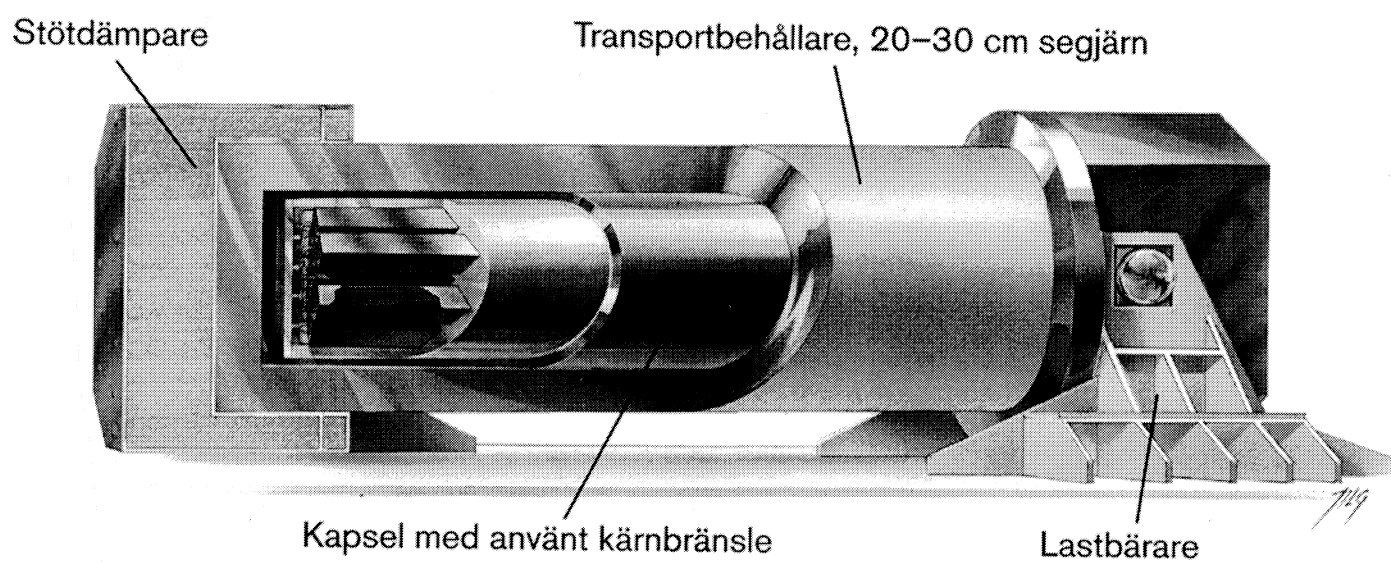
B		BUFFER STORE DELETED	05	05	Slp	98 03 30
A	REV	LAYOUT D	05	05	Slp	96 06 30
A		DATE	05	05	DATE	
		INKAPSLINGSANLÄGGNING				
		PLAN +120,5				
Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co SKB, Box 5864, S-102 40 Stockholm, Sweden Telephone +46 8 665 28 00 Fax +46 8 661 57 19		LAYOUT				SCALE 1:400
		DATE 96 06 30	DESIGNED	CHECKED		
SIZE	CAD-FILE NO	DRIVING NO	PROJECT NO		REV.	
A3	PSP14007.DGN	124-14-007	B			



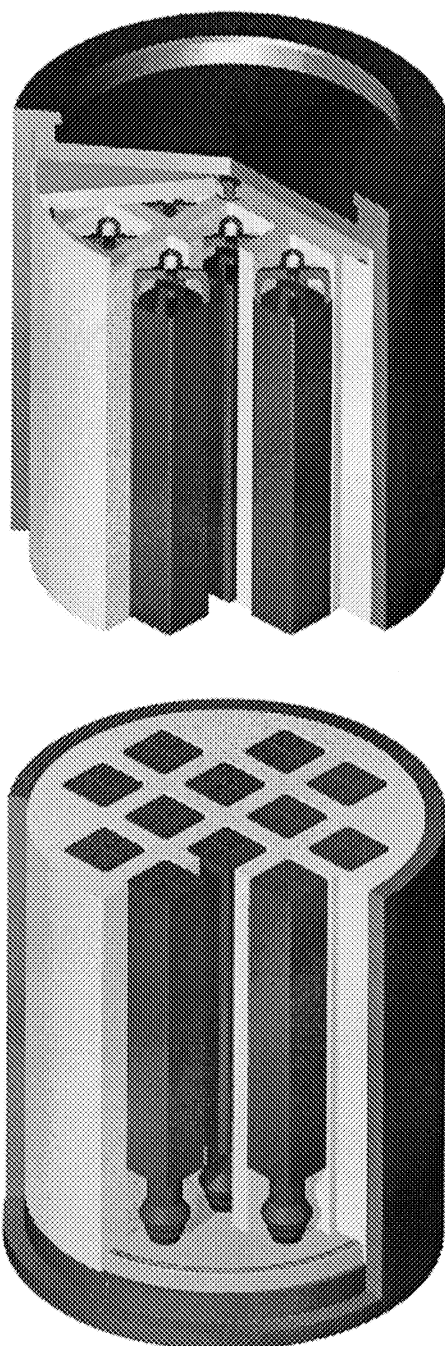
Figur 5-17



LAYOUT D		B	BUFFER STORE DELETED	05	05	Stp	98 03 30
A	LAYOUT D	A	LAYOUT D	05	05	Stp	98 06 30
REV.	NOTE	REV.	NOTE	REV.	DATE	REV.	DATE
 Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co SVE Box 586 S-102 40 Stockholm Sweden Telephone ++46 8 665 26 00 Fax ++46 8 661 57 19		INKAPSLINGSANLÄGGNING					
		SEKTION					
LAYOUT							
DESIGNED	DESIGNED	DATE	06 06 30	SHEET NO	124-14-052	REV.	B

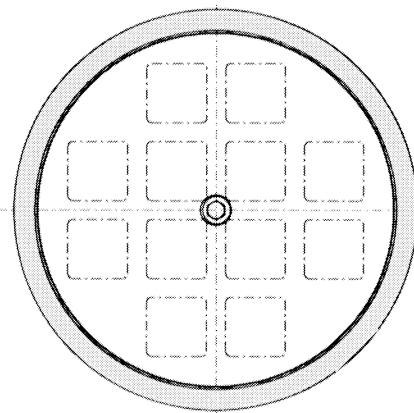
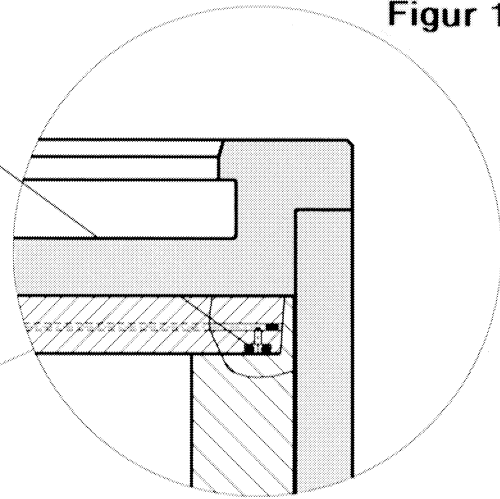
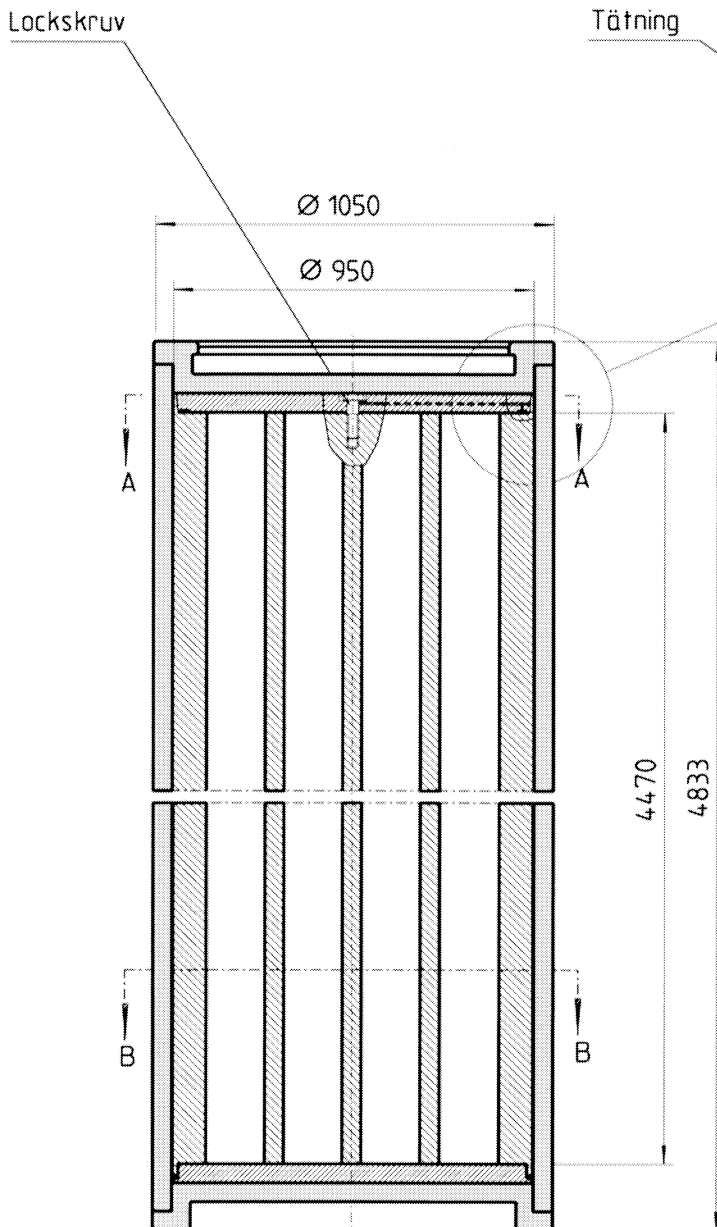


Transportbehållare för kapslar

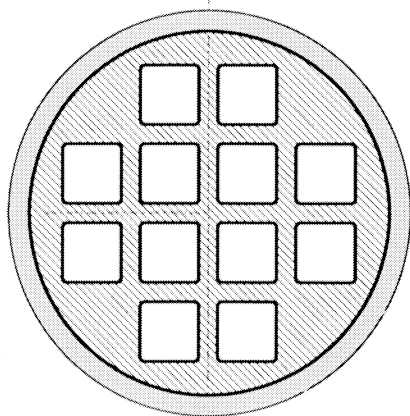


Kopparkapsel med insats av gjutjärn för BWR-bränsle

Figur 10-2




A - A



B - B

Kapselyta (m ²)	17.67
Beräknad vikt (kg)	
Kopparkapsel	7 410
Insats	13 610
Bränsleelement	3 640
Totalvikt	24 660

 Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Co. SKB, Box 5864, S-102 40 Stockholm, Sweden Telephone +46 8 665 28 00 Fax +46 8 661 57 19	REV. NO.	NOTE	DRAWN	DATE
	KOPPARKAPSEL BWR-typ med gjuten insats. Preliminär			
DRAWN	DESIGNED	DRAWN	REV. NO.	
GF	GF	EW	3420-295	
DATE	96 02 22		SYSTEM NO.	278
			DRAWING NO.	Skiss 002
			REV.	B