

R-98-13

Säkerheten vid drift av djupförvaret

Bengt Lönnerberg, Stig Pettersson

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



Säkerheten vid drift av djupförvaret

Bengt Lönnerberg, Stig Pettersson

Svensk Kärnbränslehantering AB

Oktober 1998

Innehållsförteckning

1	Inledning	1-1
1.1	Allmänt om djupförvaret	1-1
1.1.1	Syfte	1-1
1.1.2	Utförande	1-1
1.1.3	Planerad drift	1-3
1.2	Rapportens uppläggning	1-3
1.3	Avfallsdata	1-5
1.4	Anläggningens huvuddata	1-5
2	Förläggingsplats	2-1
2.1	Inledning	2-1
2.2	Allmänt om förläggingsområde, infrastruktur och kommunikationer	2-1
2.2.1	Lokalisering av djupförvaret	2-1
2.2.2	Omlastningshamnen	2-2
2.2.3	Anläggningar vid djupförvaret	2-2
3	Säkerhetskrav och konstruktionsförutsättningar	3-1
3.1	Allmänt	3-1
3.2	Strålskyddsföreskrifter	3-1
3.2.1	Internationella rekommendationer	3-1
3.2.2	Svenska strålskyddsföreskrifter	3-1
3.3	Säkerhetskrav på djupförvaret	3-3
3.3.1	Allmänna säkerhetsaspekter på driften av djupförvaret	3-3
3.3.2	Förutsättningar för anläggningens utförande	3-4
3.3.3	Krav på driften med avseende på förvarets långtidsfunktion	3-4
3.4	Utrustning av betydelse för säkerheten	3-5
3.4.1	Omgivningssäkerhet	3-5
3.4.2	Säkerhet inom anläggningen	3-5
3.5	Funktions- och redundanskrav	3-6
3.5.1	Separationskrav	3-6
3.5.2	Kraftförsörjning	3-6
3.5.3	Utrustning för mätning och övervakning	3-7
3.5.4	Ventilationssystem	3-7
3.5.5	Lyftanordningar	3-7
3.5.6	Bergdrivning	3-7
3.5.7	Fysiskt skydd	3-7
3.5.8	Safeguards	3-8
3.6	Kvalitetskrav	3-9
3.6.1	Allmänt	3-9
3.6.2	Kvalitetsklassificering	3-9
3.6.3	Seismisk klassificering	3-9
3.7	Dimensionering av byggnader och bergrum	3-9
3.7.1	Dimensionering av byggnadskonstruktioner	3-9
3.7.2	Bergrummens och tunnlarnas stabilitet	3-10
3.7.3	Tunnelarnas dimensioner	3-10
3.8	Skydd mot inre och yttre påverkan	3-11
3.8.1	Översvämning	3-11
3.8.2	Mekaniska slag och stötar	3-11
3.8.3	Jordbävning	3-11
3.9	Brandskydd	3-12
3.9.1	Allmänt	3-12
3.9.2	Brandteknisk separering, utrymnings- och insatsvägar	3-12
3.9.3	Brännbart material	3-13
3.9.4	Brandskyddssystem	3-13
4	Kvalitetssäkring	4-1
4.1	Organisation och ansvarsfördelning	4-1
4.2	SKB:s kvalitetssystem	4-1

5	Översiktlig anläggnings- och funktionsbeskrivning	5-1
5.1	Inledning	5-1
5.2	Anläggningsbeskrivning	5-2
5.2.1	Klassning av arbetsområden	5-2
5.2.2	Byggnader ovan jord	5-3
5.2.3	Bergrum och tunnlar i underjordsdelen	5-4
5.2.4	Utrustning för deponeringen	5-5
5.2.5	Kontrollutrustning	5-7
5.2.6	Aktivitetsövervakning	5-7
5.2.7	Elektriska kraftsystem	5-8
5.2.8	Brandskyddssystem	5-8
5.3	Transport och hantering i anläggningen	5-9
5.3.1	Transporter av kapslar till anläggningen	5-9
5.3.2	Transporter av annat gods till anläggningen	5-9
5.3.3	Driftbyggnad med buffertförråd	5-10
5.3.4	Nerfartsramp	5-10
5.3.5	Bentonitinläggning före kapseldeponering	5-11
5.3.6	Hantering i omlastningshallen	5-11
5.3.7	Transport av kapsel till deponeringsmaskin	5-12
5.3.8	Deponering av kapslar	5-13
5.3.9	Bentonitinläggning efter kapseldeponeringen	5-13
5.3.10	Bergdrivning och hålbörning	5-13
5.3.11	Återfyllning av deponeringstunnlar	5-14
5.3.12	Deponering av övrigt avfall	5-14
5.3.13	Ramptransporter till underjordsdelen	5-15
5.3.14	Återtagning av kapslar	5-15
5.4	Avveckling av verksamheten	5-16
6	Strålskydd och strålskärning	6-1
6.1	Strålskyddsorganisation	6-1
6.2	Strålskydd inom anläggningen	6-1
6.2.1	Allmänna synpunkter samt indelning i strålningsklasser	6-2
6.2.2	Strålningskällor	6-3
6.2.3	Strålskärmsdimensionering	6-5
6.2.4	Strålskärmsberäkning för olika hanteringsmoment	6-6
6.2.5	Förväntad personaldos	6-7
6.3	Omgivningspåverkan och kontroll	6-8
6.3.1	Luft	6-8
6.3.2	Vatten	6-8
7	Störnings- och missödesanalys	7-1
7.1	Inledning	7-1
7.2	Störningar	7-1
7.2.1	Fel i hanteringssystem	7-2
7.2.2	Begränsad brand	7-5
7.2.3	Fel i försörjningssystem	7-5
7.2.4	Påverkan från bergdrivning	7-7
7.2.5	Yttre påverkan	7-8
7.3	Missöden	7-9
7.3.1	Hanteringsmissöden	7-9
7.3.2	Brand	7-11

Referenser

Bilagor

Bilaga 1	Hantering i omlastningshallen
Bilaga 2	Preparering av deponeringshåll
Bilaga 3	Kapseldeponering
Bilaga 4	Efterarbete i deponeringshåll

Kapitel 1 – Inledning

1.1 Allmänt om djupförvaret

1.1.1 Syfte

Denna rapport utgör ett underlag till systemredovisningen för omhändertagande av avfall från kärnteknisk verksamhet i Sverige. Systemredovisningen omfattar rapporter om inkapsling, transporter och djupförvar. I rapporterna om djupförvaret ingår bland annat val av deponeringsplats, säkerheten under driften av djupförvaret och den långsiktiga säkerheten. Denna rapport behandlar funktion och säkerhet under driften av djupförvaret.

SKB arbetar kontinuerligt med att utveckla metoder för deponering. I Äspö-laboratoriet provas bl a utrustning för deponering och återfyllning. Resultaten från dessa prov kommer att påverka de slutliga metoderna och utformningen av djupförvaret. I denna rapport beskrivs djupförvarets utformning som den är planerad i mitten av 1998.

Syftet med djupförvaret är att slutförvara det använda bränslet och annat långlivat avfall såsom hårdkomponenter efter inkapsling respektive placering i kokiller.

1.1.2 Utförande

Djupförvaret består av två huvuddelar placerade i det svenska urberget. Den ena huvuddelen - förvaret för det inkapslade bränslet - består av parallella deponeringstunnlar på ca 500 m djup.

Kapslarna består av en insats av stål och ett hölje av koppar. Insatsen med individuella kanaler för bränsleelementen ger kapseln den mekaniska hållfasthet som behövs för att motstå dels yttre övertryck i förvaret, dels hanteringslaster. Kopparhöljet ger kapseln korrosionsbeständighet.

Kapslarna deponeras en och en i hål borrarade i botten av deponeringstunneln. Den omges av en buffert av bentonitlera.

Bentonitleran håller kapslarna på plats och hindrar genomströmning av grundvatten. Därigenom fördröjs transporten av olika ämnen till och från kapseln.

Den andra huvuddelen är ett förvar för andra typer av avfall. Det förutsätts i denna rapport vara förlagt på ungefär samma djup men på ett sådant avstånd till kapslarna att de stora mängderna betong i enheterna för annat långlivat avfall inte stör de kemiska förhållandena i området för bränslet.

Deponeringstunnlarna binds samman av tunnlar för transport, kommunikation, ventilation och ledningsdragning. Dessa har förbindelse med ett centralområde under jord och med kommunikationen med markytan.

Tunnlarna borrar eller sprängs med konventionell teknik och deponeringshålen fullprofilborras. Kapseln vickas ner i deponeringshålet (kardanorörelse), varför höjden i deponeringstunneln kan vara lägre än kapselns längd.

Resteffekten i det deponerade bränslet kommer att leda till en viss uppvärmning av förvaret. Placeringen av deponeringstunnlarna liksom det inbördes avståndet mellan kapslar i dessa bestäms med hänsyn till kravet på begränsning av temperaturen hos kapseln och i bufferten och kommer därför att påverkas av det lokala bergets termiska egenskaper.

I denna rapport har avståndet mellan tunnlar valts till 40 m och mellan kapslarna till 6 m. Andra avstånd medför endast justeringar i bergvolym och återfyllnadsmassor och har liten inverkan på driften.

Anläggningen för djupförvaret består också av en ovanjordsdel, dit det inkapslade bränslet och övrigt avfall transporteras i transportbehållare. En översiktsskiss över anläggningen visas på figur 1-1.

I denna rapport antas att avfallet kommer på järnväg till djupförvaret och att avfallet förs ner till deponeringsnivån via en ramp. Rampen är spiralformad med ett utförande liknande rampen i Äspö-laboratoriet. Den underjordiska delens centralområde befinner sig direkt under ovanjordsområdet. Deponeringen sker med en utrustning som motsvarar den i demonstrationsanläggningen i Äspö. Deponeringen överensstämmer med KBS 3-metoden med sprängda deponeringstunnlar och vertikalt placerade kapslar. Vidare antas mängden bränsle motsvara 8 000 ton uran.

Ovanjordsdelen består huvudsakligen av en driftbyggnad för mottagning av avfallet samt en produktionsbyggnad för bearbetning av bentonit. Vidare finns ett antal byggnader som erfordras för anläggningens drift, för försörjning av elkraft och värme, och för bearbetning och förvaring av bergmassor och bentonit. Det finns även ett deponiområde med kross för bergmassor.

Järnvägen, som förbinder förvarsområdet med hamnen, avslutas i en rangerbangård. Den ansluter till driftbyggnaden och till en spohall där vagnar och avfallsbehållare kan spolas rena och där även is och snö kan avlägsnas.

Centralområdet i underjordsdelen har bergshallar för bergdränage, eldistribution, ventilation, verkstad, personal och förråd. I centralområdet finns även en omlastningshall för kapslar och en plats för tippning av bergmassor. Bergmassorna hissas därifrån med hiss i ett skipschakt och förs till bergdeponin.

Ovanjordsdelen och underjordsdelen är förbundna genom ett antal schakt med hissar för transport av personal, bergmassor och utrustning. Vidare finns schakt för ventilation och försörjning.

Vid bergdeponin krossas delar av bergmassorna och efter blandning med bentonit återförs dessa för fyllning av deponeringstunnlarna under driftperioden. I ett senare skede används bergmassor för återfyllning av andra tunnlar.

Den slutliga utformningen av anläggningen har inte bestämts. Alternativa lösningar har studerats under skilda skeden av utvecklingen. Bland sådana alternativ kan nämnas:

- avfallstransport på landsväg i stället för järnväg
- nertransport av transportbehållare med avfall till deponeringsnivå i hisschakt
- ett centralområde som inte befinner sig direkt under ovanjordsområdet, vilket innebär en rak ramp
- annan typ av deponeringsutrustning
- horisontell deponering av kapslar med därtill anpassad utrustning
- varierande avfallsmängder (som huvudsakligen påverkar deponeringsområdets storlek och driftperiodens längd)
- uppfordring av bergmassor i rampen
- krossning av berg och blandning med bentonit på deponeringsnivån
- fullortsborrade transport- och deponeringstunnlar
- mellanlagring av kapslar i transportbehållare
- förläggning av övrigt avfall på annan plats.

För att en sammanhängande beskrivning i rapporten ska erhållas har vi valt att inte behandla alternativen. De tas endast upp vid enstaka punkter som har särskilt intresse för analysen av driftsäkerheten.

1.1.3 Planerad drift

Anläggningen beräknas tas i drift med ett inledande driftskede, som pågår i cirka 4 år. Under denna tid deponeras ca 400 kapslar med bränsle, motsvarande ca 800 ton uran. Erfarenheterna från detta skede samlas och utvärderas, varefter den reguljära driften kan starta efter beslut om detta.

Under den reguljära driften som omfattar ca 3 600 kapslar deponeras också övrigt avfall i den separat belägna deponeringsdelen.

Den reguljära driften bedrivs i en takt av ca 200 kapslar per år vilket innebär en driftperiod på cirka 18 år. Därefter avvecklas anläggningens ovanjordsdel och underjordsdelen försluts.

Under den reguljära driften pågår utsprängningen av deponeringstunnlarna och deponeringen av kapslar samtidigt men i skilda områden.

Även då det gäller driftperioden har alternativa tidplaner diskuterats under årens lopp. Således har både annan tidpunkt för driftstarten och annan takt i deponeringen studerats. Sådana alternativ behandlas inte i rapporten, men resultaten beträffande driftsäkerheten är inte så beroende av dessa antaganden.

1.2 Rapportens uppläggning

Denna rapport utgör en samlad beskrivning och analys av anläggningens utformning och funktion under den inledande och reguljära driften. Detaljutformningen framgår av separata rapporter, se referens 1-1 och 1-2.

Förvarets långsiktiga säkerhet som förvaringsplats för det radioaktiva avfallet behandlas inte här. Detta har behandlats i ett mycket stort antal rapporter som har redovisats och fortlöpande redovisas i SKB:s program för forskning och utveckling som pågått sedan 1972. Kraven på kapslar och annat avfall regleras av typbeskrivningar för avfallskollin.

Denna säkerhetsrapport omfattar kapitlen 1 till 7 med följande innehåll:

Kapitel 1 - Inledning

Utöver beskrivning av rapportens syfte och uppläggning ges en sammanställning av anläggningens huvuddata.

Kapitel 2 - Förlägningsplats

Förlägningsplatsen för anläggningen kommer att väljas senare. Här ges en allmän beskrivning av kraven på platsen och dess omgivning, främst berggrundsförhållanden men även infrastruktur och kommunikationer.

Kapitel 3 - Säkerhetskrav och konstruktionsförutsättningar

I detta kapitel anges allmänna konstruktionsförutsättningar samt krav med avseende på bl a kvalitet, redundans, strålskydd, dimensionering av bergrum, jordbävningsdimensionering och brandskydd.

Säkerhetskraven som anges i kapitel 3 omfattar sådana som kommer att ligga till grund för anläggningens lokalisering, byggande och utformning under anläggningsskedet.

Kapitel 4 - Kvalitetssäkring och Säkerhetstekniska föreskrifter

En översiktlig beskrivning ges av SKB:s kvalitetssäkringsprogram.

Kapitel 5 - Översiktlig anläggnings- och funktionsbeskrivning

En funktionsorienterad beskrivning görs av anläggningen och de operationer som utförs i anläggningen.

Vidare ges en kortfattad funktionsorienterad beskrivning av de olika anläggningsdelarna.

Kapitel 6 - Strålskydd och strålskärning

Principerna för strålskydd, strålskärning och strålskämsberäkning anges. Dessutom görs en uppskattning av dosbelastningen till personalen under normal drift.

Kapitel 7 - Missödesanalys

I kapitlet analyseras konsekvenserna för olika anläggningsdelar i samband med tänkbara störningar och postulerade missöden.

1.3 Avfallsdata

Kapslar			
Vikt	25-27	ton	
Längd	4,8	m	
Diameter	1,05	m	
Transportbehållare			
Vikt med kapsel	65	ton	
Längd	5,5	m	
Diameter	2	m	
Kokiller för hårdkomponenter			
Vikt	25	ton	
Längd	4,8	m	
Bredd och höjd	1,2	m	
Övriga kokiller			
Vikt	5	ton	
Längd, bredd och höjd	1,2	m	
Fat			
Vikt	0,5	ton	
Längd	0,9	m	
Diameter	0,6	m	
Transportbehållare för kokiller och fat			
Vikt med innehåll	70	ton	
Längd	5,2	m	
Bredd	1,6	m	
Höjd	1,75	m	

1.4 Anläggningens huvuddata

Nedan anges några huvuddata för djupförvaret.

<u>Kapacitet:</u>			
Förvaringskapacitet			
antal kapslar	4 000		
motsvarande ca	8 000	ton U	
därav i inledande drift			
antal kapslar	400		
motsvarande ca	800	ton U	

Deponeringskapacitet, inledande drift, kapslar/år	100	
motsvarande ca	200	ton U/år
reguljär drift, kapslar/år	200	
motsvarande ca	400	ton U/år

Härdkomponenter och annat avfall:

Kokiller innehållande kassetter för styrvastavar, BWR-boxar, kompakterade höljerör, övergångsstycken, tillfälliga absorbatörer samt skrot.

Antal stora kokiller	1 400	st
Kokiller/år, ca	140	st
Små kokiller, 1,2 m	3 000	st
Fat, 200 l	2 300	st
Enheter/år, ca	100	

Elförsörjning:

Anslutningar till yttre nät	1	st
Lokal hjälpkraftkälla, diesel	1	st
Märkeffekt (diesel)	500	kW

Byggnader i berg.

Deponeringstunnlar för bränslekapslar:

Höjd, cirka	5	m
Bredd, cirka	5	m
Längd, cirka	250	m
Antal tunnlar för reguljär drift	107	st
Antal tunnlar för inledande drift	12	st
Volym per tunnel, cirka	5 200	m ³
Antal deponeringshål per tunnel, cirka	37	
Deponeringshål, djup	8	m
Deponeringshål, diameter	1,75	m
Total tunnelvolym	620 000	m ³
Total hålvolym	77 000	m ³

Deponeringshallar för annat avfall:

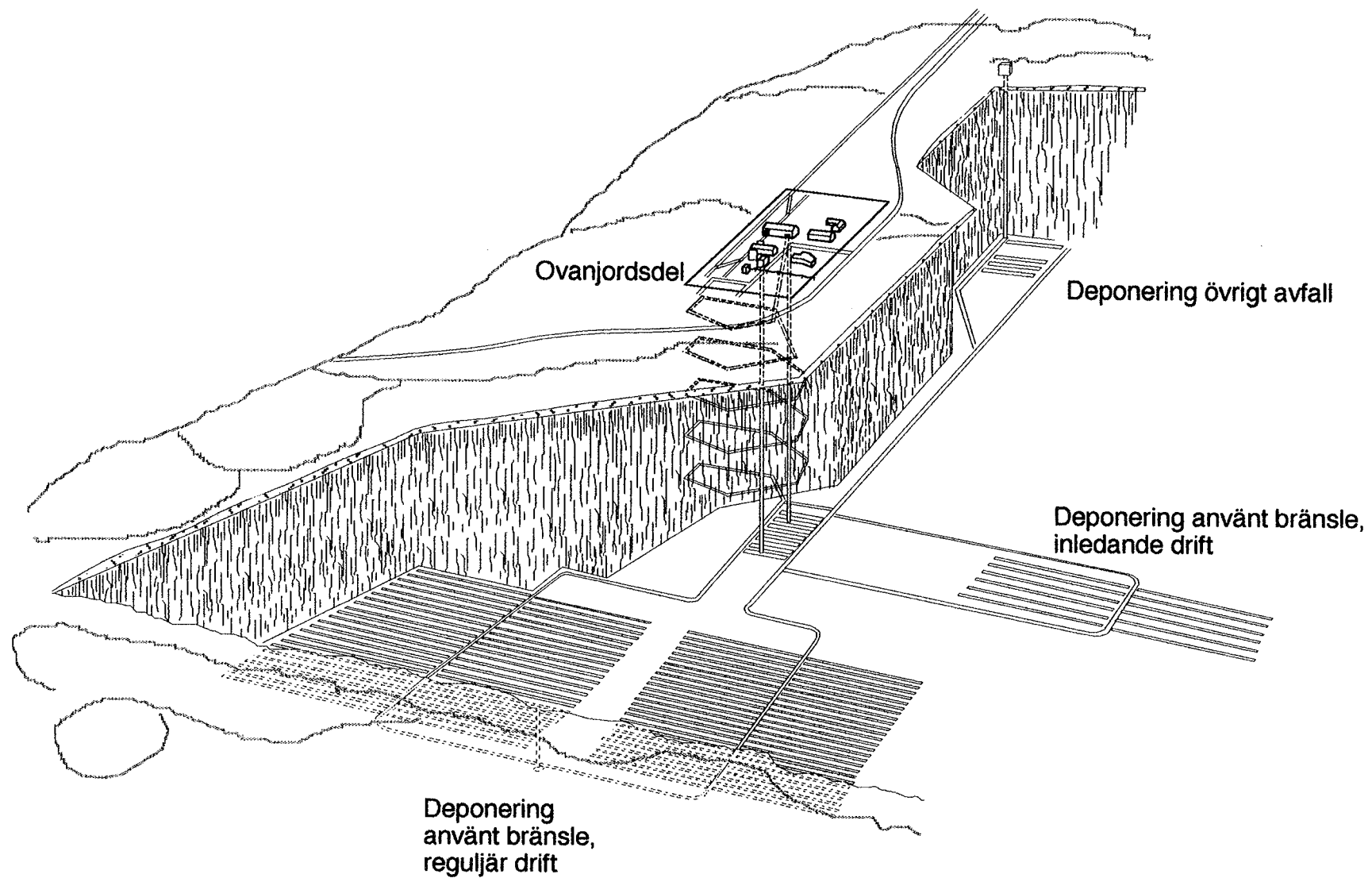
Driftavfall:

Höjd, cirka	19	m
Bredd, cirka	14	m
Längd, cirka	140	m
Antal hallar	1	
Volym för driftavfall, cirka	35 300	m ³

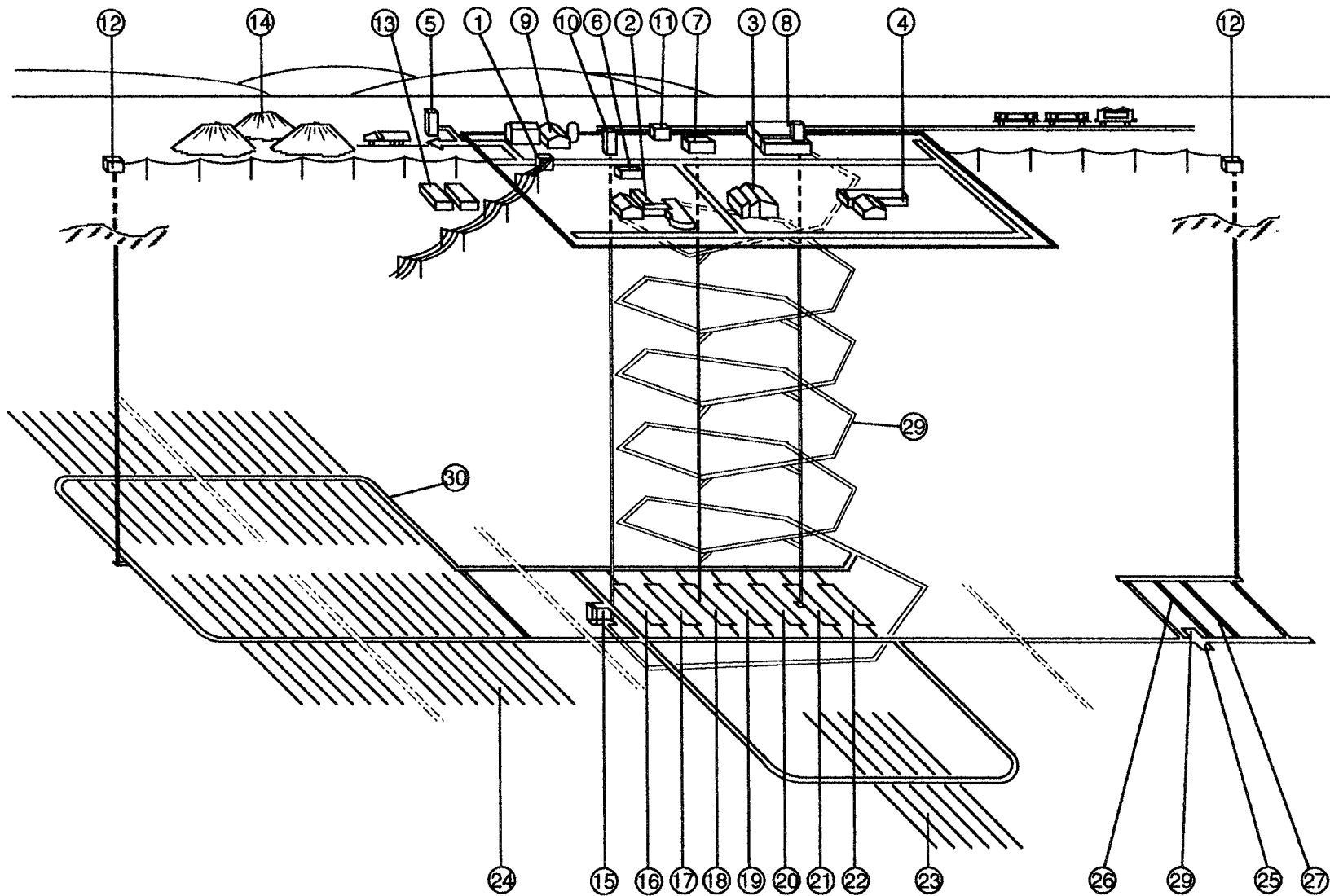
Härdkomponenter och interna reaktordelar:

Höjd, cirka	19	m
Bredd, cirka	14	m
Längd, cirka	140	m
Antal hallar	1	

Volym, cirka	35 300	m ³
Transporttunnlar:		
Höjd, cirka	7	m
Bredd, cirka	7	m
Längd, cirka	12 000	m
Volym ca	345 000	m ³
Bergshallar i centralområdet:		
Antal	8	st
Längd, cirka	80	m
Volym	99 000	m ³
Transportramp mellan ovanjordsdel och underjordsdel:		
Höjd, cirka	6	m
Bredd, cirka	6	m
Längd, cirka	5 800	m
Lutning	1:10	
Volym, cirka	189 000	m ³
Schakt:		
Volym	32 000	m ³
Total utsprängd volym, cirka:	1 430 000	m ³



Djupförvar. Översiktsbild



Djupförvar. Ingående anläggningsdelar

Figur 1-2

Förklaringar till figur 1-2

Numren i figur 1-2 betecknar följande delar i anläggningen

Ovanjordsdel

- 1 Ställverksbyggnad
- 2 Informations- och restaurangbyggnad
- 3 Kontors- och verkstadsbyggnad
- 4 Personal- och förrådsbyggnad
- 5 Bergficka ovan jord
- 6 Försörjningsbyggnad
- 7 Ventilationsbyggnad 1
- 8 Driftbyggnad
- 9 Produktionsbyggnad med bentonit- och bergkrossförråd
- 10 Skipbyggnad
- 11 Avisningsbyggnad med spolhall
- 12 Schaktöverbyggnader för frånluft
- 13 Provisorier
- 14 Deponiområde för bergmassor

Underjordsdel, centralområde

- 15 Berggata med bergficka och skipschakt
- 16 Bergdränagehall
- 17 Elbyggnad 1

- 18 Ventilationsbyggnad 2
- 19 Verkstadshall
- 20 Omlastningshall
- 21 Personalhall
- 22 Förrådshall

Deponeringsområde för bränsleavfall

- 23 Deponeringsområde för inledande drift
- 24 Deponeringsområde för reguljär drift

Deponeringsdel för övrigt avfall

- 25 Elbyggnad 2
- 26 Bergssal för driftavfall
- 27 Bergssal för hårdkomponenter
- 28 Betongstation
- 29 Ramptunnlar
- 30 Transporttunnlar

Kapitel 2 – Förläggingsplats

2.1 Inledning

En plats för djupförvaret kommer att väljas senare efter omfattande lokaliseringsstudier och ingående platsundersökningar av minst två platser. Denna beskrivning av förläggingsplatsen är därför av allmän karaktär utan inriktning på någon speciell geografisk del av Sverige.

I kapitlet redogörs för planerade anläggningar på platsen och kommunikationer.

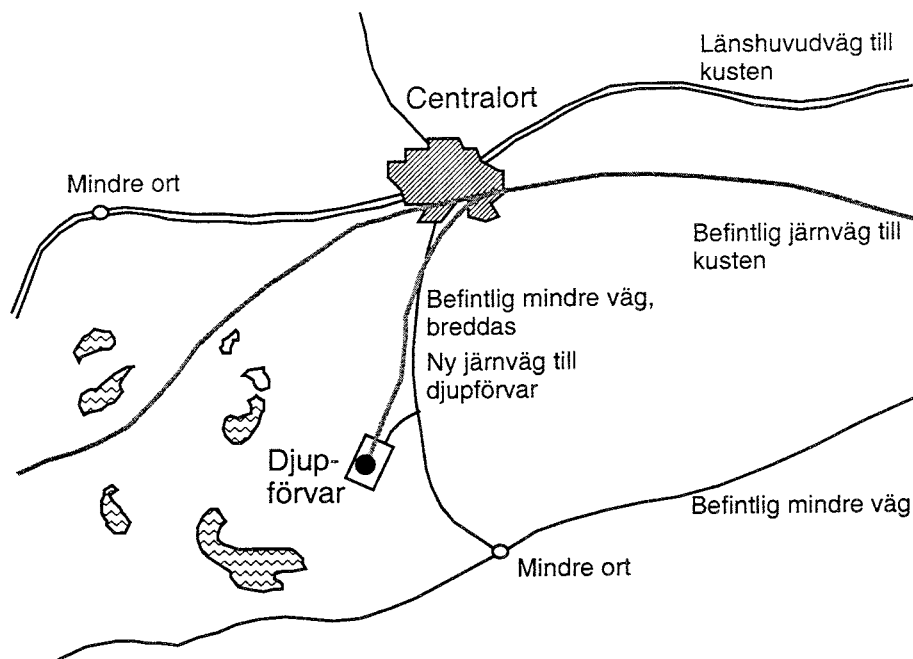
2.2 Allmänt om förläggingsområde, infrastruktur och kommunikationer

2.2.1 Lokalisering av djupförvaret

Flera alternativ till placering av djupförvaret studeras. I det handlingsätt som ligger till grund för denna rapport förutsätts att inkapslingsanläggningen är belägen i anslutning till CLAB. Djupförvaret förutsätts vara placerat på ett långt avstånd från inkapslingsanläggningen. Vidare antas att det ligger i inlandet. En sjötransport av avfallet förutsätts till en omlastningshamn och från omlastningshamnen sker en transport med järnväg till inlandet. Dessa antaganden görs enbart för att alla tänkbara moment i en möjlig hantlingskedja ska komma med.

Värddkommunen antas ha en centralort som ligger vid järnväg och länshuvudväg. Djupförvaret förutsätts vara placerat ett stycke utanför centralorten med rimlig anslutningsmöjlighet till vägar och elkraftlinjer. Befintlig järnväg kan nyttjas som del av förbindelsen mellan djupförvaret och omlastningshamnen, men en ny sträcka byggs från centralorten till djupförvaret. Personalen vid djupförvaret förutsätts kunna bo i centralorten eller i en mindre tätort. En tänkt förläggingsort visas i figuren nedan.

Inkapslat kärnbränsle och övrigt avfall transporteras med fartyg från hamnen vid inkapslingsanläggningen till omlastningshamnen. Efter omlastning förs avfallet på järnväg till djupförvaret. Vagnarna lossas ovan jord och transportbehållarna förs ner till underjordsanläggningen där de öppnas och avfallskollina deponeras.



Figur 2-1. Tänkt förläggningsort för djupförvaret

2.2.2 Omlastningshamnen

Omlastningshamnen, som antingen kan vara nybyggd eller en anpassad befintlig hamn, ska kunna ta emot såväl avfall som bentonit. För avfallsbehållarna behövs en kran och plats för temporär uppställning. Behållarna kommer endast att befinna sig i hamnområdet under omlastningen. För bentonit fordras en lagringsbyggnad.

Hamnen anpassas för såväl torrlastfartyg som "roll-on/roll-off"-fartyg. Järnvägsförbindelsen med djupförvaret börjar i hamnen som förses med ett spårområde avpassat för omlastningen.

2.2.3 Anläggningar vid djupförvaret

Ovanjordens delens situationsplan visas på figur 5-1 och underjordens delens på figur 5-2.

Inom det inhägnade driftområdet för djupförvaret finns byggnader för själva driften och servicebyggnader. Järnvägen från hamnen slutar inne på området.

Utanför driftområdet finns ett område för bergmassor och en tillfartsväg.

Djupförvaret ligger ca 500 m under driftområdet. Djupförvaret har förbindelse med driftområdet med en ramp och med schakt. Utanför driftområdet finns två schakt för djupförvarets frånluft.

Byggnaderna för driften är dels en driftbyggnad, där transportbehållarna lastas om från järnväg till truckar, dels en produktionsbyggnad där block av kompakterad bentonit färdigställs för deponeringshålen och där lös bentonit blandas med bergkross för återfyllning av tunnarna.

Servicebyggnaderna består av en försörjningsbyggnad för ventilation och annan försörjning, en personalbyggnad med intillbyggt garage, en kontors- och verkstadsbyggnad och informationsbyggnad med matsal. Det finns också ett ställverk för elförsörjning och en byggnad för spolning och avisning av järnvägsvagnar.

Djupförvaret har ett centralområde under jord, figur 5-3, med bergshallar för bergdränage, eldistribution, ventilation, verkstad, personal och förråd. I centralområdet finns även en omlastningshall där kapseln förs över från transportbehållaren till en strålskärmsstub anpassad för deponeringsmaskinen. Vidare finns en plats för tippning av bergmassor. Bergmassorna hissas därifrån med hiss i ett skipschakt.

Från centralområdet leder transporttunnlar till deponeringsområde 1 och 2 för bränslekapslar och till ett separat område för deponering av övrigt avfall. Deponeringsområde 1 används under den inledande driften och planeras för cirka 400 kapslar. Efter en utvärdering av denna deponering börjar deponeringsområde 2 att sprängas ut och där deponeras resterande kapslar.

Deponeringsområdet för övrigt avfall består av tre deponeringshallar, en för hårdkomponenter i långa kokiller och två för driftavfall i små kokiller och fat. Där finns också en elbyggnad med kontrollrum och personalutrymmen. Figur 5-4.

Tilluften leds från ventilationsbyggnaden ovan jord till bergshallen för ventilation och distribueras därifrån till hela underjordsdelen. Frånluft går dels genom skipschaktet och serviceschaktet, dels från den borte änden av deponeringsområde 2, dels från borte delen av deponeringsområdet för övrigt avfall. I dessa avlägsnare schakt finns räddningshissar.

Personhissen liksom rampen från ovanjordsdelen ansluter till centralområdet.

Kapitel 3 – Säkerhetskrav och konstruktionsförutsättningar

3.1 Allmänt

I detta kapitel sammanfattas krav, föreskrifter och konstruktionsförutsättningar som är av betydelse för att säkerställa den radiologiska säkerheten under driften av djupförvaret. Konventionellt arbetarskydd beaktas genom tillämpning av normer och rekommendationer som ej redovisas i denna rapport. Driften förutsätts ske på sådant sätt att den inte medför någon menlig inverkan på den långtida förvarsfunktionen.

Några specifika säkerhetsnormer eller riktlinjer finns ej för konstruktion av en anläggning för en djup geologisk deponering av använt kärnbränsle. SKI och SSI har givit allmänna synpunkter på deponering, referens 3-1, som huvudsakligen behandlar långtidfunktioner hos ett djupförvar. Konstruktionen av djupförvaret grundas på de allmänna säkerhetsprinciper som tillämpats vid konstruktionen av kärntekniska anläggningar och på de många utredningar och erfarenheter som framkommit under den långa tid som detta alternativ för slutförvaring studerats.

IAEA har under 1990 givit ut Safety Series No. 6 (Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material) och EU har givit ut ett direktiv, 96/29/Euratom, av den 13 maj 1996 om skydd för arbetstagarnas och allmänhetens hälsa vid joniserande strålning. Direktivet är under inarbetning i svensk lagstiftning. Föreskrifterna bedöms inte medföra någon ändring av utformningen av djupförvaret.

3.2 Strålskyddsföreskrifter

De svenska strålskyddsföreskrifter som gäller för kärntekniska anläggningar gäller även djupförvaret. Strålskyddsföreskrifterna beskrivs kortfattat nedan.

3.2.1 Internationella rekommendationer

Den internationella strålskyddskommissionen, ICRP, utfärdar rekommendationer om högsta tillåtna stråldoser till olika personkategorier. Enligt ICRP Publication 60 (1990) är gränsen för helkroppsdos (effektiv dos) 50 mSv per år. ICRP 60 innehåller också en rekommendation att helkropps dosen 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 SSI. De svenska föreskrifterna baseras i allmänhet på ICRPs rekommendationer.

Ambitionen förutsätts dock vara att den årliga helkroppsdosen i medeltal till personalen vid djupförvaret ej skall överstiga 5 mSv.

Strålskydd inom anläggningen

Krav på begränsning av stråldoser till personal och allmänhet vid verksamhet med joniserande strålning ges i "Statens strålskyddsinstitutets föreskrifter om dosgränser vid verksamhet med joniserande strålning m. m." (SSI FS 1989:1 med ändringar SSI FS 1994:5). SSI har vidare givit ut "Statens strålskyddsinstitutets föreskrifter för verksamhet med joniserande strålning vid kärnteknisk anläggning" (SSI FS 1994:2).

Föreskrifterna innebär bl a krav på strålskyddsutbildning av personal och dokumenterat strålskyddsprogram. Dessutom anges ett maximum för livstidsdosen.

Kärntekniska anläggningar skall ha en radiologisk föreståndare för strålskyddsverksamheten. Dennes uppgifter och befogenheter regleras i "Statens strålskyddsinstitutets föreskrifter om föreståndare för strålskyddsverksamhet vid kärnteknisk anläggning" (SSI FS 1994:1).

Verksamheten med joniserande strålning vid djupförvaret kommer att regleras av speciella instruktioner som behandlar alla de relevanta områden som berörs i SSI:s föreskrift enligt ovan.

Radiologisk zonindelning

I tabellen nedan redovisas de strålningzoner med färgmarkeringar som används vid svenska kärntekniska anläggningar samt gängse begränsningar i tillträddbarheten för varje zon.

Zon	Färgmarkering	Max. dosrats-nivå (mSv/h)	Tillträddbarhet
0	Vit	<0,003*	Okontrollerat område, obegränsat tillträde
1	Blå	<0,01**	Kontrollerat område, obegränsat tillträde (i praktiken max 40 timmar per arbetsvecka)
2	Gul	0,01* - 1,0	Kontrollerat område, begränsat tillträde
3	Röd	>1,0	Kontrollerat område, begränsat tillträde under övervakning (normalt ej tillträde)

*) Upp till 0,0075 mSv/h kan tillåtas om vistelsetiden är högst 30% av arbetstiden i medeltal per månad.

***) Gränsen 0,01 mSv/h tillämpas av OKG. Övriga svenska anläggningar använder gränsen 0,025 mSv/h.

I anläggningen vid djupförvaret kommer ingen luftburen aktivitet att finnas och där tillämpas huvudsakligen zonerna vit, blå och gul. Röd zon kan bara förekomma i vissa fall och den har inte samma roll som i kärnkraftverk och CLAB.

Det zonindelade området omfattar de delar av driftbyggnaden, där avfallet hanteras, omlastningshallen och deponeringstunnlarna.

- Buffertlagret i driftbyggnaden utgör gult område då fyllda transportbehållare finns uppställda där. Övriga delar av driftbyggnaden är blå zon.
- Deponeringstunnlarna klassas som gult område då deponering pågår. Hanteringen är strålskärmd och fjärrstyrd. Personal ska normalt inte befinna sig i deponeringstunneln under deponeringen av kapslar. När alla deponeringshålerna fyllts till tunnelns golv återgår tunneln till icke zonindelad (vitt) område.
- Omlastningshallen utgör gult område då kapseln lyfts över från transportbehållare till strålskärmd stub på transportvagn. Även denna hantering är strålskärmd och fjärrstyrd.
- Lossningsplatsen för övrigt avfall klassas som rött område då avfallskollina exponeras mot platsen på samma sätt som i SFR.

Transportbestämmelser

Bestämmelserna för transport av radioaktivt material utanför kontrollerat område ger följande begränsningar: dosraten får vara högst 2 mSv/h på ytan av transportanordningen eller 0,1 mSv/h på 2 m avstånd (IAEA Safety Series No 6). För transportbehållare för bränsle nämns även en begränsning till 0,1 mSv/h 1 m från behållarens yta.

3.3 Säkerhetskrav på djupförvaret

3.3.1 Allmänna säkerhetsaspekter på driften av djupförvaret

Från säkerhetssynpunkt är det personalens och omgivningens säkerhet som är viktigast under avfallets hantering vid djupförvaret.

De radioaktiva ämnen som hanteras vid djupförvaret är av två slag. Det högaktiva bränslet är inkapslat i koppar-stål-kapslar. Övrigt avfall som härdkomponenter är inneslutet i betongkokiller och driftavfall i mindre kokiller eller stålfat.

Avfallet hanteras i transportbehållare dimensionerade enligt transportbestämmelserna för aktivt material. På de ställen där avfallet ska lyftas ur behållarna för deponering sker hanteringen fjärrstyrt eller bakom speciella strålskärmar. Erfarenhet från liknande hantering finns i SFR.

Utformningen av kapslar och transportbehållare säkerställer att ingen kriticitet kan uppstå.

Någon spridning av radioaktivt material kan inte förekomma eftersom kapslarna tål de missöden som kan tänkas inträffa under hanteringen. Även kokiller eller fat tål missöden vid arbetet men om de tappas vid lyft kan sprickor möjligen uppstå. Radioaktivi-

teten är även där fast bunden till avfallet och eventuellt löst material kan relativt lätt uppsamlas.

Radon från berget måste dock beaktas på samma sätt som i gruvverksamhet. Detta ställer särskilda krav på ventilationen.

3.3.2 Förutsättningar för anläggningens utförande

Vid djupförvaret mottas och deponeras använt kärnbränsle och förbrukade härdkomponenter samt visst annat avfall. Kraven på de kollin som hanteras anges i typbeskrivningar. Kraven omfattar dels egenskaper som är viktiga för hanteringen, såsom dimensioner, vikt, märkning, extern strålning och hållfasthet, dels egenskaper som avser långtidsförhållandena, såsom nuklidinnehåll, kemiska data och urlakning.

Utrustningen för mottagning och transport av bränslekapslar är konstruerad för bränsletransportbehållare som vardera rymmer en kapsel. Behållarna har fyllts i inkapslingsanläggningen och tagits med fartyg av Sigyns typ till omlastningshamnen och därefter på järnväg till djupförvarets ovanjordsanläggning. Utrustningen kan också hantera andra behållartyper, som innehåller härdkomponenter eller driftavfall. De transporteras på samma sätt till djupförvaret.

Travers och bjälklag i driftbyggnaden liksom truckar för transport till djupförvaret dimensioneras för en transportbehållare.

Anläggningen ska kunna deponera en kapsel per dag eller cirka 200 per år. Deponeringen beräknas kunna göras under dagskift. Fartyg och järnväg beräknas kunna arbeta cykiskt med tio transportbehållare varannan vecka. Transportsystemets kapacitet tillåter även transport av övrigt avfall och buffertmaterial.

Utbyggnad av deponeringstunnlarna sker parallellt med deponeringen. Verksamheten planeras så att området där deponeringen pågår skiljs från området där utbyggnad pågår. Djupförvarets layout har valts så att denna avskiljning underlättas.

Transportbehållarna överflyttas från järnvägsvagnarna till ett buffertförråd i driftbyggnaden för att sedan lastas på en truck för ramtransport till en omlastningsstation i underjordsdelen. Där lyfts kapseln ur behållaren och placeras i en strålskärmsstub som med en transportvagn, tubvagnen, förs till deponeringstunnlarnas deponeringsmaskin.

Deponeringshålet förbereds med bentonitblock i vilka kapseln sätts ner. Ytterligare ett par bentonitblock läggs ovanpå kapseln och hålet fylls upp till tunnelgolvet med en bergkross-bentonitblandning.

Sedan deponeringshålen i en tunnel fyllts, återfylls tunneln med en blandning av bentonit och bergkross och tunnelmynningen tillsluts.

3.3.3 Krav på driften med avseende på förvarets långtidfunktion

Djupförvarets säkerhet förutsätter inte några åtgärder för att täta berget eller påverka dess egenskaper i övrigt. Under bygge och drift av djupförvaret är det däremot viktigt

att ha god kontroll på inflödet av grundvatten. Sprickor kommer därför vid behov att injekteras med betong.

Permanent pluggar som täcker tunnelprofilerna kan bli aktuella för att reducera grundvattenflödet i och längs återfyllda tunnlar och schakt. Behovet och utformningen av pluggar ingår i det fortsatta utvecklingsarbetet för slutförvaret.

De krav som ställs på driften för förvarets långsiktiga funktion gäller två områden, avfallens (främst kapslarnas) mekaniska integritet och kvarlämnat material i deponeringsområdena.

Kapslarna hanteras med varsamma metoder genom hela deponeringsprocessen. Kapseln ligger skyddad i sin transportbehållare ända fram till omlastningen på förvarsnivån. Där lyfts den vertikalt och sätts fast i en strålskärmsstub. Denna skyddar sedan kapseln tills den sänks ner i deponeringshålet. Kapseln lyfts alltså endast en gång före deponeringen och därvid undersöks den med avseende på ev transportsador via tv. Hanteringen uppfyller de krav som kan ställas för att skador ska undvikas.

Det övriga långlivade avfallet behöver inte underställas liknande krav. Det är inneslutet i betongbehållare eller fat och ska i förvaret omslutas av ytterligare betong eller annat buffertmaterial. Skador är därför inte så viktiga för långtidfunktionen utan har snarare bäring på arbetet under driften.

Material som lämnas kvar vid driften härrör från utsprängning, från driftmaskiner och från människor som vistas i området. Det mesta materialet kommer att avlägsnas under arbetets gång. Sålunda kommer alla maskiner och installationer att tas bort inför återfyllning. Även golvbeläggningar såsom asfalt och betong kommer att avlägsnas i den utsträckning det kan ha en inverkan på långtidfunktionen. Dessutom kommer en noggrann städning att utföras före återfyllning. Vissa rester av alla kategorierna kommer dock att finnas kvar. Inverkan av detta material kommer att studeras i ett senare skede.

3.4 Utrustning av betydelse för säkerheten

3.4.1 Omgivningssäkerhet

Luftburen aktivitet kan inte spridas till omgivningen från det avfall som hanteras vid djupförvaret. Under transporter inom anläggningen finns en viss direktstrålning från bränslet genom kapseln och transportbehållaren, men denna är konstruerad så att strålningsnivån uppfyller de bestämmelser som gäller för sådan transport. Detta gäller även transportbehållare för övrigt avfall.

3.4.2 Säkerhet inom anläggningen

Man eftersträvar en god arbetsmiljö i anläggningen och en god tillgänglighet. En väsentlig faktor för att uppnå detta är att förhindra att störningar och missöden inträffar. Skulle sådana likväl inträffa, skall konsekvenserna för personalen och anläggningen minimeras. Den utrustning som är väsentlig för säkerheten är huvudsakligen strål-

ningsmätningen. På grund av radonet från berget är också ventilationssystemen för zonindelade områden viktiga.

Hanteringsmaskiner och lyftanordningar konstrueras så att risken att tappa kapslar och kokiller minimeras.

3.5 Funktions- och redundanskrav

3.5.1 Separationskrav

De grundläggande kraven på separation i djupförvaret är att hanteringen av radioaktivt material avskiljs från omgivningen och i görligaste mån från annan verksamhet inom anläggningen. Avskiljningen mot omgivningen beskrivs i punkt 3.5.7.

Avskiljningen inom djupförvaret gäller främst separationen mellan den del av anläggningen där deponering pågår och den del där tunnarna är under utbyggnad. Den senare motsvarar ett gruvprojekt och måste avskiljas från delen med hantering av radioaktivt avfall. Under arbetets gång kommer transporttunnarna att skifta mellan zonindelade och icke zonindelade områden. Det är därför viktigt att de två verksamheterna avskiljs från varandra med portar eller andra avgränsningar som medger både flexibilitet och kontrollerad avskiljning. Portarnas placering framgår av figur 3-1.

Specifika säkerhetskrav och konstruktionsförutsättningar vad gäller dimensionering av byggnader och bergum, skydd mot inre och yttre påverkan och brandskydd behandlas i avsnitten 3.7 - 3.9.

3.5.2 Kraftförsörjning

Bortfall av elkraft innebär att verksamheten avbryts. Anläggningen är försedd med ett dieselaggregat som kan upprätthålla ett visst ventilationsflöde i bergtunnarna. Det ska också försörja personhissarna så att personalen kan förflyttas till önskade utgångar. Nödbelysning tillräcklig för personalens förflyttning är batterimatad.

Sedan ordinarie elmatning återkommit återupptas arbetet i den avbrutna positionen.

De pumpar som dränerar vatten från bergtunnarna stannar om elförsörjningen bryts. Det tar då minst 12 timmar innan dränagevattnet fyller uppsamlingsbassängerna nere i anläggningen.

Vid nätbortfall förses larm- och kommunikationssystemen med kraft från diesel- eller batterisäkrat nät.

Central kontrollutrustning samt viss övervakningsutrustning skall vara tillgängliga omedelbart efter ett nätbortfall. Denna utrustning matas från batterisäkrat nät. I driftbyggnaden finns ett kontrollrum, vars nödbelysning matas från egna lokala batterier. I vissa utrymmen används efterlysande band i golvet, som hjälp för utrymning vid nätbortfall.

3.5.3 Utrustning för mätning och övervakning

Från personsäkerhetssynpunkt är det angeläget att mäta dosrater vid de platser i anläggningen där fel kan leda till förhöjda strålnivåer t ex vid lyft av avfall.

Strålningsmätare finns på eller vid lyftutrustning och transportvagnar för avfallet. De ger lokalt larm vid onormalt hög strålnivå

3.5.4 Ventilationssystem

Ventilationssystemet är utformat på samma sätt som vid gruvdrift. Radonet måste vädras bort effektivt. Damm och avgaser från tunneldrivning och hålbormning ska avlägsnas. I största möjliga utsträckning används eldrift även för bergdrivningen.

Eftersom det inte förekommer någon luftburen aktivitet, ställs det inga speciella krav på ventilationen från kontrollerat område och frånluften behöver inte filtreras eller moniteras.

Som en extra sökerhetsåtgärd kan bergrummen för övrigt avfall stängas med portar och ventilationen stängas av. Dessa åtgärder kan vidtas om betongingjutet avfall faller mot golvet och brister.

3.5.5 Lyftanordningar

Tappad kapsel eller kokill medför svårigheter på grund av strålningen vid de åtgärder som måste vidtas för att avhjälpa felet. Aktuella lyftanordningar för dessa laster utformas därför med hög säkerhet mot hanteringsmissöden. Lyftdonsnormer utgivna av IVA:s kran- och hisskommission skall tillämpas på lyftanordningar i djupförvaret.

Linlyftanordningar är utrustade med dubblerade linsystem och bromsar. Det finns både arbetsbromsar och säkerhetsbromsar. Säkerhetsbromsarna, som är något tidsfördröjda i förhållande till arbetsbromsarna, ansätts med fjäder.

Traverser utförs så att de inte kan spåra ur.

3.5.6 Bergdrivning

Bergdrivningen utförs i största möjliga utsträckning med eldrift vilket bidrar till en god arbetsmiljö och reducerar tillförseln av organiska ämnen i anläggningen.

3.5.7 Fysiskt skydd

Djupförvarets driftområde är inhägnat med staket. I staketet finns en huvudgrind vid kontors- och verkstadsbyggnaden, en grind för fordon i vardera änden av området, en järnvägsgrind och en byggrind vid vägen till bergdeponin. Den senare är normalt stängd under hela driftskedet. Figur 3-2.

Huvudgrinden övervakas och manövreras manuellt från kontorsbyggnaden. Övriga grindar fjärrövervakas och manövreras från kontrollpanelen i kontorsbyggnaden.

Området TV-övervakas från kontorsbyggnaden.

Bergmassorna dumpas i en bergficka utanför det inhägnade området. Dumpningen är utförd så att fordonen som går inom området tippas massorna från en ramp vid staketgränsen och fordonen utanför gränsen arbetar endast där. Bergfickan är anordnad så att intrång på området inte kan äga rum.

Detaljer i utformningen av anläggningens fysiska skydd redovisas i ett mer detaljerat konstruktionsskede.

3.5.8 Safeguards

Alla kärntekniska anläggningar rapporterar inventariet av klyvbart material till nationella och internationella myndigheter, SKI respektive Euratom. För djupförvaret omfattar safeguardsrapporteringen bl a beskrivning av hur kärnbränslet hanteras samt information om mängd, position och identifikation av bränslekapslarna.

IAEA:s regler föreskriver att transportbehållarna ska förseglas på ett sätt som visar att de inte blivit obehörigt öppnade. Troligen kommer en försegling att införas på samma sätt som görs på Sigyns transporter från 1997.

Varje kapsel har en unik identifiering, som kan kontrolleras vid djupförvaret i samband med att kapseln lyfts ur transportbehållaren. Den grundläggande principen för safeguardssystemet i djupförvaret är att uppgifter om mottagna kapslar med bränsle skall överensstämma med motsvarande uppgifter om utskeppade kapslar från inkapslingsanläggningen. Vidare dokumenteras uppgifter om vilka kapslar som har deponerats, var de har deponerats och när deponeringstunneln har förslutits.

Bränslet i den tätsvetsade kapseln är extremt svåråtkomligt. Endast med utrustning i inkapslingsanläggningen och under strålskyddade förhållanden kan kapseln öppnas. Kapseln hanteras inom samma organisation under hela förloppet från inkapsling till deponering. Avläsningen av kapselns identitet vid djupförvaret utgör en extra garanti att dokumentationen stämmer och att innehållet är orört under transporten.

Om så erfordras kan man genom mätning på de återgående transportbehållarna förvissa sig om att inget kärnbränsle lämnar anläggningen. Mätningen kan utföras på behållarna på de järnvägsvagnar som lämnar området.

3.6 Kvalitetskrav

3.6.1 Allmänt

Byggnader och utrustningar vid djupförvaret konstrueras och kontrolleras enligt tillämpliga svenska föreskrifter och normer. Utöver detta ställs särskilda krav för utrustningar som kan vara av betydelse för säkerheten. Utrustningen indelas i olika kvalitetsklasser på ett sätt som motsvarar förhållandet i CLAB. För olika typer av mekanisk utrustning i en viss kvalitetsklass utarbetas specifika dokument - teknisk bestämmelse - innehållande kvalitetskrav för utrustningen.

För djupförvaret tillämpas SKI-föreskriften "Statens kärnkraftsinspektions föreskrifter om mekaniska anordningar i kärntechniska anläggningar" (SKIFS 94:1).

Berörd utrustning delas in i olika säkerhetsklasser beroende på deras betydelse för omgivningssäkerheten. Säkerhetsklassen styr kvalitetsklassen och elektrisk funktionsklass och därmed kraven. Denna klassificering av utrustning anges i klassningslistan.

3.6.2 Kvalitetsklassificering

Byggnader och mekanisk utrustning i djupförvaret är indelade 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 och för denna gäller tillämpliga konventionella normer.

Utrustningens kvalitetsklasser redovisas under detaljkonstruktionsskedet.

3.6.3 Seismisk klassificering

Vid djupförvaret finns ingen utrustning som vid felfunktion eller nerfall kan orsaka spridning av radioaktivt material till omgivningen. Detta gäller också fel eller missöden som kan uppstå till följd av jordbävning.

Med hänsyn till personsäkerheten konstrueras lyftdon, främst traverser, så att de inte kan falla ner vid skakningar jämförbara med jordbävning.

3.7 Dimensionering av byggnader och bergrum

3.7.1 Dimensionering av byggnadskonstruktioner

Djupförvarets byggnader dimensioneras enligt konventionella svenska bestämmelser. Dimensionerande byggnadsbelastningar utgörs av s k "normala laster" och "extrema laster" enligt Boverkets Byggregler BBR 94 och Konstruktionsregler BKR 94.

Som exempel på normala laster kan nämnas egentyngd av byggnadsdelar och fasta komponenter, laster av rörliga komponenter, transportanordningar samt naturlaster av vind och snö (exklusive extremlaster).

Beträffande normala laster gäller att konstruktionen måste kunna ta upp dessa utan att få skador som äventyrar dess funktion. Detta tillgodoses i allmänhet av bestämmelsernas krav på tillåtna spänningar, nedböjningar och begränsning av betongsprickbildning.

Med "extremlaster" avses extremt osannolika laster till följd av missöden och dylikt inom anläggningen eller till följd av yttre påverkan.

Följande extremlaster beaktas:

- Mekaniska slag och stötar.
- Tappade föremål.
- Vind- och snölast.

De flesta transporter av tunga laster vid djupförvaret sker nära marken. Därigenom begränsas skador vid ett eventuellt missöde.

3.7.2 Bergrummens och tunnarnas stabilitet

Bergrum och tunnlar ska utformas och uppföras på ett sådant sätt att driften i anläggningen kan bedrivas säkert och utan störningar.

Eftersom det är av vikt att bergras eller nedfall av mindre stenar ej förekommer över hanteringsutrustning och personal genomförs ett program för säkerställande av bergrummens stabilitet. Exempel på åtgärder i detta program:

- Förundersökning av berget och bestämning av dess egenskaper görs före byggstart.
- Beräkning och mätning av deformationer och spänningsförhållanden i berget genomförs vid olika skeden i utsprängningen.
- Bergrummen förstärkes dels genom generella förstärkningsåtgärder och dels genom kompletterande åtgärder där sådana befinner sig nödvändiga med hänsyn till bergets beskaffenhet.

3.7.3 Tunnarnas dimensioner

Deponeringstunnarnas tvärsnitt hålls så litet som möjligt av kostnadsskäl. Det bestäms av kapslarna, bentonitblocken och den utrustning som ska arbeta där. Höjden avgörs av kapselns längd, ca 4,8 m, strålskärmsstubens gavel och vinschen som sänker ner kapseln. Man låter kapselns nedre ände sticka ner i deponeringshålet då den vinklas till vertikalt läge. Tunnelhöjden kan då begränsas till ca 5 m.

Tunnarnas bredd styrs i grunden av strålskärmsstubens och bentonitblockens diameter. Deponeringsmaskinens bärande ram, räls, hjul och utrustning tar visst utrymme utanför diametern. Mellan maskin och bergvägg ska finnas plats för personal för service och underhåll, samt för tunnelns servicesystem såsom ventilation och elförsörjning. Detta har lett till en bredd på ca 5 m.

Avståndet mellan deponeringshål och -tunnlar har bestämts av temperaturberäkningar för berg och bentonit. En lämplig avvägning mellan resteffekten hos kapselns bränsle-

innehåll, som ger kapselstorleken, kapselavståndet och tunnelavståndet har lett till den här redovisade utformningen av förvaret. Kapselavståndet är 6 m och tunnelavståndet är 40 m.

3.8 Skydd mot inre och yttre påverkan

3.8.1 Översvämning

Djupförvaret utformas och förläggs så att inte yttre översvämning kan förekomma. Inre översvämning från processen är inte aktuell; det finns ju inga vattenmängder. Översvämning av bergets vatten är det enda som kan förekomma men det bör hanteras som vid vanlig gruvdrift.

Redan vid valet av bergblock för deponering väljer man block med låg vattenföring. Vid upptagningen av tunnlarna observerar man vattenförande zoner och sådana injekteras under bergsarbetet. Deponeringstunnlar som skulle visa stor vattenföring pluggas igen och används inte.

På detta sätt har man eliminerat risken för att större vattenmängder kan förekomma under driften. Vatten från berget leds via tunnlarna till bergdränagehallen i centralområdet där det pumpas upp till marken. Dränagehallen har stora uppsamlingsbassänger som samlar vattnet vid perioder av avbrott i pumpningen.

3.8.2 Mekaniska slag och stötar

Det finns endast ett system med högt tryck i djupförvaret. Rörsystemet för uppumpning av bergdränaget i djupförvaret har ett driftryck över 50 bar. Det kan dock ej ge upphov till lösryckta brottstycken med stor slagkraft då temperaturen alltid är lägre än 100 °C. Trycket sjunker omedelbart vid ett rörbrott.

Risken för brottstycken i form av utstötning av bergblock diskuteras i avsnitt 3.7.2. Avfallet är väl inneslutet och skyddat i all hantering och kan inte skadas av förekommande stötar, se även avsnitt 3.3.1.

3.8.3 Jordbävning

Använt kärnbränsle som kommer till djupförvaret är inkapslat i en kapsel, som tål stora krafter och annan påverkan utan att innehållet riskerar att komma ut. Ytliga skador kan tänkas vid fall från de höjder, högst ett par meter, som är aktuella vid hanteringen. I djupförvaret kan således en jordbävning inte orsaka utsläpp av radioaktiva ämnen. Det finns alltså inget skäl till att lyftutrustningar, som skulle kunna tänkas tappa en kapsel, behöver dimensioneras för jordbävningens påverkan.

Ett krav som kan ställas är att traverserna vid en jordbävning ej faller ner och skadar personalen. De utformas därför med spärrar som låser dem vid traversbanan.

Följande anläggningsdelar och utrustning dimensioneras för jordbävning:

- Traversen i driftbyggnaden för hantering av transportbehållare
- Traversen i omlastningshallen
- Traverserna för lyft och deponering av övrigt avfall

3.9 Brandskydd

3.9.1 Allmänt

Brandskyddet skall möjliggöra utrymning vid brand samt förhindra uppkomst av egendomsskador.

Djupförvaret är försett utrymningsvägar i centralområdet och längst bort i deponeringsområdena. Det innebär dubblerade utrymningsvägar för alla delar utom deponeringstunnlarna. Krav på räddningskammare längst in i deponeringstunnlarna kan komma att ställas.

Brandskyddet består av brandsläckningssystem, brandventilationssystem och brandlarm.

Brand som direkt berör det inkapslade bränsle kan inte förekomma. Brand vid djupförvaret innebär därför ej någon radiologisk säkerhetsrisk.

Brandbelastningen i allmänhet är låg. Speciellt eftersträvas låg brandbelastning i bergrummen, t ex genom eldrift av fordon och utrustning. Större brandbelastningar kan dock föreligga i schakt och kulvertar för elkablar och i anslutning till annan elektrisk utrustning. I ovanlordsanläggningen är det främst dieselaggregat, dieseldrivna fordon och oljeförråd, som utgör större brandbelastningar. De finns inte i anslutning till avfallshanteringen och behöver bara omfattas av konventionella brandskyddskrav.

3.9.2 Brandteknisk separering, utrymnings- och insatsvägar

Anläggningen utformas enligt svenska brandnormer i tillämpliga delar, BBR 94 (Brandklass EI 60).

Normer eller anvisningar vad gäller brand som är direkt tillämpbara för bergrum finns ej. Svenska gruvföreningen har givit ut "Brandskydd i gruv- och berganläggningar", som ger viss vägledning. Vad avser brandcellsindelning och flyktvägar projekteras deponeringsdelen efter tillämpliga delar av SBN 75 och Kungliga Arbetarskyddsstyrelsens anvisningar nr 67 "Berganvisningar". Detta innebär bl a krav på två av varandra oberoende utrymningsvägar.

Räddningskammare placeras på lämpliga ställen i underjordsdelen.

En begränsad brand kan medföra att anläggningens drift stoppas.

3.9.3 Brännbart material

Brännbart material används endast där andra material är tekniskt eller ekonomiskt inadekvata.

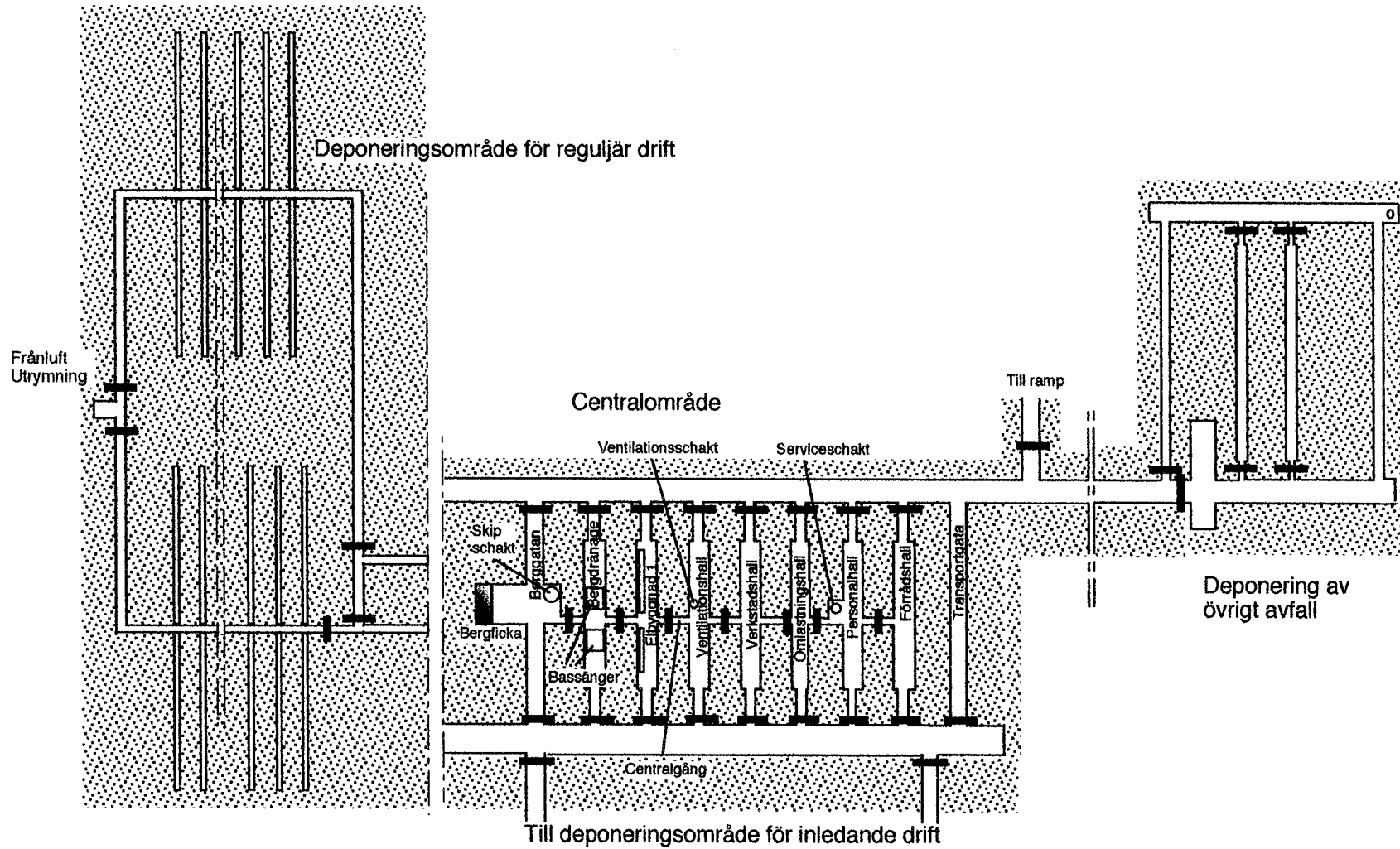
Mängden av olja och andra brännbara vätskor hålls så låg som är praktiskt möjligt. Detta är speciellt viktigt i underjordsdelen.

3.9.4 Brandskyddssystem

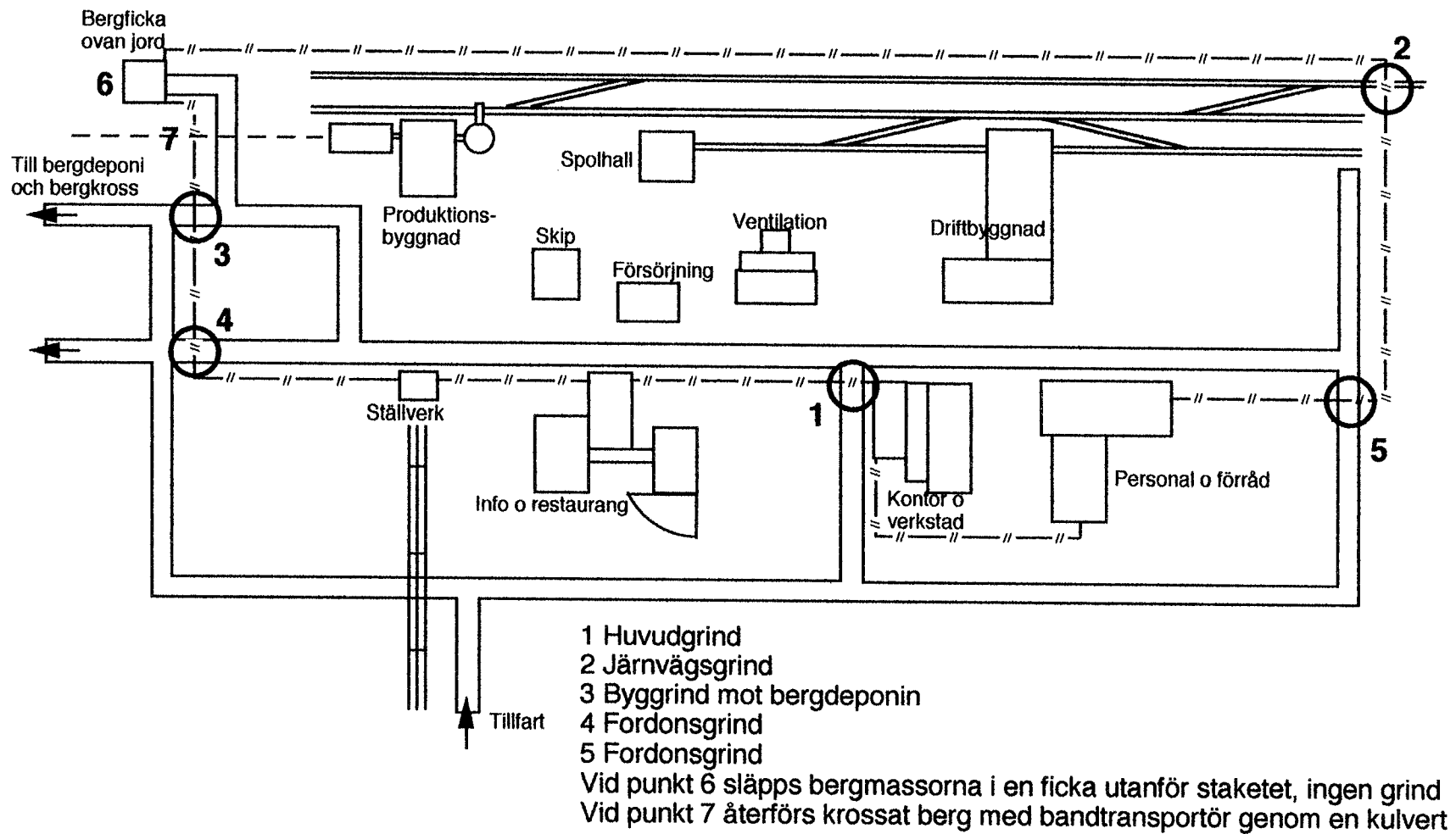
Brandvattensystemet, som förser brandposter och sprinklingsanläggningar med vatten konstrueras enligt krav i Svensk Byggnorm 75. Brandvatten- och sprinklingssystemen uppfyller kraven enligt regler för automatisk vattensprinkleranläggning 1977 Rus 120:2 FSAB med undantag för låsförregling av ventiler.

En beskrivning av systemutförande hos olika brandskydds- och släckningssystem ges i kapitel 5, avsnitt 5.2.8.

Något separat brandventilationssystem finns ej, utan brandventilation utföres med hjälp av ordinarie ventilationssystem, vilka konstrueras enligt krav i BBR 94.



Djupförvar. Placering av portar för sektionering och brandskydd.



Djupförvar. Ovanjordsdel. Tillträdesvägar till det inhägnade området.

Kapitel 4 – Kvalitetssäkring

4.1 Organisation och ansvarsfördelning

Ansvar för djupförvaret ligger hos Svensk Kärnbränslehantering (SKB).

SKB ansvarar för djupförvarets projektering och därmed för säkerhetsredovisningen gentemot myndigheterna.

SKB kommer att anlita en eller flera entreprenörer för uppförandet av djupförvaret. Även driften av djupförvaret kan komma att läggas på en lämplig entreprenör. Utan att begränsa SKB:s övergripande ansvar för den kärntekniska säkerheten skall entreprenörer vidtaga säkerhetsanknutna åtgärder som om ansvaret för säkerhetsfrågor åvilade entreprenören.

SKB:s principer för kärnsäkerhet, uttryckta i "policy för kärnsäkerhet", skall även vara tillämpliga inom entreprenörernas organisation.

Säkerhetsgranskning av anläggningsändringar och händelser som kan ha betydelse för säkerheten, sker enligt gängse rutiner inom SKB.

4.2 SKB:s kvalitetssystem

SKB har ett dokumenterat lednings- och kvalitetssystem. Systemet uppfyller i huvudsak kraven i SS-ISO 9001 samt kraven i "SKI:s föreskrifter för kvalitetssäkring i kärntekniska anläggningar och transport av kärnämne eller kärnavfall". Systemets uppbyggnad åskådliggörs i figur 4-1.

SKB:s Handbok för Ledning och Kvalitet (SKB-HLK) är det övergripande dokumentet för styrning av lednings- och kvalitetsfrågor. I dokumentet anges policies, ansvar, befogenheter, organisation och kvalitetskrav som skall 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 skall förhålla sig i frågor som berör SKB:s verksamhet.

Inom varje enhet och avdelning finns kvalitets- eller projekthandböcker som styr kvalitetsarbetet inom respektive organisationsenhet samt tillser att verksamheten omfattas av de övergripande kraven i SKB-HLK.

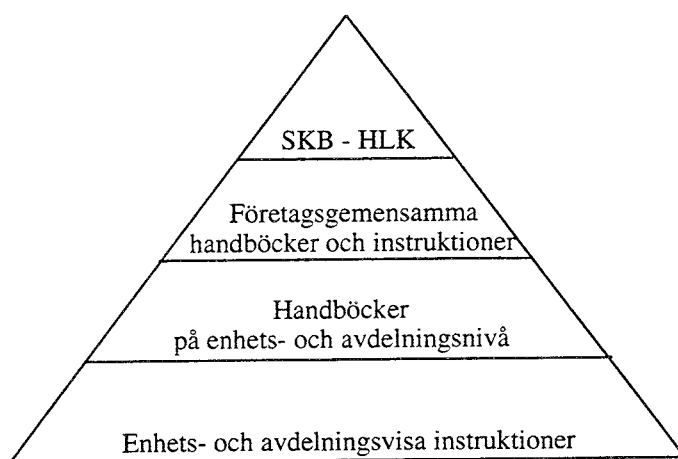
Genom återkommande kvalitetsrevisioner hos entreprenörerna skall SKB säkerställa att anläggningarna uppförs och drivs i överensstämmelse med gällande myndighetskrav och med erforderlig kvalitet och säkerhet enligt dokumenterade och fastställda rutiner.

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 djupförvaret uppfyller de av myndigheterna föreskrivna krav som avser följande:

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



Figur 4-1. SKB:s kvalitetssystem.

Kapitel 5 – Översiktlig anläggnings- och funktionsbeskrivning

5.1 Inledning

Anläggningen indelas i ovanjordsdel och underjordsdel.

Ovanjordsdelen består av ett inhägnat driftområde och utanför detta ett serviceområde.

Driftområdet innehåller följande huvuddelar:

- Bangård
- Driftbyggnad
- Produktionsbyggnad
- Infart till ramp
- Försörjningsanläggning
- Ventilationsbyggnad

Serviceområdet omfattar:

- Deponeringsområde för utsprängda bergmassor
- Information och restaurang
- Kontor och verkstad
- Personallokaler, garage och förråd

Underjordsdelen ligger ca 500 m under driftområdet och består av:

- Nerfartsramp
- Centralområde
- Deponeringsområden

Ovanjordsdelens situationsplan visas på figur 5-1 och underjordens på figur 5-2.

Byggnaderna för driften är dels en driftbyggnad, där transportbehållare med avfall lastas om från järnväg till truckar, dels en produktionsbyggnad där block av kompakterad bentonit färdigställs för deponeringshålerna och där lös bentonit blandas med bergkross för återfyllning av tunnarna. Driftbyggnaden har ett buffertförråd där avfallsbehållarna avvaktar vidare transporter. Transportbehållare, bentonitblock och återfyllnadsmassor förs ner till underjordsdelen med truck via den anslutande nerfartsrampen.

Servicebyggnaderna består av en försörjningsbyggnad för ventilation och annan försörjning, en personalbyggnad för bergpersonal med intillbyggt garage, en kontors- och verkstadsbyggnad och en informationsbyggnad med matsal. Det finns också ett ställverk för elförsörjning och en byggnad för spolning och avisning av järnvägsagnar.

Djupförvaret har ett centralområde, figur 5-3, med bergshallar för bergdränage, eldistribution, ventilation, verkstad, personal och förråd. I centralområdet finns även en omlastningshall för kapslar och en plats för tippning av bergmassor. Bergmassorna hissas därifrån med hiss i ett skipschakt.

Från centralområdet leder transporttunnlar till deponeringsområde 1 och 2 för bränslekapslar och till ett separat område för deponering av övrigt avfall.

Deponeringsområdet för övrigt avfall består av tre deponeringshallar, en för hårdkomponenter i långa kokiller och två för driftavfall i små kokiller och fat.

En ramp för avfall, bentonitblock och återfyllnadsmassor och hisschakt för personal och bergmassor förbinder ovanjordsdelen med centralområdet i underjorden. Det finns även ett tillufts- och ett frånluftsschakt från ventilationsbyggnaden till centralområdet. Ytterligare två schakt finns för deponeringsområdenas frånluft. De mynnar i separata byggnader utanför driftområdet. I dessa byggnader finns också räddningsutrustning för utrymning av deponeringsdelarna.

I avsnitt 5.2 ges en systematisk genomgång av anläggningens utformning. Här behandlas system och systemdelar som bedöms vara av betydelse för förståelsen av anläggningens funktion.

I avsnitt 5.3 ges en beskrivning steg för steg av hanteringsgången vid mottagning, hantering och deponering av kapslar med använt bränsle och kokiller och fat med förbrukade hårdkomponenter och annat avfall.

5.2 Anläggningsbeskrivning

5.2.1 Klassning av arbetsområden

Av byggnader ovan mark är endast driftbyggnadens buffertlager klassat som zonindelade område, se avsnitt 3.2.2.

I underjordsdelen finns två separerade arbetsområden, det radiologiskt zonindelade området och konventionellt gruvområde. Omlastningshallen och de tunnlar för kapslar och hallar för övrigt avfall där deponering pågår utgör zonindelade område. Alla övriga hallar och tunnlar ingår i det konventionella gruvområdet, där även området för bergarbeten ingår. Sedan deponeringshålen för kapslar fyllts upp till tunnelgolvet och strålningsnivån kontrollerats upphör tunneln att vara zonindelade område. Inför återfyllnaden av deponeringstunneln kan arbetsområdena skiftas. Figur 5-12.

5.2.2 Byggnader ovan jord

De för driften viktigaste byggnaderna ovan jord utgörs av

- Driftbyggnaden
- Kontors- och verkstadsbyggnaden
- Produktionsbyggnaden
- Ventilationsbyggnaden

Nedan följer en beskrivning av dessa byggnader ovan jord.

Driftbyggnaden

Driftbyggnaden utgör förbindelse mellan järnväg och nerfartsramp. I byggnaden finns ett järnvägsspår med lastplats, ett buffertförråd för transportbehållare och en lastposition för ramptrucken. En travers ombesörjer transporten av behållare i byggnaden. Ett serviceschakt med hiss förbinder byggnaden med underjordsanläggningen.

Buffertförrådet planeras för 15 positioner för transportbehållare för kapslar och kokiller med övrigt avfall.

Anläggningens drift leds från driftbyggnaden. Det omfattar transporter, bergdrivning och hålborming, deponering och återfyllnad. Det finns ett driftkontrollrum för driftövervakningen. Det är endast bemannat under drifttid (dagtid). Driftpersonalen är placerad i driftbyggnaden och personal till och från underjorden passerar genom en passeringskontroll som alltid är bemannad då arbeten pågår under jord. Huvuddelen av personaltransporterna till underjorden sker med hissen.

Kontors- och verkstadsbyggnad

I kontorsbyggnaden finns platsledningen samt avdelningar för administration och ekonomi. I byggnaden handläggs också områdets skötsel, teknik, bergtekniska och andra analyser, säkerhet och skyddsfrågor. Data om geologi och bergteknik lagras i en centraldator i kontorsbyggnaden.

Det finns en reception med vaktfunktion och en kontrollpanel för allmän övervakning av anläggningens allmänna funktioner såsom ventilation, belysning och områdesövervakning. Receptionen är ständigt bemannad. Under tid utanför drifttiden förs vissa funktioner över från driftkontrollrummet i driftbyggnaden.

Produktionsbyggnaden

Produktionsbyggnaden placeras intill bangården och i närheten av driftbyggnaden och infarten från bergkrossen. Byggnaden består av två delar, en för produktion och förråd av bentonitblock och en för blandning av lös bentonit och bergkross. Bentoniten kommer med järnväg och lossas till en silo, placerad intill byggnaden. Därifrån matas den till produktionsdelen och blandningsdelen. Produktionsdelen innehåller en press för blocktillverkningen och maskiner för bearbetning av blocken. Förrådet har utrymme för färdiga block och för lastning av blocken på truckvagn för nertransport till deponeringshålen.

Blandningsdelen har en mindre doseringstank för bentonit, ett doseringskärl för bergkross och två blandare. Bentonittanken fylls på från silon. Bredvid byggnaden står en silo för krossat berg. Den matas med transportband från bergkrossen, som är placerad i anslutning till deponeringsområdet för utsprängda bergmassor. Kapaciteten hos blandare, tank och kärl anpassas så att en container om 15 m³ kan fyllas varje timme.

Ventilationsbyggnaden

Denna byggnad ska ombesörja ventilationen för underjordsdelen. Den är placerad vid ett schakt som för luften till centralområdet, varifrån den fördelas i centralområdet och deponeringsområdena. Ett frånluftsschakt från centralområdet leder frånluft till byggnadens frånluftsskorsten. Frånluften från deponeringsområdena för kapslar respektive annat avfall tas upp via två separata schakt i vardera änden av förvaret.

Övriga byggnader

Av övriga byggnader kan nämnas en spolhall där järnvägsvagnar och avfallsbehållare kan spolats rena och där även is och snö kan avlägsnas innan behållarna körs in i driftbyggnaden.

5.2.3 Bergrum och tunnlar i underjordsdelen

Rampen

I rampen går truckarna med kapslar, övrigt avfall och bentonitblock. Rampen utförs som en spiral. Den har en stigning på 1:10 och blir därmed ca 5 km lång från driftbyggnaden till nivån på 500 m djup.

Centralområdets hallar

Underjordens centralområde har bergshallar för omlastning av kapslar, bergdränage, eldistribution, ventilation, verkstad, personal och förråd samt en bergficka för tippning av bergmassor intill ett skipschakt. Figur 5-3.

Deponeringsområden för kapslar

Det finns två deponeringsområden för kapslar, som står i förbindelse med centralområdet via transporttunnlar. Det ena är mindre och används under det inledande driftskedet, då ca 400 kapslar deponeras i ett tiotal deponeringstunnlar. Efter utvärdering börjar den reguljära driften, då huvudparten av kapslarna deponeras i det andra, större deponeringsområdet i ett hundratal deponeringstunnlar.

Deponeringsområde för övrigt avfall

Från centralområdet leder en tunnel till deponeringsområdet för övrigt avfall, som består av tre deponeringshallar, en för hårdkomponenter i långa kokiller och två för driftavfall i små kokiller och fat. I anslutning till transporttunneln finns lossningsplatser för avfallet. Där finns också en elbyggnad för den lokala elförbrukningen med kontrollrum och personalutrymmen. Figur 5-4.

5.2.4 Utrustning för deponeringen

Nedan ges en sammanställning av den för driften erforderliga utrustningen.

Driftbyggnad

Driftbyggnaden innehåller

- Buffertförråd för uppställning av transportbehållare
- Travers för behållare
- Personhiss med hissmaskineri
- Kontrollutrustning för driftövervakning och driftkontroll

Produktionbyggnad

Produktionbyggnaden innehåller

- Silor för bentonit
- Transportörer för bentonit
- Doseringsutrustning för blockpressen
- Press och bearbetningsmaskiner för bentonitblock
- Doseringstank för bentonit till blandare
- Doseringskärl för bergkross
- Blandare för bentonit och bergkross
- Traverser för bentonitbehållare till pressen och för bentonitblock

Ventilationsbyggnaden

Ventilationsbyggnaden innehåller till- och frånluftaggregat för underjordsdelens ventilation.

Frånluftaggregat finns också i två separata byggnader ovanför schakt i vardera änden av deponeringsområdet. De innehåller också räddningsutrustning såsom nödhissar och brandbekämpningsmateriel.

Utrustning i ställverksbyggnaden

Ställverksbyggnaden innehåller transformator och ställverksutrustning för inkommande kraft, distribution av kraft till anläggningens skilda delar och ett reservkraftaggregat.

Utrustning i rampen

Rampen har en strömskena för truckarnas drift. Den sträcker sig från driftbyggnaden via underjordsdelens centralområde och ut till de tre deponeringsområdena. Strömskenan matas från en kabel i ett vertikalt schakt, som ansluter till spiralen. Matning finns vid varje varv på spiralen.

Det finns ett uppföringssystem för vatten i rampen. Det består av ett antal pumpgröpar med pumpar som successivt trycker upp vattnet från den lägsta nivån upp till rampens mynning. Från mynningen leds vattnet till en sedimenteringsbassäng.

Utrustning i centralområdets hallar

Omlastningshallen är en öppen hall som används för överföring av kapslar till en strålskärmsstub.

I omlastningshallen lossas transportbehållarna med kapslar. Det finns uppställningsplatser i hallen för behållare, stötdämpare och lock. Hallen har också en travers för lyft av behållare och andra komponenter. Det finns plats för tubvagnen som forslar kapseln i strålskärmsstub till deponeringsmaskinen. Det är möjligt att omlastning också behöver göras av bentonitblock och återfyllnadsmaterial. Hallen förses då med ytterligare lyftdon.

Personalhallen innehåller en byggnad med faciliteter för personalen såsom toaletter, tvättrum, vilorum, städrum och förråd. Där finns vidare några arbetsrum bl a för närövervakning av verksamheten i berget och den utgör en samlingspunkt för besökande. Hisschaktet från driftbyggnaden ansluter nära personalhallen.

Verkstadshallen är en öppen hall med en travers som betjänar hela ytan. Den har utrustning för reparation och service av fordon och maskiner i berget.

Förrådshallen är också en öppen hall som utgör en uppställningsplats av utrustning, då den inte behövs i tunnlarna. Hallen är utrustad med en travers och gaffeltruck.

Ventilationshallen innehåller ventilationsfläktar med värmare för distribution av tilluften till de olika delarna av underjordsdelen.

Hallen för eldistribution innehåller en byggnad med ställverk, transformatorer och tillhörande kontrollutrustning för distribution av elkraft till samtliga underjordsdelar.

Bergdränagehallen är en öppen hall som innehåller uppsamlingsbassänger för bergdränaget och uppfordringspumpar. Bassängerna är tillräckliga att samla upp bergdränage under minst 12 timmar vid pumpbortfall. För service av utrustningen finns en travers.

Bergfickan innehåller en tömningstratt där dumprarna tömmer bergmassorna. Fickan har ett galler för avskiljning av stora block. Det finns utrustning för att spräcka sådana block. Bergmassan faller ner i en skip som hissar upp den till markytan.

Utrustning i deponeringsområden för kapslar

I deponeringstunnelarna för bränslekapslar finns en deponeringsmaskin som sköter deponeringen av såväl kapslar som bentonitblock. En skiftpall utgör en mellanplattform för överföring av kapslar mellan tubvagn och maskin. Deponeringsmaskinen går på räls och marken mellan rälerarna är avjämnad med betong. Med hänsyn till personsäkerheten är deponeringshålen täckta. En servicevagn transporterar bentonitblock i tunneln. Den kan även komma att deponera blocken, men i denna beskrivning utför deponeringsmaskinen denna uppgift. Transporttunnelarna har strömskenor för fordonsdriften och kablar för försörjning av övrig utrustning. I dessa tunnlar ställs tillfälligt servicevagnen och skiftpallen. Deponeringstunnelarna förses med lokal ventilationstrumma med fläkt. Deponeringsdel 2 visas i figur 5-5.

Utrustning i deponeringsområden för övrigt avfall

Deponeringshallarna för övrigt avfall, hårdkomponenter och driftavfall, betjänas av var sin travers. Traversen täcker hela hallen och går också ut till lossningsplatsen för truckarna. En lokal elbyggnad innehåller en underfördelning för kraftdistribution inom hallarnas område och troligen även en transformator. Byggnaden har batterier som ger nödförsörjning vid elavbrott. I elbyggnaden finns ett kontrollrum för fjärrstyrning av avfallshanteringen, personalutrymmen och städrum. Deponeringsdel för övrigt avfall visas i figur 5-4.

Betong tillförs successivt från marknivån. Den kan dels läggas kring kollina, dels läggs den ovanpå de betongplank som läggs som täckning över de fyllda utrymmena.

Efter avslutad deponering fylls utrymmena med bergkross och tillsluts med betongpluggar.

5.2.5 Kontrollutrustning

Anläggningens kontrollutrustning består av manöver- och övervakningsutrustning placerad i eller i anslutning till driftcentralen och kontorsbyggnaden samt lokalt ute i anläggningen. Principerna för styrning, ledning och övervakning visas på figur 5-6.

Från driftkontrollrummet i driftbyggnaden övervakas anläggningens drift. Övervakningen omfattar dels allmänna förhållanden i berg och driftbyggnad som temperaturer, radonkoncentration, hjälpsystemens drift, dels uppföljning av avfallshanteringen, främst via tv-monitorer. Kontrollrummet har också telefon- eller radioförbindelse med driftpersonalen. Hjälpsystem för ventilation och bergdränage styrs från detta kontrollrum. Det är också centralen för planering av driften.

I centralområdets personalhall finns kontrollutrustning huvudsakligen avsedd för övervakning av bergdrivning och deponeringsverksamhet i berget. Utrustningen ger samma information som i kontrollrummet och ger möjlighet till snabba hjälpinsatser vid felfunktioner.

Med kontrollutrustningen i kontorsbyggnaden övervakas och styrs funktionerna i övriga anläggningsdelar ovan jord.

I elbyggnaden för övrigt avfall finns ett mindre kontrollrum varifrån driften av denna anläggningsdel styrs. Överföringen av avfallskollin från truck till deponeringsplats manövreras från detta kontrollrum liksom ingjutningen med betong.

5.2.6 Aktivitetsövervakning

Bergshallarna och -tunnlarna övervakas beträffande innehållet av radon från berget. Ventilationsflödet anpassas så att radonhalten inte överstiger tillåtna värden.

Direktstrålning från avfallet övervakas lokalt med central registrering. Sådan övervakning finns i driftbyggnadens buffertförråd, i omlastningshallen och på och intill deponeringsmaskinen. Mätutrustningen ger lokalt larm, vilket varnar operatören vid förhöjd strålnivå.

Vid lossningsplatserna för övrigt avfall finns också monitorer som kontrollerar direktstrålningen och varnar personalen för tillträde då oskärmat avfall hanteras.

En portabel utrustning för mätning av luftburen aktivitet finns för kontroll i samband med missöden, där risk för frigjord aktivitet kunde misstänkas.

5.2.7 Elektriska kraftsystem

Huvudmatningssystemet för elkraft i ställverksbyggnaden utgörs av ett högspänningsställe med inmatning från riksnät. Byggnaden innehåller även reservkraftanläggningen.

Vid spänningsbortfall på inmatningen startar dieselgeneratoraggregatet automatiskt och förser delar av anläggningen med kraft. Dieselgeneratorns effekt väljes så att i första hand övervakningutrustning, personalhissar och nödbelysning försörjs. Vissa lyftdon, t ex kapsellyftet i omlastningen, kan förseras med dieselsäkrad kraft så att lasten kan sänkas till skyddat läge.

5.2.8 Brandskyddssystem

Ovanjordsdelen

Brandskyddssystemen i anläggningens ovanjordsdelen är:

- Brandvattensystem
- Brandvattensprinklingssystem
- Brandlarm

Brandvattensystemet matar, förutom utomhusbrandposterna, samtliga byggnader i anläggningen 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 försörjningsbyggnadens brandvattencentral. Denna ringledning förser även alla byggnader ovan jord med vatten.

Brandvattensprinklingssystemet 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 där vattensprinkling är en acceptabel släckningsmetod.

Sprinkling initieras automatiskt eller manuellt av utlöst brandlarm.

Utlösta brandlarm indikeras på en larmtablå i kontorsbyggnaden som visar drabbat utrymme.

Underjordsdelen

Räddningssystemet för skydd mot brand i underjordsdelen omfattar flera skyddsåtgärder, såsom

- räddningsstyrka och -utrustning
- alarmering
- utrymningsvägar och räddningskammare
- instruktioner med bl a handlingsplan i händelse av brand.

Utrustningen utgörs av sprinkler och brandposter fördelade i anläggningens utrymmen samt inbyggda släckningssystem och/eller handbrandsläckare på fordon. Anläggningen indelas i brandceller med branddörrar mellan olika delar. Ventilationsutrustningen sektioneras så att avstängning kan ske efter behov. Larmsystemet utgörs av rökdetektorer och sniffande system med automatik för utlösning av sprinkling och indikering och larmsignal i kontrollrum och hos vakt. Fläktar i deponeringstunnlarna stoppas på signal från lokala rökdetektorer men huvudventilationens markförlagda fläktar fortsätter driften vid brand. Anläggningen är utformad så att det finns två oberoende utrymningsvägar från alla delar utom deponeringstunnlarna. Utrymningsvägarna skyltas tydligt. Räddningshissar finns i anslutning till utrymningschakten i anläggningens ytterändar. För personsäkerheten installeras räddningskammare på lämpliga ställen och all personal förses med utrustning för personlig kommunikation.

5.3 Transport och hantering i anläggningen

5.3.1 Transporter av kapslar till anläggningen

Ett transportschema som ligger till grund för bedömningen av erforderliga kapaciteter, tider och buffertförråd har upprättats. Huvuddragen i schemat beskrivs nedan.

Ett tåg med 10 transportbehållare med bränslekapslar kör varannan vecka från omlastningshamnen till djupförvaret. Efter ankomsten till djupförvaret frikopplas loket, som sedan kan användas till övriga transporter, tills det är dags för en ny resa med transportbehållare.

Ett rangerlok tar hand om järnvägsvagnarna vid djupförvaret.

Vagnar och transportbehållare ska vintertid göras rena från snö och is innan behållarna lyfts in i buffertförrådet. Rengöring sker i spolhallen.

Transportbehållarna lyfts över till driftbyggnadens förråd. Tomma behållare kan lastas på järnvägsvagnarna så snart dessa blir lediga.

5.3.2 Transporter av annat gods till anläggningen

Övriga uppgifter för loket omfattar transport av bentonit, samt transportbehållare för kokiller med hårdkomponenter och annat avfall.

I det hanteringsschema som ligger till grund för denna beskrivning deponeras kokiller med hårdkomponenter samtidigt med bränslekapslar under 10 år av den reguljära driften. Även huvuddelen av övrigt avfall hanteras under denna period. De sista kollina med övrigt avfall finns tillgängliga först när driften vid CLAB och inkapslingsanläggningen avslutas och får alltså tas om hand sist.

Transportsystemet och djupförvaret har kapacitet för dessa avfallsflöden. Transporter och buffertar dimensioneras i denna rapport för den intensiva tioårsperioden med hårdkomponenter. Inkapslingsanläggningen har i nu planerad utformning inte kapacitet för hårdkomponenter i den takten, men de kan också färdigställas i annan lokal.

Transporter av annat avfall

Transportbehållare för kokiller med hårdkomponenter och annat avfall föreslås bli hämtade av loket på andra vagnar varannan vecka under den intensiva tioårsperioden. Kokillerna med hårdkomponenter förutsätts bli transporterade i transportbehållare typ 3 (se figur 5-6). Övrigt avfall ligger i transportbehållare typ 1. Samtliga behållare ska kunna placeras på samma upplag som transportbehållare för kapslar både på vagnarna och i buffertförrådet.

Buffertförrådet i driftbyggnaden ska ha utrymme för ca 15 transportbehållare. Positionerna används omväxlande för båda slagen av behållare.

Transporter av övrigt material

Efter transportererna med avfall har loket två dagar per vecka över för bentonit- och andra transporter. Ett rangerlok kan fordras i hamnen för att lastningen av vagnarna ska vara smidig. Det behövs under en dag varannan vecka och beräknas kunna hyras.

5.3.3 Driftbyggnad med buffertförråd

Driftbyggnaden utgör förbindelse mellan järnväg och nerfartsramp.

Rangerloket kör in en järnvägsvagn i driftbyggnadens ena ände. Efter lossning av surmingen lyfter en travers över behållaren till buffertförrådet. Buffertförrådet har 15 positioner för transportbehållare. Det är tillräckligt för kontinuerlig drift med deponering av en kapsel per arbetsdag och sju kollin med annat avfall på två veckor.

Från buffertförrådet lyfter driftbyggnadens travers över transportbehållare till ramp-trucken.

5.3.4 Nerfartsramp

Transporterna i rampen sker med eldrivna truckar.

Truckarnas hastighet vid nerfarten har valts ganska låg för att bromssträckan i händelse av fel på utrustningen ska reduceras. Farten har satts till ca 5 km/h, varför nerfartstiden blir ca en timma.

Rampen har försetts med mötesplatser med jämna mellanrum så att olika fordon kan mötas. Utöver avfallstrucken kommer två truckar med bentonitblock och återfyllnads-massor samt något underhållsfordon att gå i rampen.

5.3.5 Bentonitinläggning före kapseldeponering

Deponeringsmaskinen, som deponerar både kapslar och bentonit, är rälsbunden. Den är utformad som en hjulförsedd balkkonstruktion med en strålskärmslåda, som innehåller en vridbar cylinder för deponeringen av kapseln. Den har också ett hjälplyft för bentonitblock. Maskinens funktioner drivs och manövreras elektriskt.

Maskinen placeras i läge över avsett deponeringshål. Den injusteras så att hjälplyftet centrerar över deponeringshålet.

Prepareringen av deponeringshålen visas i bilaga 2.

Deponeringshålets botten är förut avjämnad till en horisontell yta med sand/betong, så att den utgör en plan grund för bentonitblock och kapsel. En bentonitvagn med lyftutrustning med en sats bentonitblock körs med truck från produktionsbyggnaden ovan jord genom rampen och fram till deponeringstunnelns mynning där blocken avplastas. Vagnen lyfter över blocken till en servicevagn i deponeringstunneln, som löper på samma räls som deponeringsmaskinen. Den för fram blocken till deponeringsmaskinen, som griper dem och lyfter ner dem i deponeringshålet. De ringformiga blocken fyller hålet till en mot kapseln svarande höjd och deras centrumhål ger ett för kapseln avmätt centralt utrymme. På den översta ringen läggs en skyddsring som skyddar blocken från skador då kapseln sänks ner.

Ett toppblock avsett att sättas ovanpå kapseln hängs i ett internt hjälplyft i strålskärmslådan. Servicevagnen förs undan för att förses med resterande block, bentonitpellets och bentonit-bergkross-blandning som fyller hålet efter kapseldeponeringen.

5.3.6 Hantering i omlastningshallen

Hantering i omlastningshallen visas i bilaga 1.

Trucken kör ner till omlastningshallen i centralområdet där en travers lyfter av transportbehållaren och placerar den i ett ställ. En tom transportbehållare lyfts på trucken som sedan kan återgå till driftbyggnaden.

Överflyttningen i omlastningshallen sker strålskärmad.

Behållarens stötdämpare demonteras, traversen reser behållaren till vertikalläge och ställer den i en grop för urlastning. Gropen är upptill försedd med en strålskyddsbox som skärmar mot omgivningen då kapseln exponeras. Över boxen står en vinschplattform.

Strålskärmsstuben som används vid deponeringen ställs ovanpå boxen. Behållarens lock och strålskärmsstubens botten monteras av med hjälp av rullbord inne i boxen. Med en tv-kamera monterad på ett av rullborden och riktad mot kapselns övre yta identifieras kapseln.

Tube är försedd med en gripenhet för kapseln som är fäst vid en inre fläns i tubens överdel. Den skärmar strålningen uppåt. En vinsch på vinschplattformen fästs vid gripenheten, lösgör den från tube och sänker ner den till ingrepp i kapseln i dess greppursparing. Vinschen lyfter upp kapseln till strålskärmtube, där gripenheten med hängande kapsel åter låses.

Under lyftet granskas kapselns cylindriska del med hjälp av tv-kameror placerade i boxen. Därigenom kan eventuella skador observeras.

Tubens bottenlock appliceras med det ena rullbordet och tube med kapsel lyfts, tippas ner till horisontellt läge och läggs på ett ställ där den sedan kan hämtas av den eldrivna tubvagnen. Vagnen för kapseln via driftgatorna till avsedd deponeringstunnel.

Den tomma transportbehållaren inspekteras internt beträffande skador, förses åter med lock, lyfts upp ur gropen och läggs ner, och stötdämparna monteras. Behållaren är sedan färdig att avhämtas av ramptrucken vid nästa resa.

Eventuella skador på behållaren noteras men inga åtgärder vidtas. Reparationer utföres vid inkapslingsanläggningen.

All hantering från inkapslingsanläggningen till djupförvaret sker med kapseln väl skyddad, vilket garanterar att inga skador kan uppstå. Om någon incident rapporteras från transporten, som skulle kunna medföra oväntade påkänningar, kan en noggrann inspektion av kapseln behövas. En sådan utförs i omlastningen som beskrivits ovan, men kan också göras efter återgång till inkapslingsanläggningen, där lämplig utrustning finns.

All viktig information om kapsel och transportbehållare överförs till en central dator för dokumentation.

5.3 7 Transport av kapsel till deponeringsmaskin

Den eldrivna tubvagnen med kapsel i strålskärmtube kör fram till deponeringsmaskinen i område 1 vid inledande drift och område 2 vid reguljär drift. Deponeringsförfarandet är detsamma vid båda områdena.

Utrymmet vid tunnelmynningen är avpassat för tubvagnens svängradie som gjorts så snäv som möjligt för att mängden utsprängt berg ska sparas. Vagnen drivs från omlastningen med ström från transporttunnelarnas strömskena.

Vagnen körs fram till en skiftpall, som utgör en mellanplattform innanför deponeringstunnelns mynning, där tube med kapsel skjuts över. Deponeringsmaskinen körs fram till skiftpallen och tube förs in i deponeringsmaskinens strålskärmslåda. Maskinen flyttas till deponeringshållet.

5.3.8 Deponering av kapslar

Deponeringsförfarandet visas bilaga 3.

I deponeringsmaskinens strålskärmlåda delas strålskärmtuben så att dess bottendel dras undan från den vridbara cylindern och in i ett väntläge. Deponeringsmaskinen vrider tubens överdel med kapsel till vertikalt läge, varvid kapseln sticker in ett stycke i deponeringshålet. Kapseln hålls fast av gripenheten i tubens topp. Tuben sänks ca en meter ner i deponeringshålet. En vinsch på maskinen förs fram över tuben, griper i gripenheten i tubens övre ände och lossar gripenhetens grepp i tuben. Kapseln sänks nu ner till sitt slutliga läge med vinschen. Kapseln i sin slutliga position i deponeringshålet visas på figur 5-9 och deponeringsmaskinen på figur 5-10.

Sedan gripenhetens grepp i kapseln lossats hissas den och sätts åter fast på tuben, varpå vinschen förs undan. Maskinen flyttas så att toppblocket av bentonit kan sänkas ner med hjälpflyftet och läggas på kapseln. Tuben vrids tillbaka till horisontellt läge och bottendelen sätts åter fast. Maskinen transporterar tuben till skiftpallen där tubvagnen hämtar den och återför den till omlastningshallen.

5.3.9 Bentonitinläggning efter kapseldeponeringen

Toppblocket av bentonit skärmar strålningen från kapseln så att personalen kan beträda tunneln utan begränsningar.

Servicevagnen förs åter fram till deponeringsmaskinen. Skyddsringen tas bort och de resterande bentonitpluggarna sätts ner. Från vagnen släpps bentonitpellets ner i spalten mellan bentonitringar och berg. Spalten runt kapseln kommer eventuellt att fyllas med vatten, som bidrar till att snabbare föra bort kapselns värme. Deponeringsmaskinen placerar sedan två bentonitblock i hålet och resterande hålvolym fylls med bentonitbergkross-blandning från en behållare på servicevagnen. Då vagnen tömts ställs den i transporttunneln för att lastas med en ny sats block.

Alla deponeringshål är försedda med skyddslock som skyddar personalen från att ramla ner. Med hjälp av en mindre truck tas skyddslocket bort från det aktuella deponeringshålet och läggs tillbaka efter deponeringen. Det ligger kvar tills tunneln ska återfyllas.

5.3.10 Bergdrivning och hålbörning

Samtidigt med deponeringen pågår bergdrivning och hålbörning i djupförvaret. Deponeringen utförs i området för den ena transporttunneln och bergdrivningen i det andra. Verksamheterna avskiljs genom portar. Med några års tidsintervall byter områdena verksamhet.

Deponeringstunnlarna planeras drivas med konventionell börning och sprängning. Bergmassorna förs till centralområdets berggata, där de tippas i en bergficka och hissas upp till marknivån. Även berggatan avskiljs från det område där hantering för deponering pågår. Se figur 3-1.

Efter skrotning, besiktning och ev bergförstärkningsarbeten, samt montage av räls och utrustning för luft, kraft och belysning börjar deponeringshålen borras. Först borras ett

pilothål så att bergkvaliteten kan undersökas. Därefter borras hålet upp till full diameter. Arbetet avslutas med att botten avjämnas med sand eller betong.

Ventilationsluften tillförs genom en ventilationstrumma i deponeringstunneln. Vid tunnelmynningen ansluts en fläkt till ventilationstrumman i transporttunneln.

5.3.11 Återfyllning av deponeringstunnlar

Så snart samtliga deponeringhål i en tunnel fyllts kommer tunneln att återfyllas.

Återfyllningen tillhör deponeringssidans område. Återfyllnadsmaterialet utgörs av bergkross med en inblandning av bentonit. Blandningen görs i produktionsbyggnaden.

Deponeringsmaskinen flyttas till nästa tunnel, rälsen, ventilationstrumman och den ev belysningen tas bort.

Återfyllnadsmaterialet lastas i container som körs med truck från produktionsbyggnaden genom rampen och fram till avsedd tunnel. I genomsnitt ska ca 140 m³ fyllning transporteras varje dag. Man kan räkna med att varje container kan lasta 20 m³ vilket i genomsnitt betyder 7 resor med truckar per dag. Dessa transporter bör kunna ske med högre hastighet än kapseltransporterna. Vi räknar med en halv timmes nerfart och lika mycket för uppfart. Med lastning, lossning och nödvändiga pauser bör man räkna med två timmar per resa. Två truckar kan klara transporterna på dagskift med viss marginal.

Fyllningen matas över till en behållare tillhörande en utläggningsmaskin. Materialet läggs omväxlande ut i lager av maskinen och kompakteras av en annan maskin. Figur 5-11. Då tunneln fyllts förseglas den med ett avtätande skikt.

5.3.12 Deponering av övrigt avfall

Behållare med kokiller med hårdkomponenter hämtas i driftbyggnaden av samma truck som transporterar behållare med kapslar. Trucken går direkt till en deponeringshall för hårdkomponenter i deponeringsområdet för övrigt avfall. Deponeringshallen har en travers som löper utefter hela dess längd och även går fram till truckens lossningsplats. Mellan lossningsplatsen och deponeringshallen finns en strålskyddsvägg, som traversen passerar över. Behållarens lock lyfts bort och traversen griper kokillen, lyfter den över strålskyddsväggen och för den till sin plats i deponeringshallen.

Vissa kokiller har en så stark gammastrålning att hela förloppet måste skötas fjärrstyrt sedan locket lyfts av transportbehållaren.

Behållarens lock sätts åter på och trucken återför behållaren till driftbyggnaden. Den transporteras tillbaka till inkapslingsanläggningen för förnyad användning.

Övriga kokiller och fat förs till deponeringshallen för driftavfall, där hanteringen går till på samma sätt.

Utrymmena för dessa avfall är uppdelade i sektioner. Avfallet kan successivt kringgjutats med porös betong om så erfordras. Då en sektion fyllts med avfall förses den med

betongplank, på vilka en betongbädd gjuts. Detta skyddar avfallet från ev inläckande vatten. Betongen blandas till i en anslutande lokal.

När en hall är fullt utnyttjad kan utrymmet kring avfallet fyllas med bergkross.

5.3.13 Ramptransporter till underjordsdelen

Som framgår av beskrivningen ovan går följande transporter i rampen varje arbetsdag

Transporter	Antal per dag	Cykeltid i timmar
Transportbehållare med kapslar	1	4
Transportbehållare med övrigt avfall	1	3
Bentonit	1	3
Container med återfyllnadsmaterial	7	2

Det behövs en truck för transportbehållare. Den kan klara både kapslar och övrigt avfall under dagskift. Transporterna med bentonit och återfyllnadsmaterial fordrar två truckar, som klarar dessa laster på ett något förlängt dagskift. Dessa senare truckar byter vagn eller behållare i transporttunnlarna mot tomma som tas tillbaka uppför rampen. Det kan då behövas något lokalt fordon för att förflytta bentonitvagnen och ev behållare i tunnlarna.

Med endast tre truckar gående i rampen blir mötena inte så många. Störningar till följd av sådana möten blir alltså måttliga. Man får dock räkna med viss övrig trafik i rampen för t ex underhållsarbeten och utbyte av utrustning. Sådana arbeten får anpassas till huvudtrafikens program. Besökande transporter i personhiss i schakt.

Bergmassor transporteras i skipschaktet.

5.3.14 Återtagning av kapslar

Deponerade kapslar kan av olika skäl behöva tas upp ur deponeringshålen. Skälen kan vara misstanke om skador som kan ha inträffat under deponeringen. I större skala kan återtagning utföras om man i ett senare skede bestämmer sig för en helt annan sluthantering av bränslet.

Så länge det finns löst material i deponeringshålet suges det upp med sandsug så att bentonitblocken friläggs. Därefter kan deponeringsmaskinen applicera samma ok som användes vid deponeringen och lyfta upp blocken och utföra deponeringssekvensen i omvänd ordning. Hela förloppet sker i strålskärmad miljö. Ev sandsugning nära kapseln måste dock ske fjärrstyrt på grund av direktstrålning från kapseln.

I ett senare skede har bentoniten tagit upp vatten och blocken blir svårare att hantera. Då är det också möjligt att kapseln trycks fast av bentoniten. Borttagningen av bentoniten kräver då annan utrustning, t ex mekanisk borttagning eller kemisk upplösning av bentoniten med vatten. Detta kommer att verifieras genom försök i Äspö. Förfarandet kan vara tidskrävande men inga större svårigheter förutses. Sedan bentoniten avlägsnats kan kapseln hanteras strålskärmad med deponeringsmaskinen.

5.4 Avveckling av verksamheten

Verksamheten vid djupförvaret kan börja avvecklas då allt kärnbränsle deponerats. Delar av anläggningen används till deponering av rivningsavfall från kärnkraftsblocken, inkapslingsanläggningen och CLAB och avvecklingen av dessa delar kan slutföras först sedan rivningen av dem avslutats.

Återfyllnadsmaterialet utgörs av bergmassor eller bergkross med inblandning av bentonit. På vissa platser kommer betongpluggar att gjutas in.

Hur långt avvecklingen av ovanjordsdelarna ska drivas beror på den fortsatta användningen av området. Området kan antingen återställas till ursprungligt skick med den ändring av terrängen som bergdeponierna medför, eller kan viss industriell verksamhet nyttja de faciliteter som byggnader, vägar och servicefunktioner utgör.

Under avvecklingen utnyttjas servicesystemen så länge det är möjligt. Således bibehålls driften av ventilation, dränage, belysning mm medan delar av systemen ställs av i takt med återfyllningen. Under vissa skeden av avvecklingen kan provisoriska system behövas, framför allt krävs en ventilation av arbetsområdena då ursprunglig ventilation avskärmats och blivit obrukbar. Ventilationsschakten från centralområdet till driftbyggnaden används för den provisoriska ventilationen.

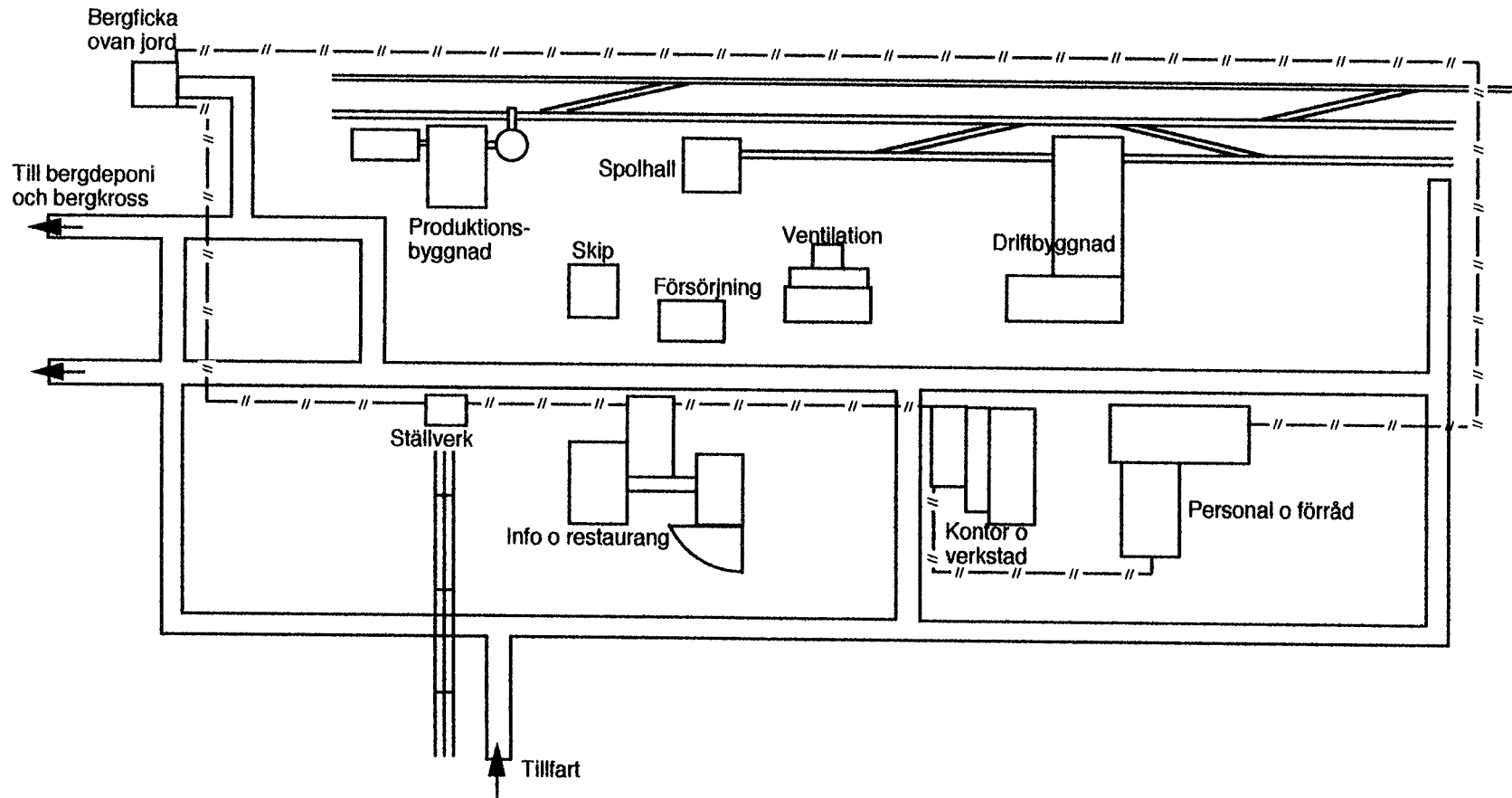
Installationerna i tunnarna, ventilation, belysning, kraftmatning etc, tas bort successivt under återfyllningen.

Den ena transporttunneln vid deponeringsområde 2 återfylls med början vid porten vid frånluftsschaktet och fram till centralområdet. Därefter börjar den andra transporttunneln fyllas på samma sätt. Därvid blir frånluftsventilationen avskuren och den ställs då av. Provisorisk ventilation för fyllnadsarbetet anordnas. Frånluftsschaktet återfylls och försluts med erforderliga betongpluggar. Frånluftsbyggnaden kan sedan rivas.

Återfyllnad av området för övrigt avfall kan pågå samtidigt. Traverserna demonteras men traversrälsen lämnas kvar. Bergssalarna fylls och ändarna försluts med betongpluggar. Utrustningen i elbyggnaden tas upp till marken. Elnischen kan användas för deponering av rivningsavfall från CLAB. I samband med återfyllnaden av transporttunnlarna stängs ventilationen av och provisorisk arbetsventilation ordnas. Frånluftsschaktet återfylls och frånluftsbyggnaden rivs.

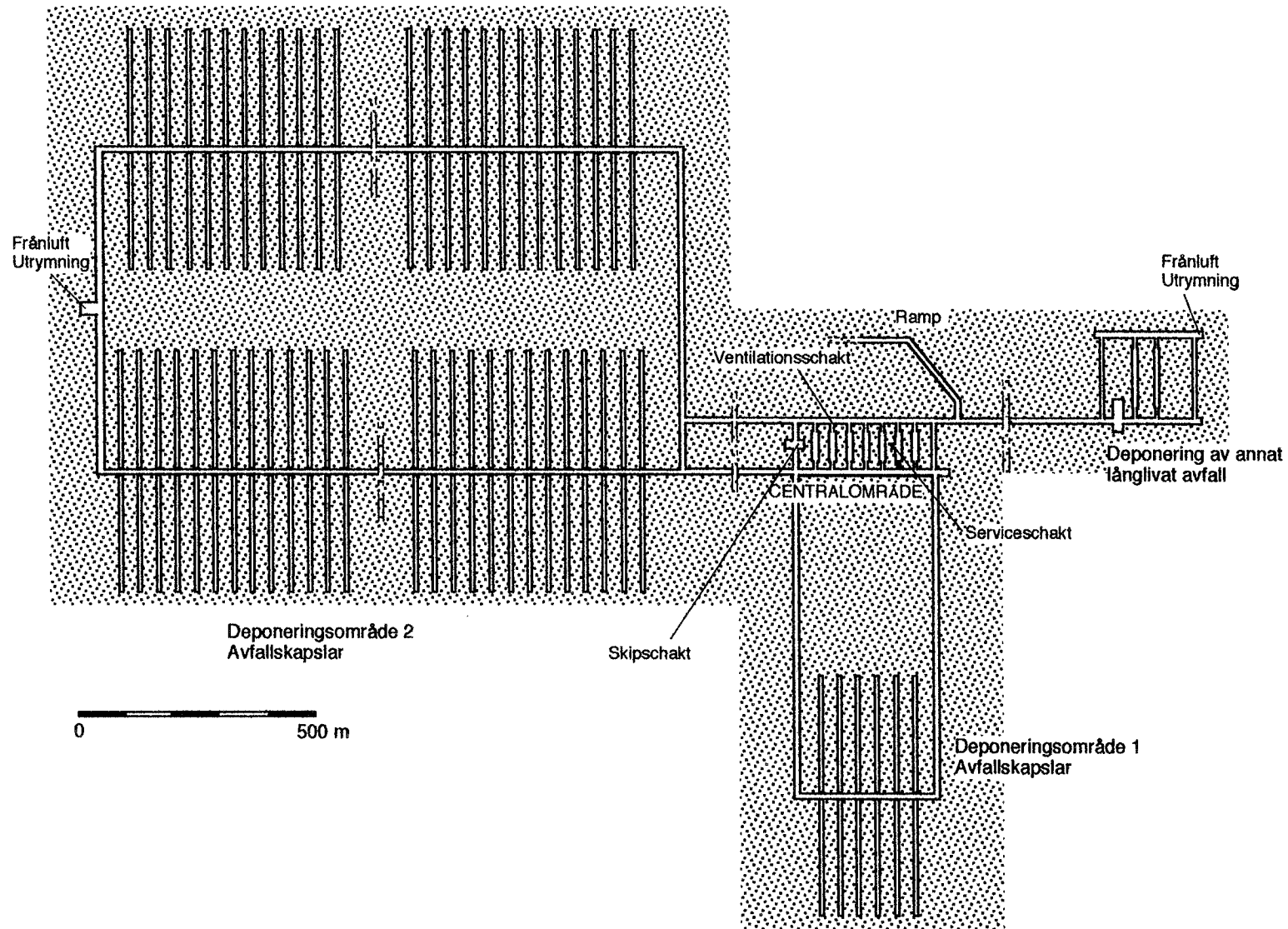
Sist utryms centralområdets hallar och återfyllning genomförs. Schakten återfylls och förses med pluggar i takt med att rampen återfylls. Schakten har påslog mot rampen vid varje varv och dessa påslog kan nyttjas för transport och ventilation under arbetet. Schakt och ramp försluts med betongpluggar vid marken.

Sedan underjordsdelarna återfyllts kan resterande del av anläggningen avvecklas. Denna avveckling betraktas som konventionell. Omfattningen av rivningen avgörs av den fortsatta användningen av området.

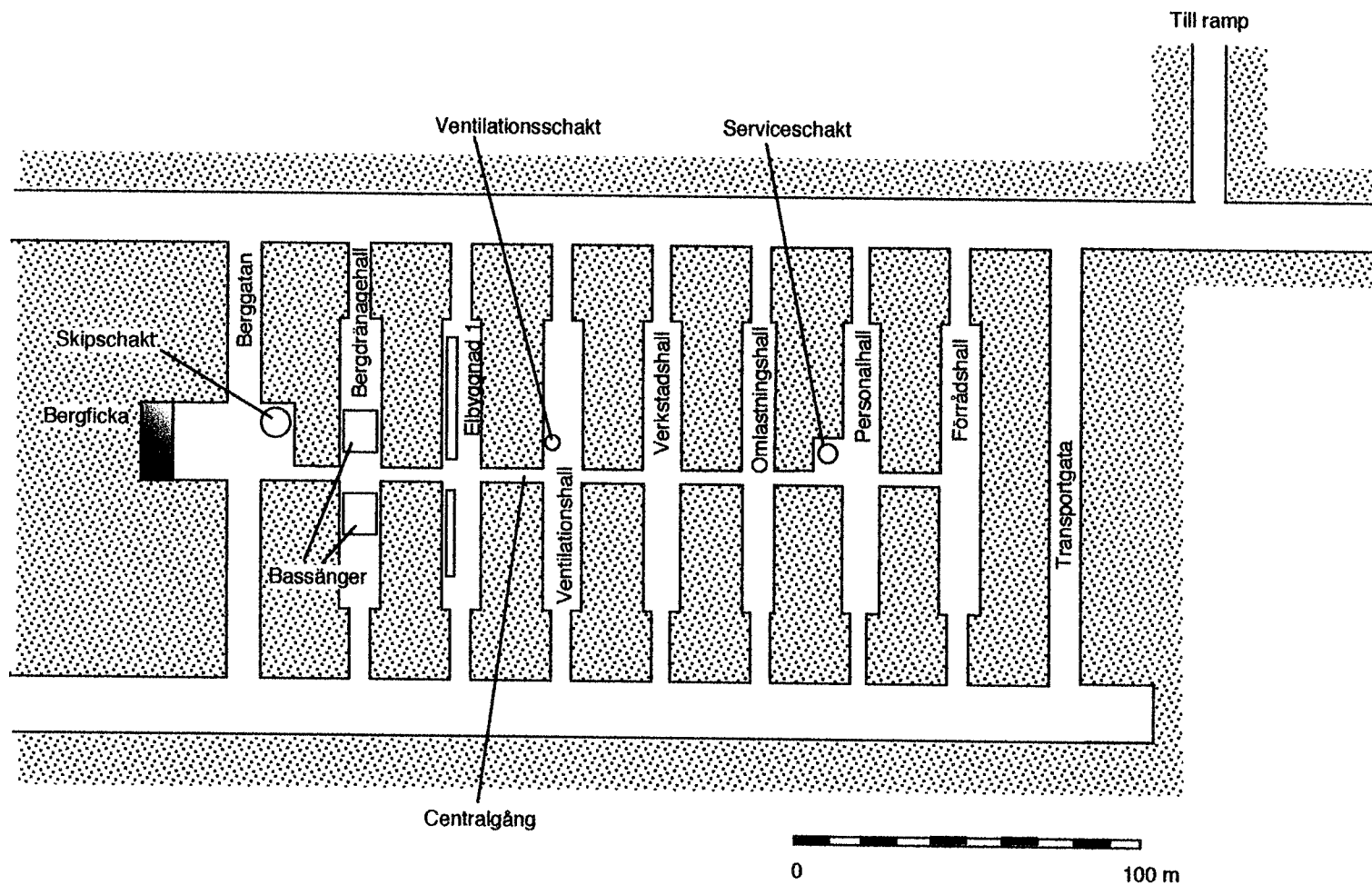


Djupförvar. Ovanjordsdel. Situationsplan

Figur 5-1

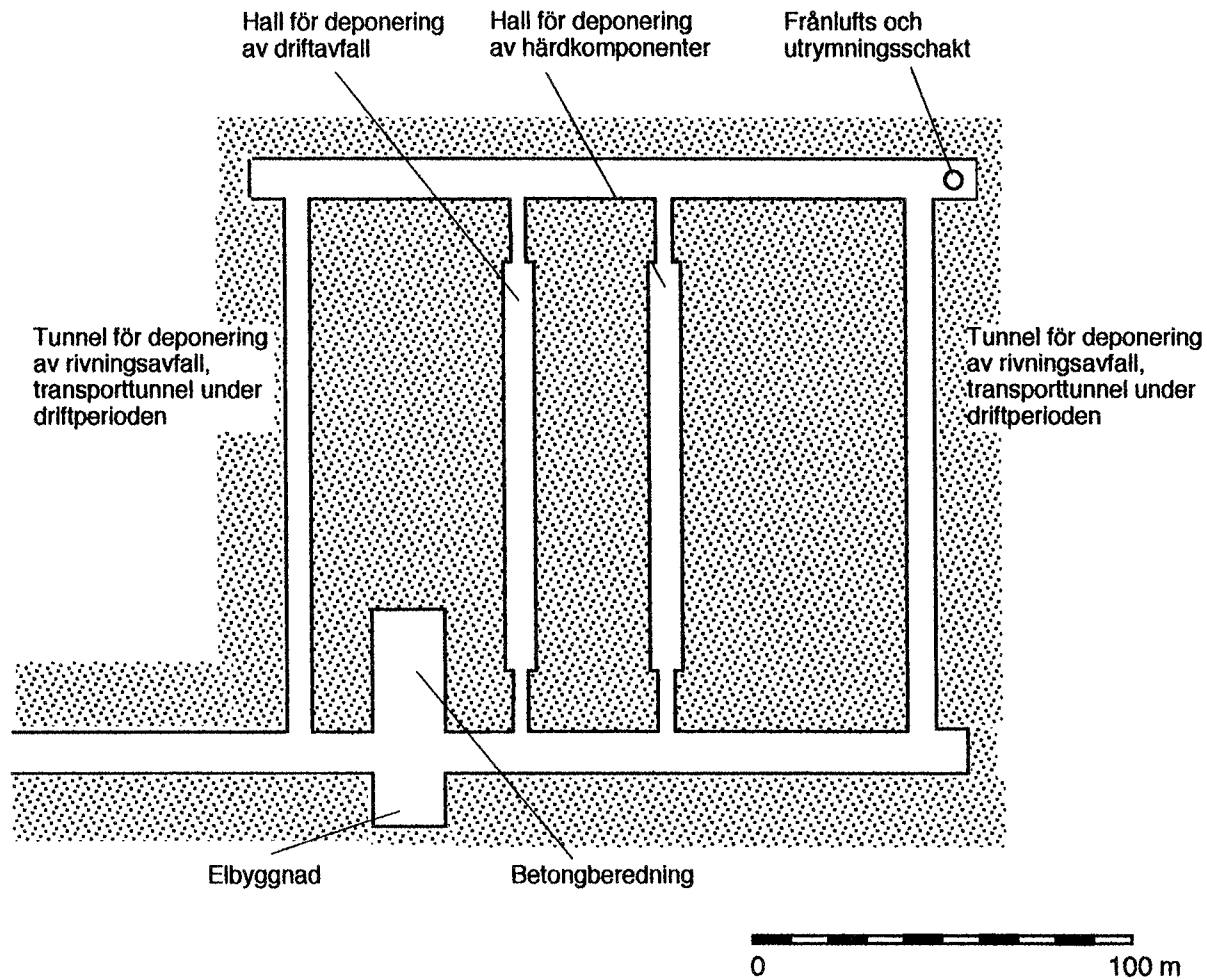


Djupförvar. Underjordsdelen. Situationsplan



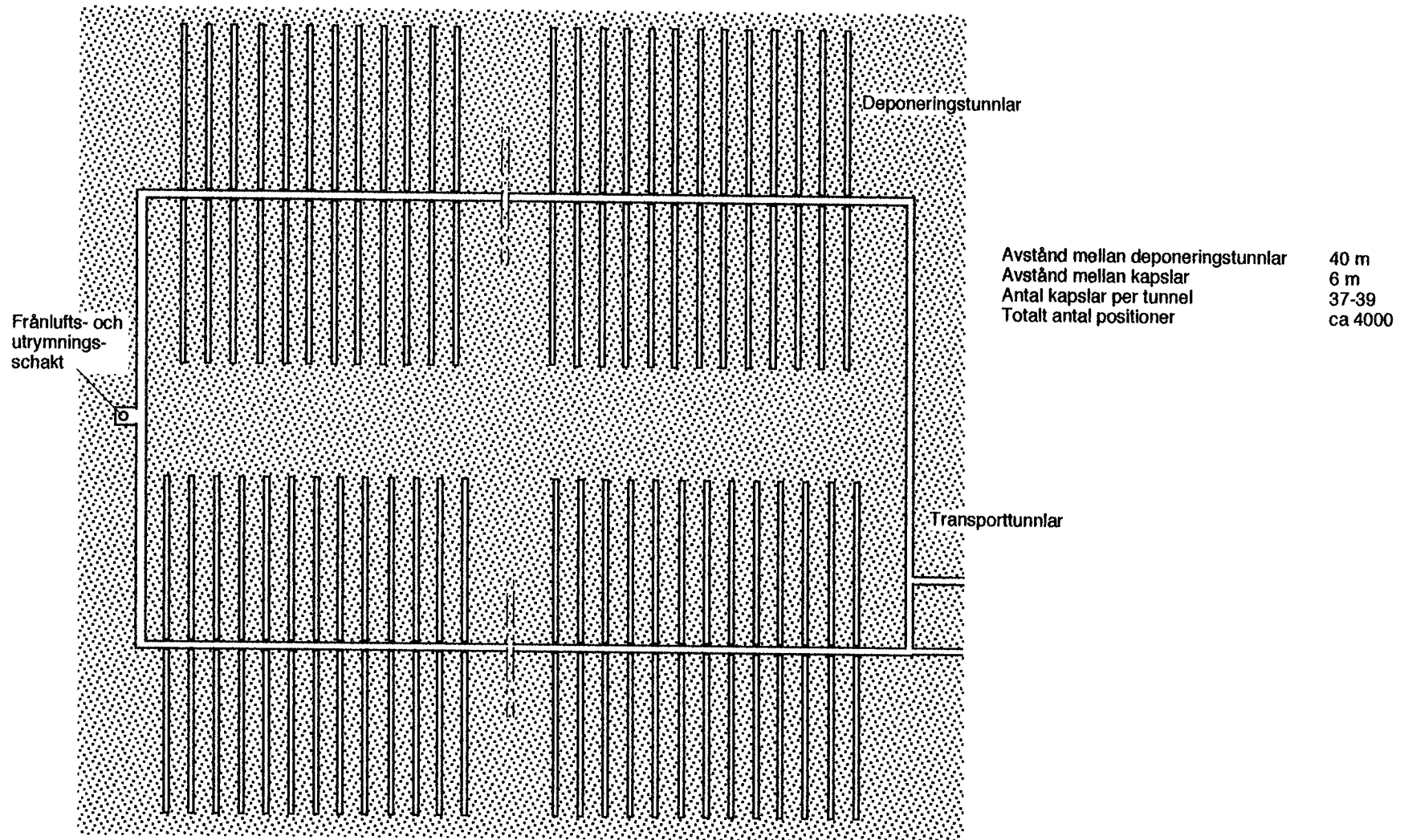
Djupförvar. Underjordsdelen, centralområdet.

Figur 5-3

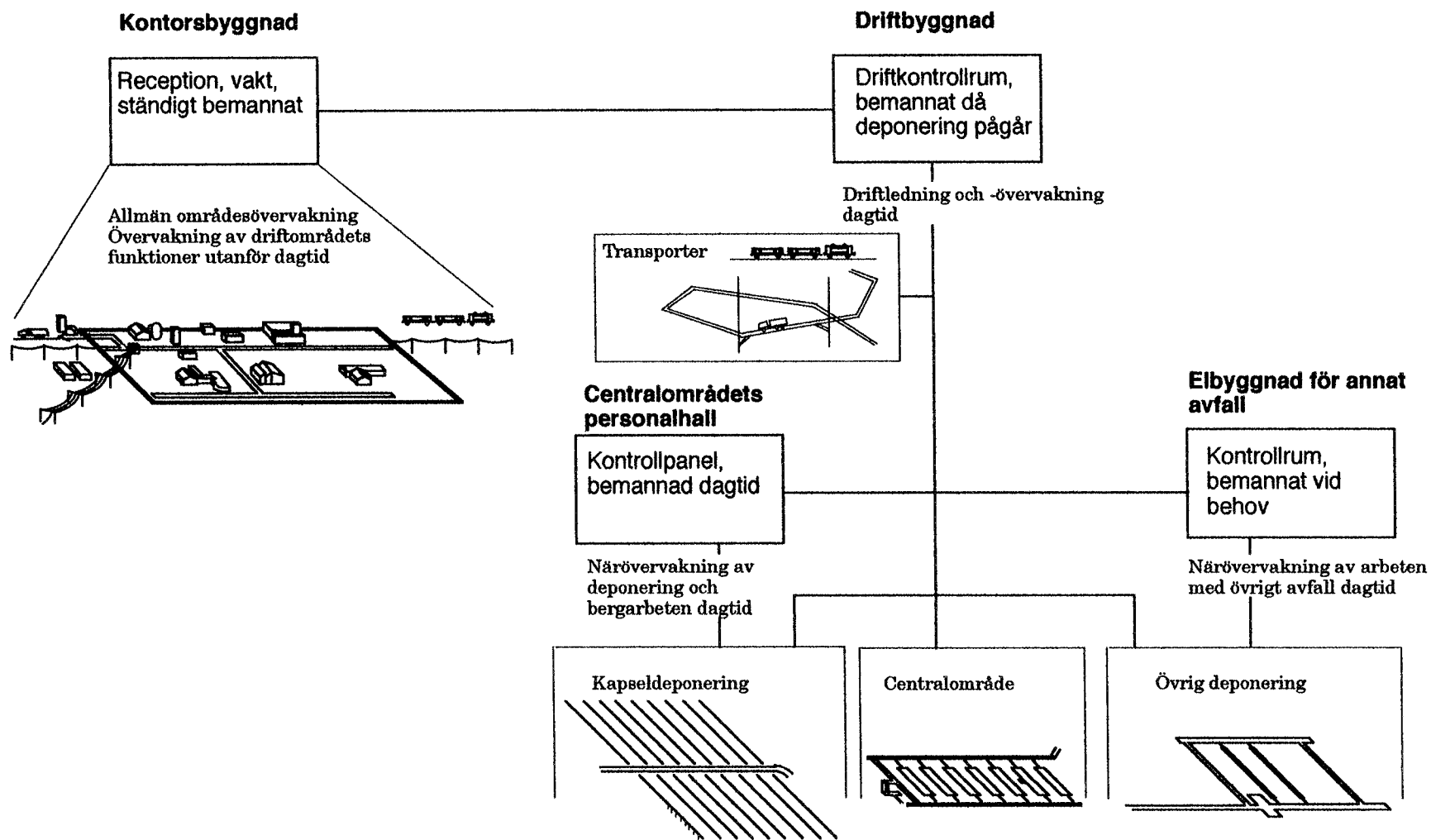


Djupförvar. Deponeringsområde för övrigt avfall

Figur 5-4

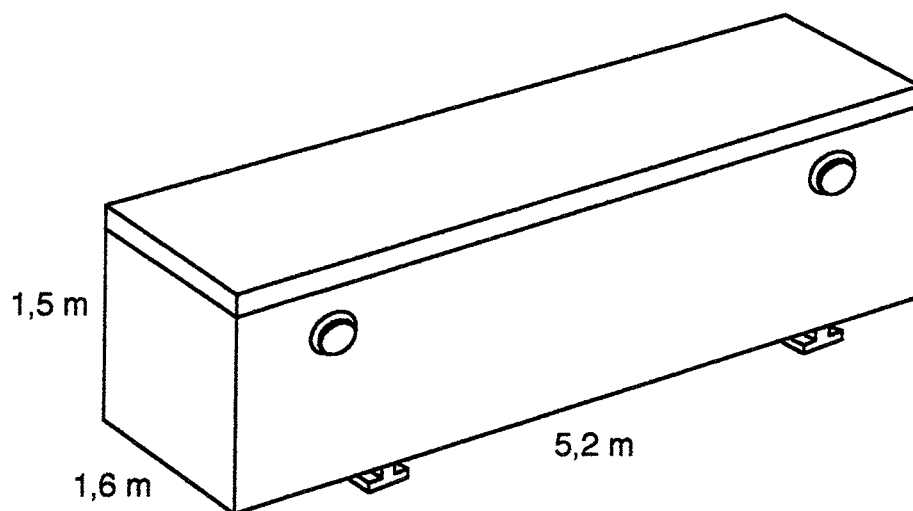


Djupförvar. Underjordsdelen, deponeringsområde för reguljär drift

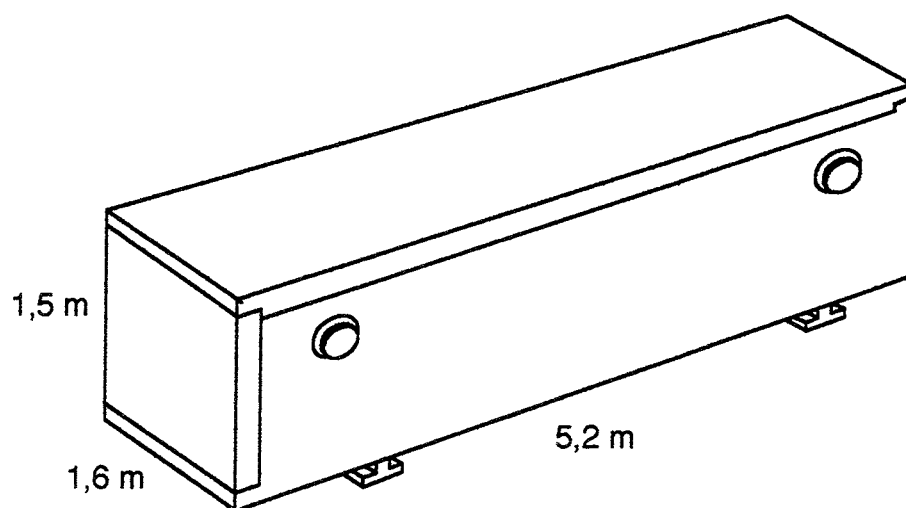


Djupförvar. Styrning, ledning och övervakning

Typ 1, för 4 kokiller eller 4 fatbrickor

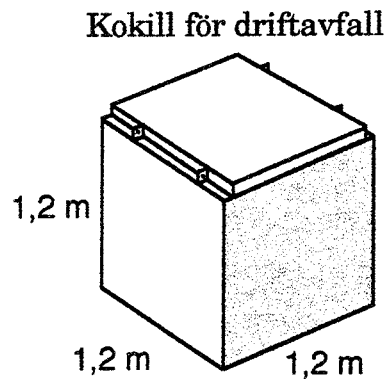


Typ 3, för en lång kokill med hårdkomponenter

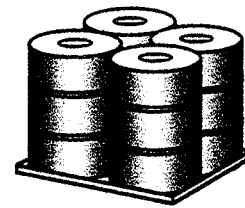


Djupförvar. Transportbehållare.

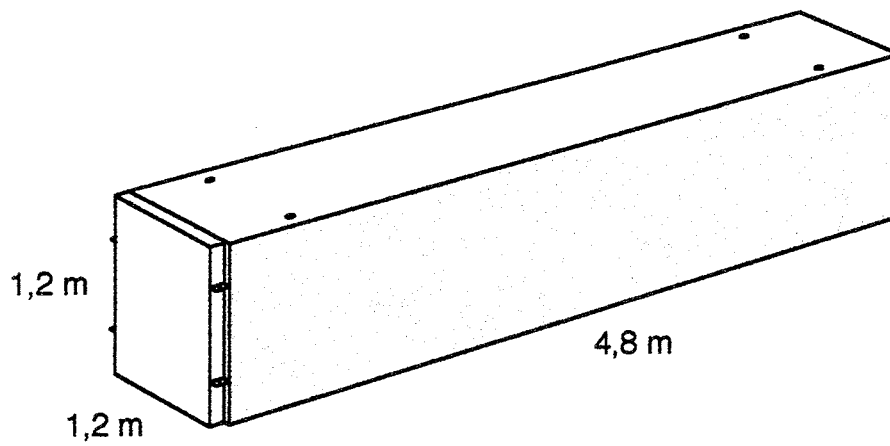
Fat för driftavfall



Fat placerade på fatbricka

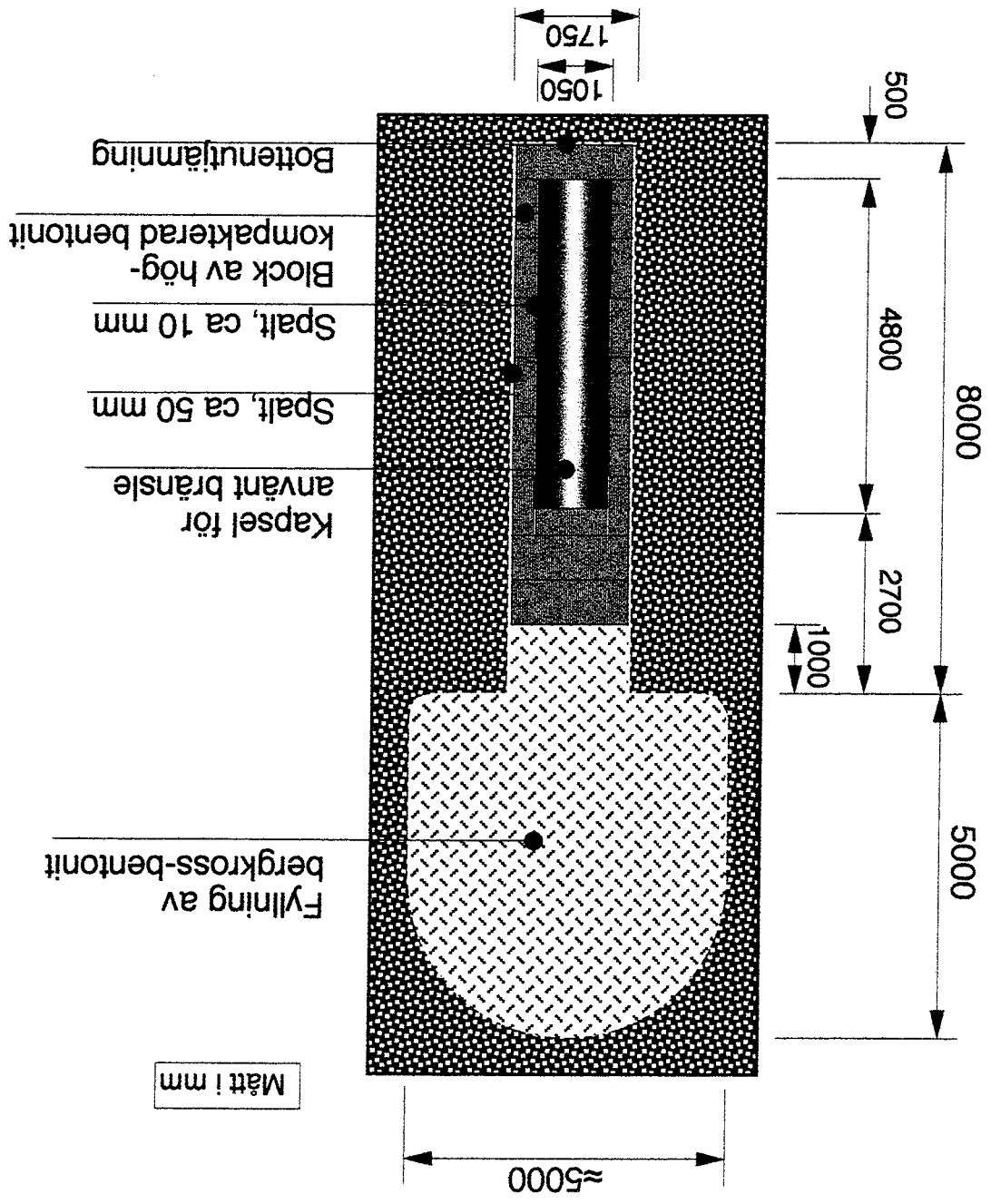


Kokill för härdkomponenter och interna delar

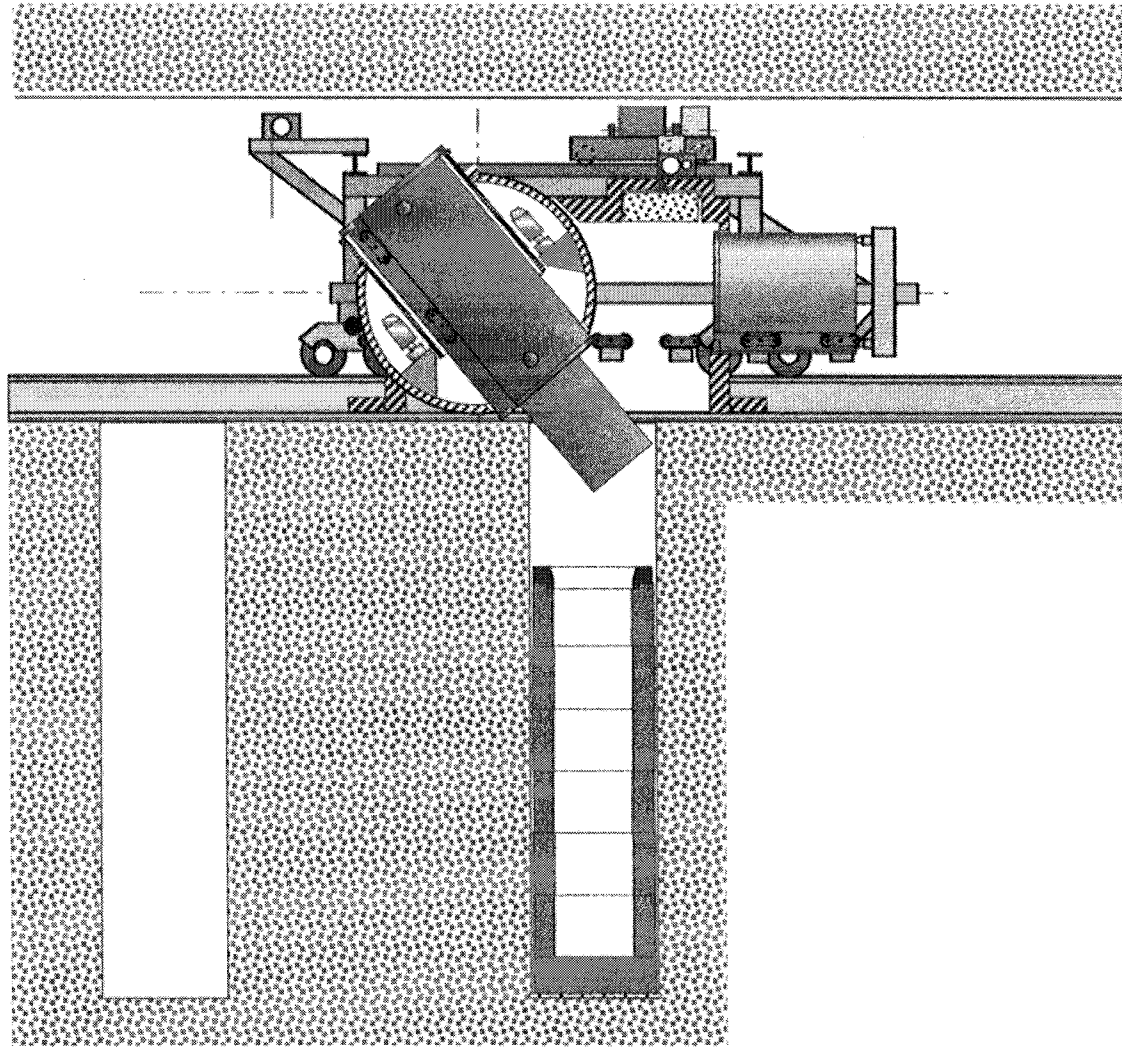


Djupförvar. Avfallstyper, Övrigt avfall.

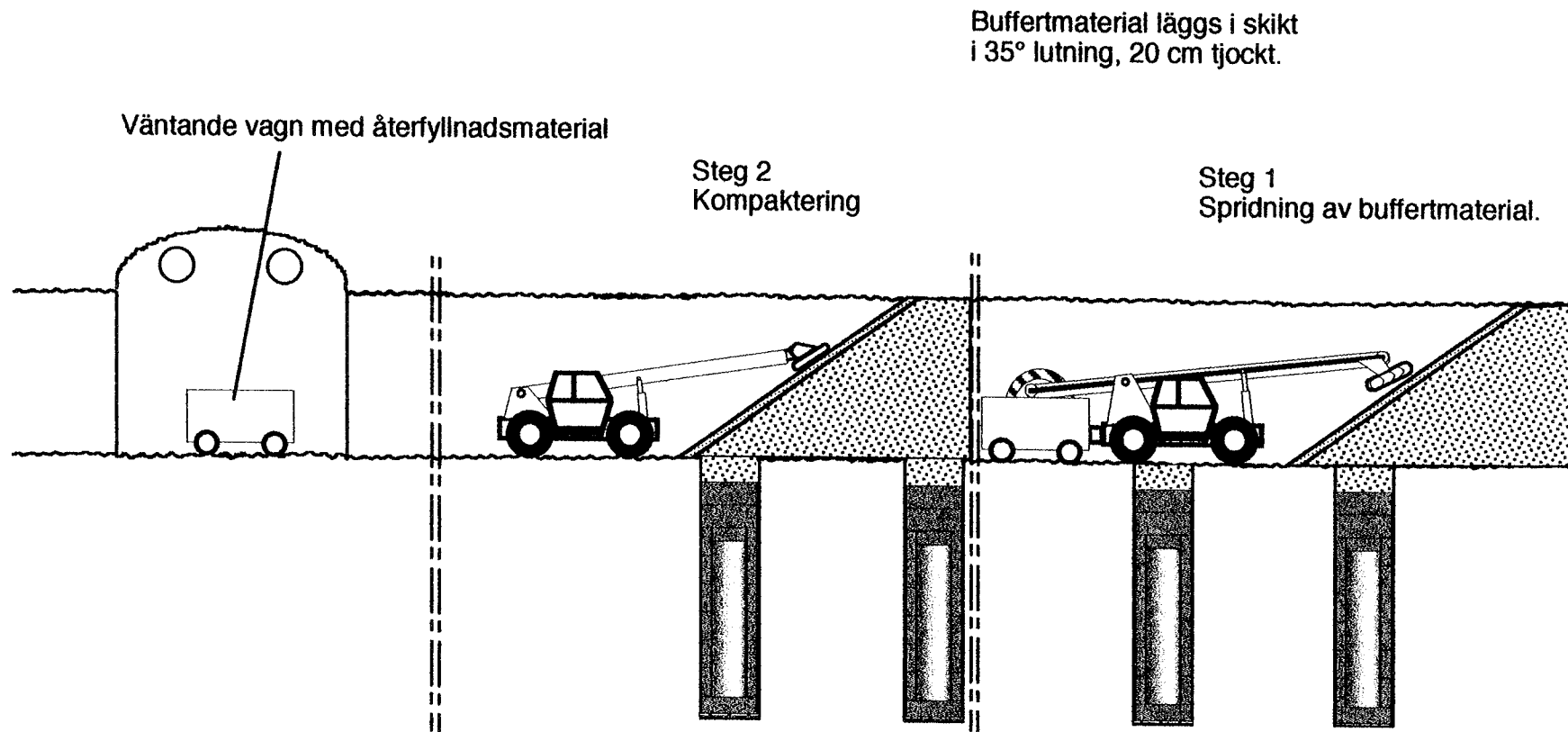
Djupförvar. Deponeringshål med kapsel.



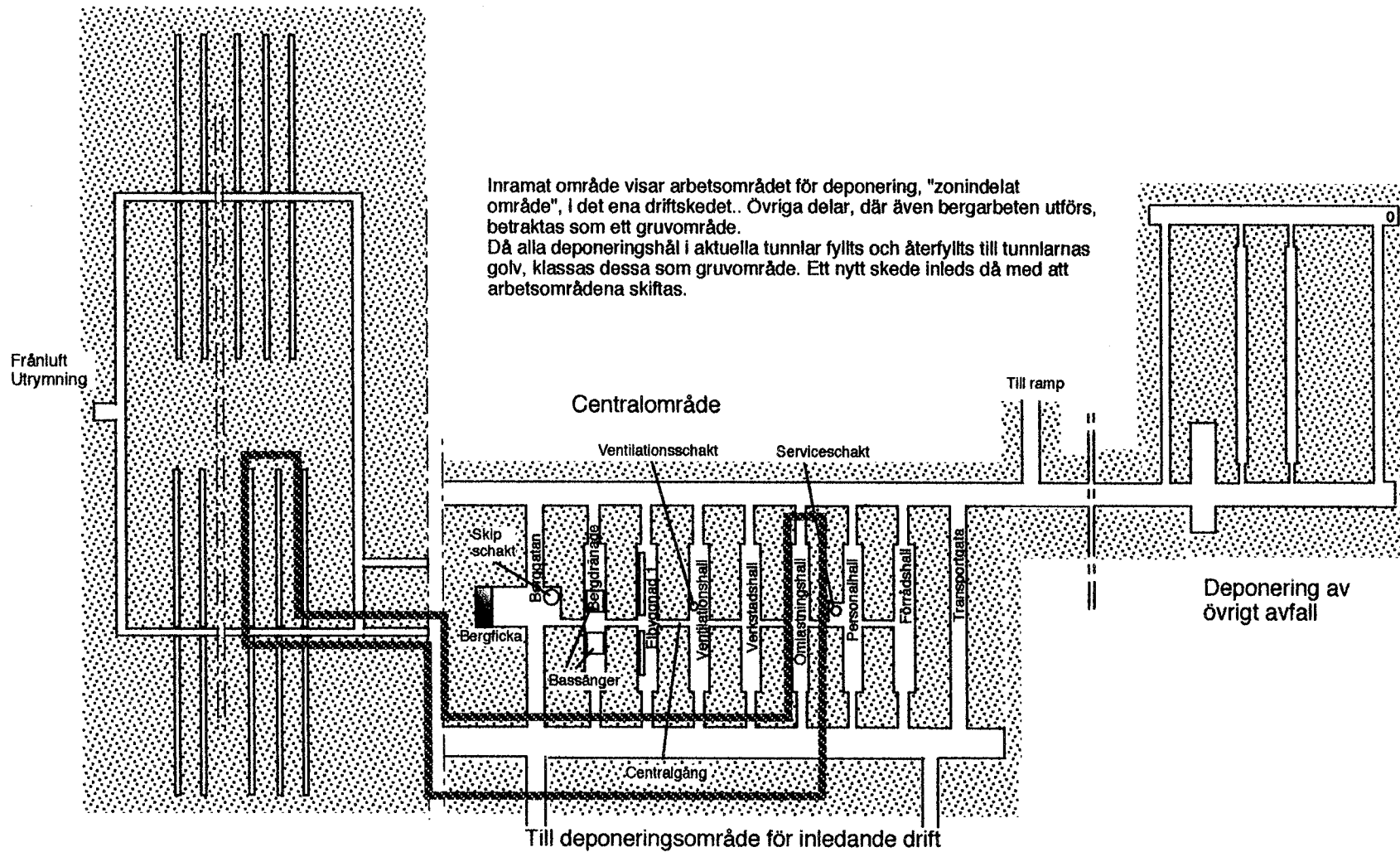
Figur 5-9



Djupförvar. Deponeringsmaskin



Djupförvar. Återfyllning av deponeringstunnel



Djupförvar. Uppdelning i arbetsområden

Kapitel 6 – Strålskydd och strålskärning

6.1 Strålskyddsorganisation

I strålskyddslagen (SFS 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 som i samband med tillståndsgivning har att meddela de villkor och föreskrifter som erfordras. Strålskydds-föreskrifter som är tillämpliga för djupförvaret diskuteras i kapitel 3 avsnitt 3.2.

Ansvarig för att verksamheten uppfyller myndigheternas föreskrifter är en strålskyddsövervakare. En sådan kommer att utses inom djupförvarets driftorganisation.

Arbetsuppgifterna för skyddsansvarig enhet vid djupförvaret omfattar frågor med direkt anknytning till personskydd i samband med drift och underhåll. Enheten är även ansvarig för dosimetri, vissa instrumentfrågor och omgivningskontroll.

6.2 Strålskydd inom anläggningen

Vid konstruktionen av djupförvaret kommer styrkan hos förväntade strålkällor inom olika anläggningsdelar att beräknas. Man utgår då främst från erfarenheter från SFR. Isotopinnehållet hos bränslet är i stor utsträckning känt och kan därför med god noggrannhet beräknas även för tillkommande bränsle. Dimensioner och material hos kapslar och transportbehållare kommer att vara slutligt valda och strålningen kring godset kommer att vara väl känd. Detsamma gäller för övrigt avfall med sina behållare.

Under nästan all hantering i djupförvaret är avfallet inneslutet i transportbehållare dimensionerade så att de strikta bestämmelserna för transport utanför inhägnat område är uppfyllda med god marginal. Det betyder att personalen i anläggningen under dessa hanteringar utsätts för ringa strålning. Det är endast vid de tillfällen då godset tas ut ur transportbehållarna som en högre strålning når omgivande lokal. Kapselhanteringen sker i strålskärmande utrustning. Övrigt avfall exponeras då det lyfts in på plats i deponeringshallarna enligt samma principer som i SFR. I båda fallen utföres hanteringarna fjärrstyrt.

Strålning förekommer endast som direktstrålning från avfallskollina.

Dosrater i djupförvaret beräknas med dessa grunder och strålskärmar dimensioneras med hjälp av strålskärmsberäkningar.

De beräknade dosraterna ger tillsammans med det planerade sättet att bedriva verksamheten inom anläggningen en beräknad personaldos. Anläggningen anpassas så att målet för strålskyddsverksamheten enligt avsnitt 3.2 är uppfyllt, d v s att den genomsnittliga årliga kollektivdosen för berörd personal understiger 5 mSv.

Vid anläggningens drift görs regelbundna dosratsmätningar som ligger till grund för rumsklassificeringen från strålskyddsynpunkt. Även dos till personalen följs upp noggrant.

6.2.1 Allmänna synpunkter samt indelning i strålningsklasser

Olika strålkällor i anläggningen kan utsätta personalen för extern och intern strålning. Erforderligt strålskydd åstadkommes genom lämpligt utformad layout, strålskärning, lämpliga ventilationssystem samt genom administrativa åtgärder.

Konstruktion

Vid dimensioneringen av strålskärmar i djupförvaret indelas anläggningens utrymmen i zonindelade och icke zonindelade område. Det zonindelade området indelas i olika strålningsklasser. Ett utrymmes strålningsklass bestäms av strålningsnivån kring godset som hanteras i utrymmet samt av krav på tillträde under drift.

Det är endast strålningen från avfallet som beaktas vid klassindelningen. Den ger en extern strålning.

Inverkan från radon från berget, som medför intern strålning, hanteras på samma sätt som vid annan gruvverksamhet, dvs med god ventilation och noggrann övervakning. Den är inte kopplad till klassindelningen.

I djupförvaret finns ingen spridning av radioaktiva luftburna ämnen från avfallet. Ingen del av anläggningen kommer därför att bli kontaminerad. Bergrummen för övrigt avfall kan dock stängas i förebyggande syfte om lasten skulle tappas.

I tabellen under punkt 3.2.2 i kapitel 3 redovisas de olika strålningsklasser som används vid anläggningens konstruktion samt gängse begränsningar i tillträddbarheten för varje strålningsklass.

Beteckningarna i tabellen kan göras enklare eftersom ingen kontamineringsklass behövs. Klasserna föreslås bli 0, 1, 2 och 3.

Zon	Max. dosratsnivå, mSv/h
0	<0,003*
1	<0,01
2	0,01 - 1,0
3	>1,0

*) Upp till 0,0075 mSv/h kan tillåtas om vistelsetiden är högst 30% av arbetstiden i medeltal per månad.

De i tabellen angivna dosratsnivåerna är dimensioneringsvärden och skall således ej uppfattas som förväntad dosrat i hela utrymmet eller som förväntad dosrat någon gång under anläggningens drifttid.

Strålningsklasser anges under konstruktionsarbetet i anläggningens rumsförteckningen.

Dosratsnivån i olika delar av anläggningen begränsas genom lämplig utformning av layouten samt genom strålskärmar, som i de allra flesta fall utgörs av betongväggar och

betongbjälklag. Strålningsklass 2 utgörs av den omedelbara närheten av transportbehållarna och strålningsklass 3 finns endast nära kapsel eller kokiller utan transportbehållare. Särskilda regler upprättas för tillträde vid denna hantering. Strålskärningsprinciperna beskrivs närmare under avsnitt 6.2.3.

Drift

Inom zonindelade områden övervakas strålningsnivåerna av strålskyddspersonal. In- och utpassage till zonindelade områden övervakas. Övriga delar av anläggningens byggnader samt markområdet innanför omgivande stängsel betraktas från radiologisk synpunkt som icke zonindelade områden.

Inom anläggningen används en indelning i ovanstående strålningsklasser som baserar sig på resultaten av de regelbundna dosratmätningarna. Hur strålskyddet skall bedrivas beskrivs närmare i en strålskyddsinstruktion som upprättas för anläggningen.

6.2.2 Strålningskällor

Radioaktiva ämnen i anläggningen

Radioaktiva ämnen som tillförs anläggningen finns i använt bränsle, hårdkomponenter samt kokiller eller fat med annat avfall. Under hela hanteringen och deponeringen är de inneslutna i kapslar och betongkokiller eller fat. Ingen aktivitet kan frigöras från dessa under normal drift eller vid antagna missöden.

Avfallet har sänts från inkapslingsanläggningen i transportbehållare, som skyddar omgivningen från strålning. Vid ankomsten till djupförvaret och under den största delen av hanteringen finns avfallet kvar i transportbehållarna. Dessa är rena såväl utvändigt som invändigt vid avsändandet från inkapslingsanläggningen och innehåller ingen annan radioaktivitet än den som finns i det inneslutna avfallet. När de öppnas finns således ingen risk för spridning av aktivitet.

Det driftavfall som kommer till anläggningen har mindre aktivitet och ger betydligt lägre strålning än behållare med bränsle och hårdkomponenter.

Bränslets gamma- och neutronkällstyrkor beror bland annat på drifhistoriken, främst utbränningen, och på den tid som förflutit sedan bränslet har tagits ut ur härden, avklingningstiden.

Förutsättningarna som använts vid preliminära strålskärmsberäkningar sammanfattas i tabell 6-1 nedan.

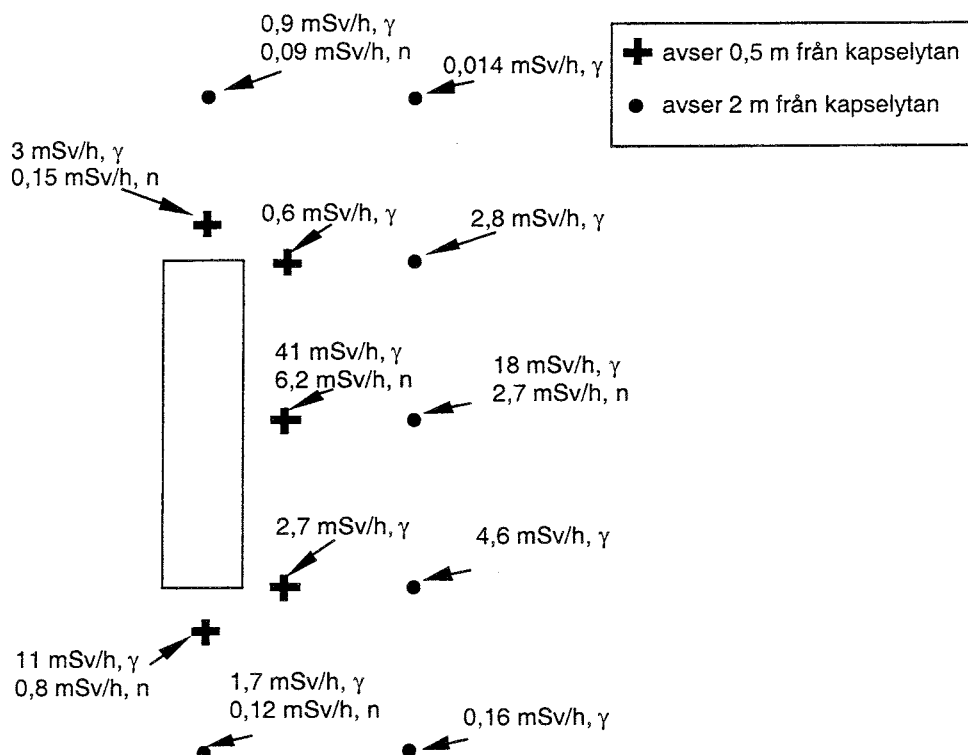
Tabell 6-1. Bränsledata som använts som underlag vid preliminära strålskärmsberäkningar.

	Medelanrikn.	Utbränning (MWd/tonU)	Avklingning
PWR	3,75%	55 000	30 år
BWR	3,6 %	50 000	30 år

Strålning kring en kapsel med använt bränsle

En beräkning av strålningen från en kapsel har genomförts. Beräkningen gäller en oskärmad kapsel med bränsle med relativt hög utbränning och den ger därför något konservativa värden. Strålningsnivåerna visas i figur 6-1.

Strålningen är högst mitt för kapselns cylindriska yta. Vid kapselns botten får man en relativt hög γ -strålning på grund av inducerad aktivitet i bränsleboxens bottendel (övergångsstycket). Transportbehållaren utformas för att ge en effektiv skärmning för både γ - och neutronstrålning.



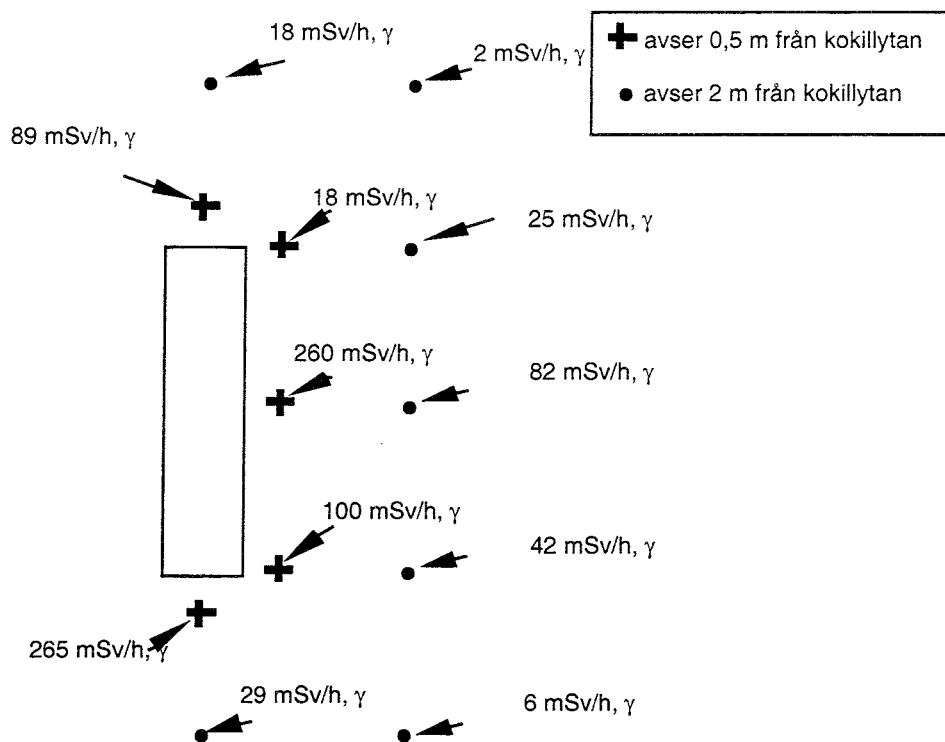
Figur 6-1. Doserater kring naken kapsel med bränsle, 30 års avklingningstid.

Strålningen från exponerad kapsel är alltså ca 20 mSv/h på 2 m avstånd, vilket måste beaktas om kapseln skulle friläggas under hanteringen.

Strålning kring en kokill med härdkomponenter

Motsvarande bild över strålningen kring en kokill med härdkomponenter visas i figur 6-2. Som exempel används en kokill med delar av moderatortanken. Avklingningstiden är 20 år. Tankdelarna antas vara placerade osymmetriskt, här mot högra väggen. Bilden beräknas vara representativ för en kokill med relativt hög strålning. Vissa komponenter har en högre aktivitetsnivå men mängderna är små och delarna kan placeras i mitten av kokillen och skärmas då av annat material.

Strålningen är högre från kokiller med härdkomponenter än från kapslar med bränsle. Det ställer större krav på transportbehållarens väggjocklek. Neutronstrålning förekommer inte från kokillerna.



Figur 6-2. Dosrater kring naken kokill med delar av moderatortank. 20 års avklingning.

6.2.3 Strålskärmsdimensionering

Det är främst gammastrålningen som avgör dimensioneringen av de strålskärmar som behövs inom anläggningen. Neutronstrålningen fångas vanligen upp samtidigt med gammastrålningen men om strålskärmen utförs av metall kan en extra neutronfångande skärm behöva tillföras.

Transportbehållarna och strålskärmscyldern dimensioneras så att strålningen i omgivningen begränsas till den för externa transporter tillåtna. Se avsnitt 3.2.2.

Förutsättningar och riktlinjer

Dimensioneringsförutsättningarna för strålskärmningen består av de strålningskällor som anges i avsnitt 6.2.2 och de tillträdeskrav som ges av den indelning i strålningsklasser som anges i avsnitt 6.2.1.

Förutom dimensioneringsförutsättningarna finns ett antal riktlinjer som härrör från ambitionen att hålla personalens stråldoser så låga som möjligt. Fjärrstyrning eftersträvas i stor utsträckning vid konstruktionsarbetet för:

- Transporter med ramptruck och transportvagnar i tunnlar. Alternativt kan en extra strålskärm skydda föraren från strålning.
- Överflyttningen av kapseln till strålskärmstub

- Deponeringsmaskinen för kapslar ska skärma omgivningen från kapselns strålning under hela förloppet
- Traverserna i bergshallarna för övrigt avfall. Manövreringen är fjärrstyrd hela vägen från kokillernas lyft ur transportbehållaren till deras slutliga deponeringsplats.
- Fyllning med betong över kokillerna.

Strålskärmar utgörs dels av transportbehållare, strålskärmostub, strålskärmslåda och -box, dels av väggar och bjälklag av betong.

Beräkningsmetoder

Vid strålskärmsdimensioneringen beräknas dämpningen av gammastrålning från olika strålningskällor inom anläggningen med hjälp av punktkärnemetoden. Man använder ett datorprogram som kan hantera olika geometriska källfördelningar och olika skärmgeometrier.

Dämpningen av neutroner har bestämts utgående från tidigare gjorda generiska beräkningar. Neutronstrålningen har relativt sett mindre betydelse för dosraterna kring exponerad kapsel, där gammastrålningen dominerar, men den måste beaktas vid konstruktionen av bränsletransportbehållare och strålskärmscylinder.

6.2.4 Strålskärmsberäkning för olika hanteringsmoment

Driftbyggnad

Transportbehållarna uppfyller IAEA:s transportrekommendationer för typ B-behållare. Detta innebär att ytdosraten skall understiga 2 mSv/h samt dosraten 1 m från behållarens yta skall understiga 0,1 mSv/h. Dosratsgränsen 1 m från behållarytan är vanligen dimensionerande.

När en bränsletransportbehållare kommer till djupförvaret lyfts den in i driftbyggnadens buffertförråd och senare över till ramptrucken.

Vid beräkningar av kollektivdosbidraget från hanteringen i driftbyggnaden används dosraten 0,05 mSv/h. Den tid som personalen blir utsatt för strålning bedöms bli högst en mantimme per behållare.

Härdkomponenter transporteras till djupförvaret i en transportbehållare med samma skärmningseffekt som bränsletransportbehållarens och de mottas och hanteras på samma sätt som denna. Strålningen från komponenterna med kortare avklingningstid är oftast högre än den från bränslet. Detta ställer högre krav på transportbehållarens skärmningsegenskaper för att transportbestämmelserna ska uppfyllas. Vid beräkning av dosbidraget beräknas även här högst en mantimme per behållare.

Ramptruck

Transporten av behållarna från driftbyggnaden till omlastningshallen i bergrummet sker med ramptruck. Denna drivs elektriskt och kan fjärrstyras utan förare. Om förare

används ska styrhytten skärmas så att föraren inte utsätts för strålning. Transporten ger då inget bidrag till kollektivdosen bortsett från radonet.

Omlastningshall

I omlastningshallen lyfts behållaren över till en uppställningsplats. Stötdämpare och fästen lossas och behållaren reses till lodrätt läge, och från en grop lyfts kapseln upp till strålskärmsstuben.

Före kapsellyftet kan manuella åtgärder behövas och vi räknar med en mantimme per behållare och samma dosrat som i driftbyggnaden. Överföringen av kapseln sker strålskärmad och fjärrstyrt med TV-övervakning. Inget dosbidrag beräknas för denna manöver.

Transport till deponeringsmaskin

Tubvagnen drivs elektriskt och kan styras på samma sätt som ramprucken. Transporten ska inte ge något bidrag till personaldosen.

Deponering av kapsel

Hela deponeringsförloppet sker med skärmad kapsel. Maskinen kan behöva övervakas men det kan ske från visst avstånd. Vi räknar här en dosrat på 0,01 mSv/h och en insats på en mantimme.

Deponering av övrigt avfall

Övrigt avfall transporteras på samma sätt som kapslarna. Vid lossningsplatsen lyfts avfallet ur sin transportbehållare av traversen och placeras i deponeringshallen. Kokillen strålar mot omgivningen vid lyftet och innan traversen fört den bakom hallens strålskärmsvägg. Såväl appliceringen av lyftdon som lyft sker fjärrstyrt och ger normalt ingen personaldos. För dosberäkningens skull ansättes att ett manuellt ingrepp om 10 minuter kan behövas innan behållarens lock öppnas. Dosraten sätts då till 0,05 mSv/h.

6.2.5 Förväntad personaldos

Personalens dosbelastning härrör från de arbeten som beskrivits ovan. I samband med felfunktioner hos utrustningen kan andra ingrepp vara nödvändiga. Exempel är surringar som inte lossnar och lyftdon som inte går i ingrepp. I första hand bör sådana incidenter hanteras så att avfallet återförs till skyddad plats och utrustningen därefter repareras utan strålning i arbetsområdet. Om detta inte är möjligt måste temporära strålskärmar monteras. Personaldosen i anläggningen vid normal drift är mycket låg och det är troligt att dosen som härrör från en incident helt kommer att dominera kollektivdosen under den period då den inträffar. Nedan beräknas personaldosen under normal drift.

Kollektivdosen uppskattas med utgångspunkt från tider och ansatta dosrater för de olika delmomenten vid hantering enligt ovan.

Man utgår ifrån att 200 transportbehållare med kapslar och 140 med hårdkomponenter tas emot och deponeras per år. Man får följande uppställning.

Moment	Dosrat mSv/h	Mantid/st h	Antal/år st	Dos/år mSv
Driftbyggnad	0,05	1	340	17
Ramptruck	0,05	0	340	0
Omlastningshall	0,05	1	200	10
Transport till deponering	0,05	0	200	0
Kapseldeponering	0,01	1	200	2
Övrig deponering	0,05	0,2	140	1,4
Summa			340	30,4

Den totala kollektivdosen per år för mottagning och deponering uppskattas med ovanstående förutsättningar till 30 mmanSv.

Med antagandet att driftorganisationen för djupförvaret omfattar 20 personer med radiologiskt arbete blir medeldosen per individ 1,5 mSv och det i avsnitt 6.2 angivna målet, att dosen per individ skall vara mindre än 5 mSv per år, uppfylles.

Underhåll och ombyggnader bidrar inte med någon dos eftersom ingen aktivitet eller strålning finns kvar i berörda områden då avfallet deponerats.

Som jämförelse kan nämnas att personaldosen i CLAB har varit ca 50 - 60 mmanSv/år under de senaste åren. I SFR ligger kollektivdosen på ca 1 mmanSv/år. På Sigyn är dosen så låg att den inte är mätbar.

6.3 Omgivningspåverkan och kontroll

6.3.1 Luft

Denna anläggning kommer inte att ge någon luftburen aktivitet som härrör från avfallet. Däremot kommer radon från berget att gå ut med ventilationsluften.

Radon tillförs förvaret genom avgång från bergets ytor, från krossat berg och från det grundvatten som läcker in. De undersökningar som utföres före etableringen av djupförvaret ger information om aktuella radonhalter. Det ingår i underlaget för dimensionering av ventilationsanläggningen och för behovet att begränsa inflödet av grundvatten.

I övervakningen som tillhör anläggningen kommer mätning av aktivitet i olika utrymmen att ingå. Därvid mäts även koncentrationen av radon, så att ventilationsflödet vid behov kan justeras.

6.3.2 Vatten

Vatten som släpps ut från anläggningen härrör huvudsakligen från berget. Avfallet är inte kontaminerat och påverkar inte vattnet. Spolning utföres endast på transportvagnar för att damm från transporten ska avlägsnas. Utsläppsvattnet innehåller endast ämnen

från berget där även en viss mängd radon ingår. Huvuddelen av radonet försvinner genom avluftning innan vattnet når utsläppsledningen. Utsläppsvatten kontrolleras inte beträffande aktivitet.

Kapitel 7 – Störnings- och missödesanalys

7.1 Inledning

Olika slag av störningar och missöden kan inträffa i anläggningen under dess drift. I detta kapitel analyseras ett antal sådana händelser varvid bl a de radiologiska konsekvenserna i anläggningen redovisas. Eftersom allt avfall som hanteras är inkapslat kommer ingen radioaktivitet att nå omgivningen vid normal drift eller antagna missöden.

I avsnitt 7.2 behandlas störningar vilka kan tänkas inträffa under anläggningens livstid, även om vissa av dessa händelser förväntas ske mycket sällan. Missöden som diskuteras i avsnitt 7.3 beräknas alla vara "mycket osannolika". I detta begrepp innefattas såväl fullt tänkbara händelseförlopp som rent hypotetiska situationer.

De mera sannolika störningarna, vilka behandlas i avsnitt 7.2, leder ej till någon spridning av radioaktiva ämnen i anläggningen. Konsekvenserna i anläggningen varierar från inga alls, till kortare eller längre driftavbrott i hanteringen, beroende på störningens art och omfattning. Anläggningen är utformad så, att störningar i deponeringen i en tunnel kan medföra att den tunneln stängs av under kortare eller längre tid, medan deponeringen fortsätter i andra tunnlar.

Missödena som beskrivs i avsnitt 7.3 är av vitt skilda slag. Ingen av dessa händelser orsakar några konsekvenser för omgivningen, bortsett från rökspridning vid brand.

7.2 Störningar

I detta avsnitt redovisas analyser av ett antal störningar av olika slag med avseende på deras konsekvenser för hanteringen och strålskydd för personalen och åtgärder som bör vidtagas i händelse av inträffad störning beskrivs.

De störningar som analyseras kan uppstå som en följd av olika händelser:

Fel i hanteringssystem:

- system- och komponentfel i driftbyggnad, i ramp, vid omlastning och deponering
- operatörsfel

Begränsad brand

Fel i försörjningssystem:

- ventilationssystem
- bergdränagesystem
- bortfall av yttre nät
- tryckluftsbortfall

- datorbortfall

Påverkan från bergdrivning

Yttre påverkan:

- jordbävning
- översvämning
- åska

7.2.1 Fel i hanteringssystem

Fel i hanteringssystem i driftbyggnad

Under hanteringen i driftbyggnaden lyfts godset i transportbehållare från järnvägsvagn till buffertförrådet och vidare till ramptruck med travers. Ett komponentfel i traversen kan medföra ett driftstopp. Felet kan lätt åtgärdas eftersom transportbehållaren ger tillräcklig strålskärning. Lyfthöjden är måttlig och även om lasten skulle tappas kommer det radioaktiva godset inte att skadas. Däremot kan behållaren få viss skada som kan äventyra dess funktion i den fortsatta hanteringen. Det kan bli nödvändigt att sända lasten tillbaka till inkapslingsanläggningen för omlastning till ny behållare och kontroll av kapseln.

Sannolikheten att lasten tappas på grund av fel på en 130-tons travers är mindre än 10^{-4} per år enligt en beräkning utförd för CLAB. Väsentliga delar på traversen som broms och linsystem är dubblerade.

Både lyft- och åkrörelsen hos traversen är försedda med dubbla elektromekaniska bromssystem. Ett enkelfel medför ingen funktionsstörning. Vid elavbrott bromsas rörelserna av bromsarnas fjäderspända don.

Fel i rampen

(Här beaktas endast eldriven truck.)

Fel på nerfärden i rampen kan indelas i fel på drivsystemet, mekaniskt fel på trucken och fel på styrningen. Fel vid plankörning kan man bortse från då det endast resulterar i att trucken stannar.

Ett fel i truckens drivsystem, t ex elbortfall eller motorstopp, leder till att trucken stannar. Trucken är försedd med ett bromssystem som sätts i funktion då strömmen faller bort och vid onormal motorbelastning. Systemet känner även av en belastningssändring som uppstår om ett fel inträffar i transmissionen mellan motor och hjul. Bromssystemet är dubblerat vilket skyddar mot enkelfel.

Ett mekaniskt fel på trucken kan bestå av brott på hjulaxel eller punktering. I båda fallen kommer trucken att inta en sned ställning varvid lasten skulle kunna komma i rörelse. Truckens utformning och lastens surring gör att den vinkling som dessa händelser kan ge inte är tillräcklig för att transportbehållaren ska glida av.

Truckens kontrollutrustning kontrollerar såväl hastighet som styrning. Vid nerfärd begränsas hastigheten av att bromsningen huvudsakligen utförs med motorbroms. Motorn har en mekanisk spärr mot övervarv och kontrollutrustningen övervakar hastigheten och ingriper med bromsning om fartsignalen avviker från programmerat värde.

Fel i hanteringssystem vid omlastning

I omlastningshallen flyttas kapseln över till strålskärmostuben som används vid deponeringen.

Lyftet sker strålskärmat vilket innebär att ett fel på vinschen med hängande last kan åtgärdas utan att strålnivån orsakar problem. Den gripethet, som vinschen lyfter i, sitter hela tiden ovanför kapselns gavel och ger erforderlig skärmning, så att reparation kan utföras.

Det rullbord som monterar av och för undan transportbehållarens topplock kan stanna innan locket flyttats bort. Rullbordet kan därför förflyttas med en lina utanför strålskärmsboxen.

Om strålskärmostubens botten inte kan monteras på grund av något utrustningsfel, kan tuben lyftas och förses med lock vid sidan av strålskyddsboxen. Lyftet sker fjärrstyrt. Strålningen från kapselns botten är efter reflektion mot golvet obetydlig, ca 0,1 mSv/h, vilket även medger manuella åtgärder.

Andra fel hos utrustningen kan åtgärdas med kapseln i skärmat läge.

Traversen är utrustad med bromsar med samma säkerhetsfunktioner som traversen i driftbyggnaden.

Ett driftstopp under vinklingen av transportbehållaren respektive strålskärmostuben till och från vertikalt läge kan lätt åtgärdas då behållare och tub alltid ger erforderlig skärmning.

Om kapseln möter ett hinder då den lyfts upp i cylindern betyder detta endast att kapseln åter sänks ner i transportbehållaren. Tuben besiktigas före omlastningen så att inga inre hinder finns för kapseln. Det finns ingen funktion som medför att kapseln skulle fastna halvvägs upp i tuben, men skulle detta hända medger strålskärmningen manuellt nyttjande av extra utrustning som åter kan föra ner den i behållaren.

Fel i hanteringssystem vid deponering

Under förflyttningen av kapseln på tubvagnen till deponeringsmaskinen vid deponeringshållet är den skärmd så att alla fel på utrustningen kan rättas till utan strålproblem. Risken att kapseln friläggs på något missöde bedöms som obefintlig med normal omsorg vid konstruktion och tillverkning av strålskärmostuben.

Alla åtgärder under deponeringen sker i strålskärmad miljö. Tuben dimensioneras så att ytdosraten tillåter ganska långa åtgärdstider. Således medför komponentfel eller felaktig styrning endast ett stopp medan felet åtgärdas. Möjliga fel är likartade dem som diskuteras för trucken i rampen.

Tubens bottendel tas bort medan kapseln ligger horisontellt. Vid ett fel på den utrustning som för bort bottendelen dras denna undan manuellt från strålskärmslådans utsida. Därefter kan deponeringen fortsätta och felet avhjälpas sedan kapseln placerats i hålet och bentonitblocket om möjligt lagts på kapseln.

Cylinderns vrid- och sänkingsmekanism är placerad utanför strålskärmslådan och fel kan därför åtgärdas i strålskärmad miljö.

Då strålskärmsstuben sänks kan fel avhjälpas utan strålproblem eftersom tuben ger full åtkomlighet för reparationer, även innanför strålskärmslådan.

Ett fel vid kapselns sänkning t ex på grund av hinder i deponeringshålet kan medföra att kapseln måste lyftas upp och föras bort för rensning av hålet. Strålskärmsstuben och strålskärmslådan ger fullgott strålskydd vid dessa åtgärder.

Ett fel i gripenheten som medför att den inte kan lossas från kapseln kan ge viss dos från gaveln under korrigeringsarbetet. Sannolikheten för att detta fel inträffar är mycket liten och den kan nerbringas ytterligare om gripfunktionen förses med dubblerat drivsystem. Strålningen från kapselns gavel är inte särskilt hög, och gripenheten avskärmar det mesta av detta under arbetet. I ett ytterlighetsfall kan man återföra kapseln med gripenhet till inkapslingsanläggningen för åtgärder i en strålskärmad cell.

Då strålskärmsstuben höjs, finns det ett läge som bör beaktas. Det är om tuben fastnar så lågt att deponeringsmaskinen inte kan flyttas. Med alla drivdon för tubens och cylinderns rörelse placerade åtkomliga från cylinderns utsida kan åtgärder vidtas utan att personal kommer in i kapselns strålfält.

Förslutning med bentonitblock

Sänkningen av toppblocket av bentonit kan stanna innan detta kommit i position i hålet. Eftersom hanteringen sker inne i strålskärmslådan kan korrigering åtgärder göras på vinsten med tillräckligt skydd. Om blocket kanträr i hålet och fastnar så att det inte kan föras upp eller ner, måste blocket släppas och deponeringsmaskinen föras undan. Blocket kan sedan sönderdelas och detta får ske med styrning från en plats på någon meters avstånd från deponeringshålet, eftersom springor mellan blockdelarna kan ge direktstrålning från kapselgaveln. Hålet kan också fyllas med vatten, som tjänstgör som strålskärm under arbetet.

Som synes ovan kan ett fel på en enstaka komponent i hanteringssystemen på sin höjd innebära att aktuell hantering måste avbrytas för att återupptas efter reparation.

Kapselns temperatur vid långvarigt stillestånd

Bränslet i kapseln utvecklar en resteffekt av storleksordningen 1,5 kW. Under hela hanteringen kommer kapselns yta att hålla en temperatur som överstiger omgivningens med 20 à 25°C. Avbrott i hanteringen till följd av fel medför således inga temperaturproblem för kapsel eller personal.

Operatörsfel

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

De sannolika konsekvenserna av ett operatörsfel som påverkar hanteringssystemen blir små, och är huvudsakligen desamma som vid komponentfel.

7.2.2 Begränsad brand

Med begränsad brand avses en lokal brand av sådan karaktär att avståndsseparering räcker för att förhindra spridning.

Djupförvaret är utfört på ett sådant sätt att de funktioner som berörs av en begränsad brand antingen kan undvaras under reparationstiden eller också kan funktionen övertas av komponenter och systemdelar som ej berörs av branden.

Brand i anläggningen har liten sannolikhet eftersom mängden brännbart material är liten. Den största mängden utgörs av drivmedelsförråd för reservkraftdieseln och fordon. Dessa förråd är uppställda på behörigt avstånd från avfallshanteringen.

I den övriga anläggningen är det huvudsakligen kablar och annan elmateriel som utgör brandrisk. I verkstadshallen finns dessutom svetsgas.

Brand begränsas alltså av att brännbart material finns i avskilda utrymmen.

De dubblerade fläktarna för bergventilationen är placerade i skilda utrymmen eller är avståndsseparerade så att en brand endast kan slå ut den ena. Kablarna till frånluftsfläktarna är markförlagda vilket gör risken för brand liten.

Vid utlöst brandlarm sker automatiska omställningar i ventilationssystemen för att begränsa spridning av brand och brandgaser samt säkerställa utrymningsvägar. Underjordsdelens huvudventilation ska fortsätta med normal funktion även vid brand; lokala fläktar stoppas av rökdetektorer.

7.2.3 Fel i försörjningssystem

Fel i ventilationssystem

Av fel i ventilationssystem behandlas endast sådana som drabbar bergtunnlarna eftersom alla ovanjordssystem är av konventionell karaktär.

Ventilationssystemen för underjordsdelarna har uppgiften att förse utrymmena med tempererad friskluft och att föra bort radon från berget. Systemen ska också föra bort gaser från hanteringen t ex svetsning i verkstadshallen.

Bortfall av tempereringen har på kort sikt ganska liten inverkan på grund av de stora bergytorna och bergtemperaturens tröghet. Vid längre tids bortfall påverkas personalens arbetssituation, men det blir ingen inverkan på avfallet och dess hantering.

Ett fel på en enstaka fläkt inverkar inte på systemets funktion då huvudfläktarna är dubblerade. Lokala fläktar för deponeringstunnlar och hallar i centralområdet är dock enkla och vid ett stopp bör personalen lämna lokalen på grund av radonrisken. Vid totalt fläktbortfall i huvudsystemet kommer kortsiktigt luftomsättningen att fortsätta på grund av skorstensverkan av den värmda luften i frånluftsschaktet. Så småningom, och snabbare sommartid, kommer flödet att avstanna och personalen bör lämna underjordsdelen, återigen på grund av radonfaran.

Stopp i luftflödet kommer inte att orsaka någon temperaturhöjning på kapseln, eftersom effekten är låg, se ovan.

Fel i bergdränagesystem

Vatten från bergdränaget samlas i uppsamlingsbassänger i bergdränagehallen och pumpas därifrån upp till dagen av uppfordringspumpar. Pumparna är dubblerade och var och en har marginal för att klara det normala vattenflödet. Bassängerna är tillräckligt stora för att samla upp bergdränage under minst 12 timmar vid totalt pumpbortfall. Det finns då möjlighet att använda pumpsystemet i nerfartsrampen som en reserv för uppfordringen.

Längre tids bortfall leder till att bergdränagehallens golv dränks. I nästa steg kommer vattnet att rinna ner i skipschaktet, som tillsammans med sin tillfartstunnel bildar en mycket stor volym, som kan magasinera vattenflödet i veckoskalan. Hallarna ligger lägre än deponeringsområdena, som därför förblir dränerade.

Uppfordringsledningen utsätts för ett högt tryck, mer än 5 MPa. Ett brott på ledningen ger temporärt en kraftig utläckande vattenstråle och uppfordringen måste stoppas. Bufferten i uppsamlingsbassängerna och pumpsystemet i nerfartsrampen ger erforderlig tid för reparation.

Bortfall av yttre nät

Den yttre kraftförsörjningen till djupförvaret sker från ett yttre ställverk som matas från ordinarie riksnät.

Vid totalt bortfall av den yttre kraftförsörjningen startar ett dieselgeneratoraggregat automatiskt för spänningssättning av delar av anläggningens elnät. Dieselgeneratoren är ej dimensionerad för att samtidigt driva alla objekt som kan anslutas till processnäten, men kapaciteten är tillräcklig bl a för belysning och hissar i anläggningen. Bergrummen är försedda med batterisäkrad nödbelysning som ger ledljus tills matningen från dieseln inkopplas.

Som följd av ett nätbortfall faller även tryckluften bort (se nedan under Tryckluftsbortfall).

Traverser och lyft- och hanteringsmaskiner kan matas från dieseln. Ramtruckarna kommer dock att stanna.

Sedan hissar och lyftutrustningar körts till avsedda ändlägen kan en bergdränagepump kopplas in manuellt på dieselnätet.

Tryckluftsbortfall

Tryckluftssystemet är endast avsett för arbetsluft och har ingen säkerhetsmässig funktion i anläggningen. Ett bortfall medför att vissa serviceåtgärder måste avbrytas.

Datorbortfall

I anläggningens driftbyggnad finns två redundanta huvuddatorer och i övrigt finns ett antal kommunikationsterminaler för övervakning och registrering. Hanteringen av avfallet styrs inte av datorerna, men avfallskollina och deras placering i anläggningen registreras. Strålningsnivåerna från skilda mätare i anläggningen följs också upp i datorn. Styrning och övervakning i kontorsbyggnaden för övriga anläggningsdelar ovan jord hanteras med en separat utrustning.

Vid fel på ordinarie huvuddator sker automatiskt överkoppling till reservhuvuddator och övervakning och registrering påverkas inte.

Vid bortfall av någon av kommunikationsterminalerna går direkt övervakning och information förlorad. Information om hantering och deponering erhålls i stället via det lokala telefonnätet. Övervakning av t ex ventilation och brandskydd får ske manuellt tills systemet återställts.

Vid avbrott i kommunikationen mellan båda huvuddatorerna och en terminal kommer samtliga mätpunkter och indikeringar att felmärkas på bildskärmarna i kontrollrummet. Uppdateringar av mätpunkter och statusförändringar hos objekt kommer ej att presenteras. Anledningen är att databasen i huvuddatorn ej längre speglar de verkliga förhållandena vilka finns registrerade i terminalens databas.

Möjlighet finns att via "nödstyrning" läsa av enskilda mätpunkter samt förändra status hos utvalda objekt.

Då kommunikation åter etableras kan åter mätvärden läsas av på bildskärm i kontrollrummet (via formulärbild). För att ge riktiga indikeringar måste terminalen startas om vilket innebär att terminalens databas läses över till huvuddatorerna.

7.2.4 Påverkan från bergdrivning

Färdigställandet av deponeringstunnlar pågår samtidigt med deponeringsarbetet men i ett område separerat från deponeringsverksamheten. Deponeringstunnlarna fullprofilborras eller sprängs med konventionell teknik.

Sprängningen kan ske med viss försiktighet om detta skulle visa sig nödvändigt med hänsyn till påverkan på området för deponering. Bl a måste risken för nerfallande stenar i en tunnel som följd av sprängning i en annan tunnel beaktas. Med hänsyn till personalstörningar utförs själva sprängningen lämpligen vid tidpunkter då ingen deponering pågår.

Fullprofilborring reducerar risken för nerfallande stenar.

Inga missöden, härrörande från bergdrivningen, har identifierats som påverkar deponeringsdriften.

7.2.5 Yttre påverkan

Översvämning

Risken för översvämning av underjordsdelen är liten, då nedfarten till bergrummen och andra öppningar är förlagda ovanför tänkbara stora vattenflöden.

Större vatteninbrott från berget har förhindrats genom de åtgärder som beskrivs i avsnitt 3.8.1.

Åska

Anläggningen matas med elkraft genom luftledningar fram till ställverket. Från ställverket matas de skilda delarna med markförlagda ledningar. Den mest sannolika ingången av strömstötter från åska är via luftledningen. Dessa kan gå fram till ställverket där överspänning tas om hand på konventionellt sätt så att den inte leds vidare. Ett blixtnerslag i driftbyggnaden kan dock slå ut och förstöra ledningar i rampen. Truckar i rampen kan då bli stående, bromsade av sina fjäderbelastade bromsar. Reparationstiden kan bli lång, men avfallet tar ingen skada av väntetiden. Truckens kontrollutrustning kan skadas så att bromsarna obefogat släpper då strömmen åter slås på. Vid starten efter åsknedslag måste därför truckarnas funktion kontrolleras.

Jordbävning

Med tanke på personsäkerheten kan traverserna i driftbyggnaden, i omlastningen och i deponeringshallarna för övrigt avfall utföras med sådan låsning vid rälsen att de inte faller ner vid skakningar jämförbara med jordbävning.

Fordonen i rampen och i tunnlarna påverkas inte av vibrationerna från jordbävning. Elsystemen kan dock förstöras vilket leder till att fordonen stannar.

Jordbävningen kan orsaka nerfallande stenar eller stenblock. Transportbehållarna är tillräckligt hållbara för att klara sådana stötar. Kokillerna för övrigt avfall kan dock slås sönder av nerfallande stenblock. Uppröjningsarbetet kan därför kräva fjärrstyrd utrustning som plockar upp radioaktivt strålände avfall i nya behållare. Jämför avsnitt 7.3.1. Sannolikheten för sådana konsekvenser av en jordbävning är dock synnerligen liten.

7.3 Missöden

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

Hanteringsmissöden:

- Tappad last
- Kollisioner

Brand

7.3.1 Hanteringsmissöden

Tappad last

Tappad last i rampen

Ett mekaniskt fel på trucken i rampen eller vissa fel på dess styrsystem kan leda till att trucken skenar eller kör in i väggen och välter. Transportbehållaren och kapseln tål fallet men bärgningen blir besvärlig på grund av att åtkomligheten är begränsad i den trånga tunneln. Åtgärderna kommer att dra ut på tiden men strålningen utanför behållaren utgör inget problem under åtgärdsförloppet. Om man antar att det går åt 5 mantimmar i närheten av behållaren och att dosraten är densamma som vid likartat arbete i driftbyggnaden, 0,05 mSv/h, blir personaldosen vid en sådan händelse 0,25 mmanSv, vilket är mindre än 1% av den beräknade årsdosen för personalen enligt kapitel 6.

Tappad last vid omlastning

I omlastningshallen flyttas kapseln över till strålskärmtuben som används vid deponeringen. Lyfthöjden är ca 5 m. En tappad kapsel kan skadas av denna höjd, men skadan inskränker sig till kapselns ytmaterial. Oavsett om felet finns hos vinsch, grip eller gripenhet, kan dessa delar bytas utanför strålmiljön. Ett fel på gripenheten innebär att man får strålning upp genom tuben och därför ska vistelse direkt över tuben hindras.

Tappad kapsel vid deponeringen

Sedan strålskärmtuben vridits till lodrät ställning över deponeringshålet ska en vinsch kopplas in på kapselns gripenhet. Ett fel i inkopplingen kan resultera i att kapseln faller och antingen hamnar på rätt plats i deponeringshålet eller blir hängande på bentonitkanten. Samma sak gäller om greppet lossnar vid kapselns sänkning. Kapseln tål fallet och ingen strålning når tunneln. En visuell kontroll av kapseln kan dock bli nödvändig och kapseln måste därför åter lyftas och återföras till omlastningshallen. Under återtagningen måste ett nytt grepp kopplas på kapseln, vilket måste ske fjärrstyrt eftersom personalen ska skyddas för direktstrålning från kapseln.

Tappad transportbehållare

Sannolikheten för att en transportbehållare tappas är mycket liten. För att detta skall inträffa krävs antingen ett brott i en av de delar som ej är dubblerade (lyftok, lyftblock) eller att flera allvarliga fel samtidigt föreligger i dubblerade delar. För att kapseln skall

skadas krävs dessutom att behållaren tappas från hög höjd och sådana lyft finns inte i anläggningen.

Transportvägarna i anläggningen går över fast mark, varför endast golvbeläggningen kan skadas av transportbehållarens fall.

I en alternativ utformning av djupförvaret med schakt i stället för ramp transporteras transportbehållaren med kapsel ner till deponeringsnivån i ett hisschakt. Ett fall i hisschaktet ger helt andra påkänningar än fall från de lyfthöjder som nämns ovan. Hisschaktet utrustas med en specialhiss med automatisk fallbroms och det finns en dämpande konstruktion i botten som ska reducera påkänningarna så att kapseln inte skadas av fallet. Retardationen av lastens fall minskar då så kraftigt att kapseln beräknas bli oskadd och skadorna på behållaren blir måttliga.

Beräkning av hypotetiskt läckage av aktivitet

Någon händelse som skulle innebära att kapseln skadas har inte kunnat påvisas. För den fullständiga analysens skull antas dock att kapseln skulle brytas sönder så att aktivitet från bränslet skulle kunna läcka ut genom en spricka. Man måste då anta att inte bara kopparkapseln utan också insatsen skadas och dessutom måste skador på bränslets kapsling uppstå. Endast gasformig aktivitet kan läcka ut.¹

Enligt denna beräkning, vilken dock bedöms vara mycket konservativ, blir dosen i nivå med den tillåtna årsdosen, vilket alltså är ganska högt. Slutsatsen blir att man snarast bör avlägsna sig från området för en sådan händelse medan gasen vädras ut.

Gasen går ut från anläggningen med ventilationsluften och medför en dosrat utanför anläggningens gräns på en bråkdel av den naturliga bakgrundsstrålningen.

Kollisioner

Som framgår av avsnitt 5.3.13 går ett tiotal transporter genom rampen under varje dagskift. Det blir alltså ett antal möten mellan fordon varje dag. I rampen finns flera mötesplatser ordnade där fordon inväntar ett passerande möte. Transporterna är

¹ Beräkningen utgår från följande aktivitetsinnehåll i en kapsel, hämtat från CLAB:s säkerhetsrapport SSR-94 men med 30 års avklingning. Endast krypton tas upp eftersom det är detta som kan ha betydelse för omgivningen.

	Kr-85	
Inventarium per kapsel	130	TBq
Gapinventarium (max 10%)	13	TBq
Tillgängligt för frigörelse	100%	

Beräkningsförutsättningarna för fallet är följande. Kapselns brott inträffar i en tunnel med 46 m² area. Ventilationen ger en lufthastighet på 1 m/s, vilket betyder 46 m³/s. Utläckaget av kapselns aktivitet antas pågå i en timme, vilket ger 13 TBq/h eller 0,0036 TBq/s. Genomsnittlig koncentration i luften blir $0,0036/46 = 0,00008$ TBq/m³. Omvandlingsfaktorn för helkroppsdosen för Kr-85 är $1,3 \cdot 10^{-4}$ Sv/TBq,s,m⁻³. (enligt ICRP 68 (och 72) samt en korrektionsfaktor 0,5 för den begränsade volymen (enligt ICRP 30)).

Dosraten blir $1,3 \cdot 10^{-4} \times 0,00008 = 1 \cdot 10^{-8}$ Sv/s. Dosen efter 1 h exponering skulle bli $4 \cdot 10^{-2}$ mSv.

schemalagda och styrs automatiskt samt övervakas manuellt. Man måste dock förutsätta att tillbud kan förekomma och någon enstaka kollision bör beaktas. Med hänsyn till de låga hastigheterna blir konsekvensen av en kollision ringa. I svåraste fall välter ett fordon och resulterar i åtgärder som beskrivits under avsnitt 7.3.1 Tappad last i rampen.

Fel på truckens styrsystem kan leda till att den kör på en vägg eller annat hinder. Även här kan resultatet bli att den välter och får tas om hand på samma sätt. För att sådana missöden ska undvikas förses trucken med dubbla självkontrollerande styrsystem och vid avvikelser mellan de båda systemens signaler stoppas trucken innan den styr fel. Fjärrstyrningens signaler jämförs med truckens egna programmerade värden som begränsar tillåtna manövrer till korrekt vägavsnitt.

Tappad transportbehållare med övrigt avfall

Även transportbehållarna för betongkokiller tål påkänningarna vid sådana händelser som beskrivits ovan men kokillerna kan brytas sönder. Uppröjningen i rampen blir då densamma som för en kapselbehållare. Då behållaren öppnas vid deponeringen kan dock strålning från exponerat gods förekomma. Aktiviteten är bunden till godset och kan inte spridas. För omhändertagande av godset kan speciella provisoriska åtgärder behöva vidtas, men eftersom händelsen är mycket osannolik behöver inga förberedelser göras.

7.3.2 Brand

Allmänt

I avsnitt 7.2.2 behandlades konsekvenserna av en begränsad brand, som endast slår ut funktioner där utrustningen ej är avståndsseparerad.

En brand av större omfattning kan dock tänkas, vilken slår ut all utrustning i en brandcell. Sannolikheten för detta är låg på grund av anläggningens passiva och aktiva brandförsvar, jämför avsnitt 3.9.

En större brand i ett ställverk eller en kabelkulvert kan 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 utrymme samt utrustning vars kraft- eller kontrollkablar passerar utrymmet.

En stor brand i kabelutrymmet under driftcentralen kan resultera i att inga centralt styrda komponenter kan manövreras eller regleras. Manövrering av alla utrustningar kan dock göras lokalt.

Om en stor brand uppstår i ställverket eller i ett batterirum, påverkas de matade systemen. Konsekvensen av den förra blir densamma som bortfall av yttre nät. Se avsnitt 7.2.3. Brand i batterirum påverkar inte anläggningen så länge ordinarie nät finns tillgängligt. Utöver den till batterinät anslutna nödbelysningen finns lokalt monterade handlampor med egna batterier som ger ledljus vid elbortfall på grund av t ex brand.

En brand i förvarsområdena skulle kunna innebära vissa svårigheter för personalen som arbetar där och därför har åtgärder för att förhindra brand och minska konsekvenserna för personalen varit föremål för en speciell utredning.

Personalen har tillgång till dubbla utrymningsvägar från alla områden utom deponeringstunnlarna för kapslar. Under normal deponeringsdrift ska dock ingen personal vistas i dessa. Krav kan komma att ställas på installation av räddningskammare längst in i aktuell tunnel.

Större brand i underjordsdelen

Genom sektionering delas lokalerna under jord upp så att spridning av brand och brandgaser i görligaste mån undviks. Således utgör bergshallarna i centralområdet egna brandceller och rampen samt schakten avskiljs från tunnlar och hallar.

Konsekvensen av brand i följande utrymmen granskas nedan

- centralområdets bergshallar
- rampen
- transporttunnlarna
- deponeringstunnlarna
- schakt
- deponeringsdel för övrigt avfall.

Bergshallarna

Bergshallarna bildar egna brandceller och en brand drabbar framför allt utrustningen i cellen. Brand i ventilationshallen och hallen för eldistribution inverkar dock på verksamheten i övriga lokaler.

Ventilationshallen innehåller främst trummor och spjäll med obetydlig mängd kablar. Risken för att brand ska utbryta och sprida brandgaser till övriga lokaler är försumbar. En brand kan medföra behov av utrymning av bergslokaler.

I hallen för eldistribution finns transformatorer, ställverk, batterier och kablar. En större brand kan innebära att övriga lokaler i berget utom rampen förlorar elkraften. Huvudventilationen påverkas inte och nödbelysning som har egna lokala batterier fungerar. Inverkan på övriga lokaler blir liten genom att transformatorer och ställverk dubblas med placering i skilda brandceller och automatisk överkoppling vid fel. Batterierna delas upp på två skilda celler, vilket förbättrar tillgängligheten för nödbelysning. Deponeringsverksamheten behöver inte avbrytas; pågående arbeten kan slutföras.

Rampen

Brandbelastningen i rampen utgörs av kablar, mest för belysning, och eldrivna fordon. En brand drabbar endast en begränsad del av rampen. Anslutningarna till schakt avskiljs med branddörrar. Brand på ett fordon blir inte så omfattande att avfallskollit påverkas, eftersom mängden brännbart material, som huvudsakligen utgörs av smörjolja, är liten. Transporterna stoppas men pågående deponeringsarbeten kan slutföras.

Transporttunnlarna

Även i transporttunnlarna är det kablar för belysning och kraftdistribution samt eldrivna fordon som kan brinna. Fordonsbranden blir lokal på samma sätt som i rampen. Kabelbrand begränsas av att kablarna sektioneras med brandspridningshämmande organ. Rökspridning till deponeringstunnlarna förhindras dels av att dessa tunnlar tar

friskluften från transporttunnelnarnas tilluftstrumma, dels av att rökdetektorer stoppar deponeringstunnelnarnas fläktar. Pågående deponeringsarbeten bör avbrytas och tunnelnarna utrymmas. Arbetet kan återupptas sedan branden släckts och normala funktioner återställts.

Deponeringstunnelnarna

Deponeringstunnelnarna innehåller eldriven deponeringsmaskin samt tub och servicevagn samt kablar för maskiner och belysning. Maskinen och vagnarna har mycket begränsad mängd brännbart material. Belysningskablar sträcker sig utefter hela tunnelns längd och kraftkablar går till maskin och servicevagn. En fordonsbrand blir lokal, men kabelbrand kan bli långsträckt. Den lokala ventilationsfläkten, som suger friskluft från transporttunnelns tilluftstrumma, fortsätter att ge luft till tunnelns inre och personalen tillförsäkras därmed luft. Allt deponeringsarbete avbryts. Personal innanför brandhärden bör stanna tills undsättning ordnats; personal utanför brandhärden utrymmer snarast till transporttunneln. Om deponeringsmaskinen utsatts för brand måste skadorna besiktigas innan arbetet kan återupptas. Eventuellt måste kapsel eller bentonit föras tillbaka medan utrustningen repareras. Kapseln skyddas av strålskärnstuben och skadas inte av branden.

Schakten

Av schakten är det främst de som ger elmatning till berget som har nämnvärd brandbelastning i form av kablar. Sådana elschakt ska ventileras med frånluft från bergets lokaler. En brand kan helt slå ut aktuell del av elmatningen till underjordsdelen, som då får försörjas från batterier i hallen för eldistribution. Matningen är uppdelad i ett schakt för rampens fordon och ett schakt för övrig kraftförsörjning. Med en överkoppling i hallen kan erforderlig kraftförsörjning ordnas även om brand uppstår i det ena schaktet. Pågående deponeringsarbete kan då avslutas.

Deponeringsdelen för övrigt avfall

I deponeringsdelen för övrigt avfall liknar förhållandena dem som gäller för transporttunnelnarna. Rökspridning till deponeringshallarna kan knappast hindras, men det torde sakna betydelse. Pågående arbeten avbryts, men om möjligt bör hängande last sänkas. Tunnelnarna utryms. Avfallskollina skyddas fram till lyftet av transportbehållaren och tar inte skada. Hängande last kan knappast nås av branden, men i ett ytterlighetsfall kan lasten tappas; se tappad last i punkt 7.3.1.

Referenser

Kapitel 1

- 1-1 Plan 98. Kostnader för kärnkraftens radioaktiva restprodukter
SKB juni 1998
- 1-2 FUD-program 98
Kärnkraftavfallets behandling och slutförvaring
SKB september 1998

Kapitel 3

- 3-1 SKI et al.: Project Seismic Safety.
Characterization of Seismic Ground Motions for Probabilistic Safety Analysis
of Nuclear Facilities in Sweden.
SKI Technical Report 92:3; Stockholm, 1992

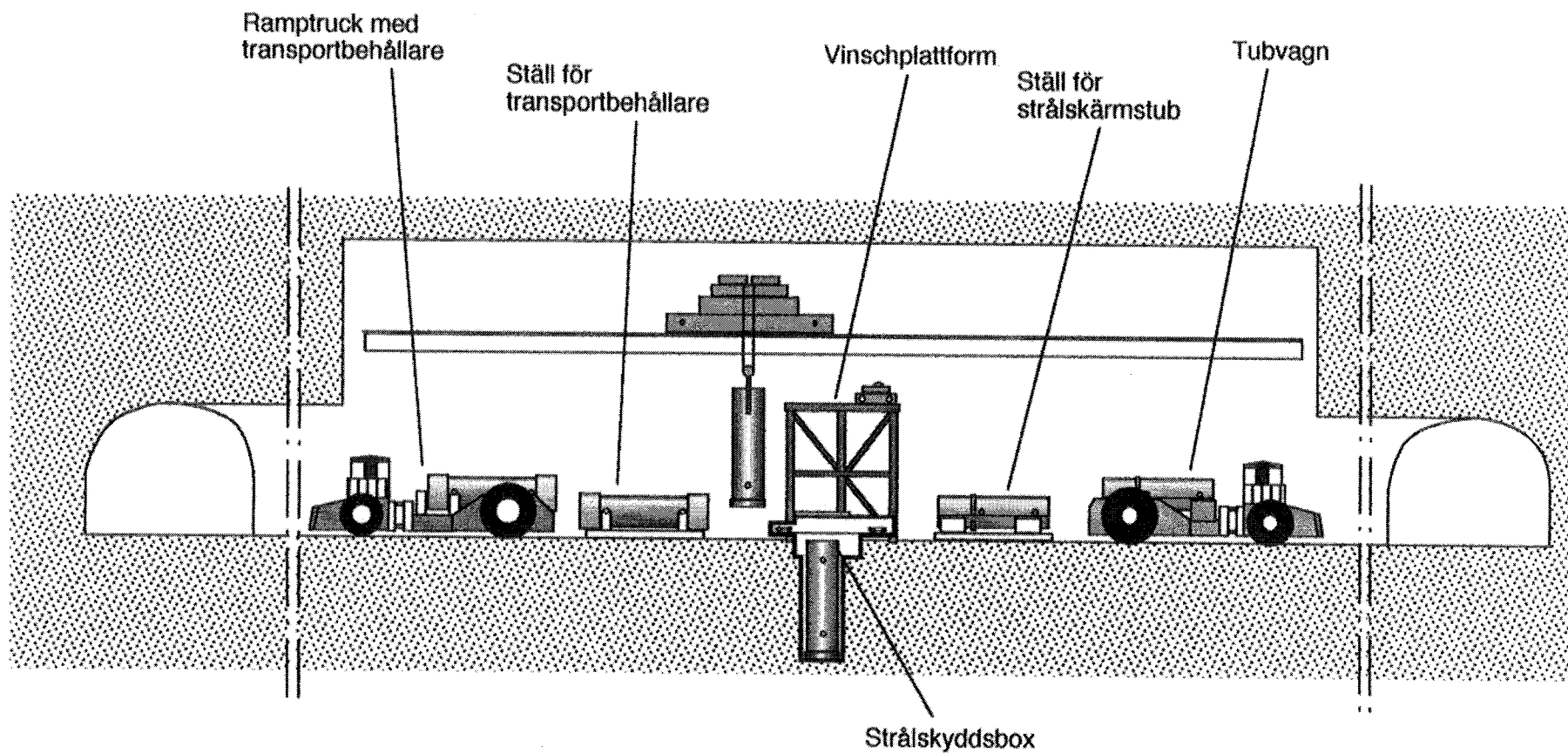
Kapitel 7

- 7-1 ICRP
Dose Coefficients for Intakes of Radionuclides by Workers
ICRP Publication 68
och
Limits for Intakes of Radionuclides by Workers
ICRP Publication 30, Supplement to Part 1

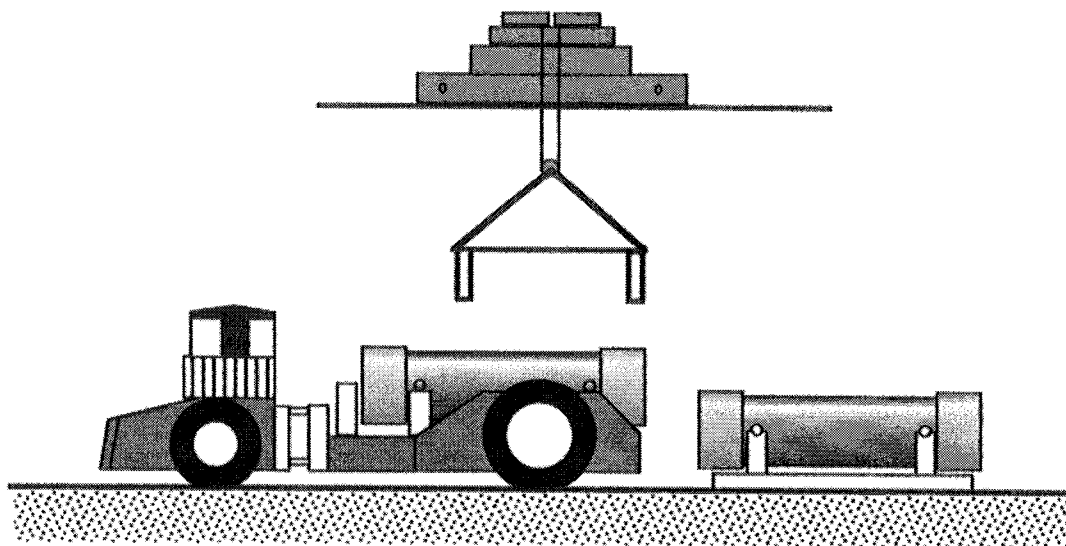
Hantering i omlastningshallen

Blad

- 1 Maskinuppställning
- 2 Trucken avlämnar transportbehållare
- 3 Demontering av stötdämpare
- 4 Transportbehållaren flyttas till urlastning
- 5 Strålskärmstuben sätts över behållaren
- 6 Behållarens lock tas bort
- 7 Strålskärmstuben öppnas
- 8 Gripen sänks till kapseln
- 9 Kapseln lyfts
- 10 Kapseln fästs i strålskärmstuben
- 11 Tuben med kapsel lyfts bort
- 12 Transportbehållaren stängs
- 13 Transportbehållaren lyfts ur gropen
- 14 Strålskärmstuben med kapsel körs till deponering

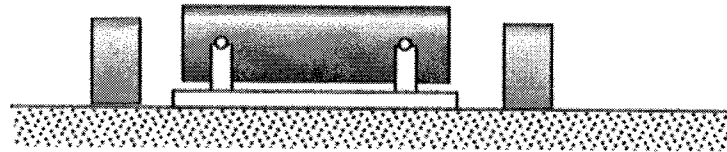
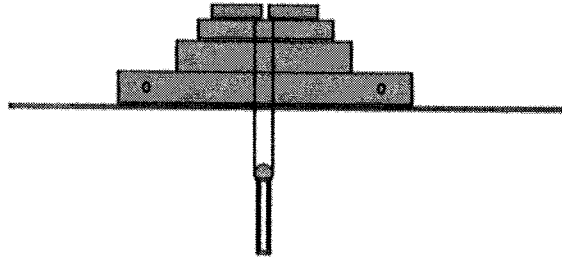


Omlastningshall. Maskinuppställning.



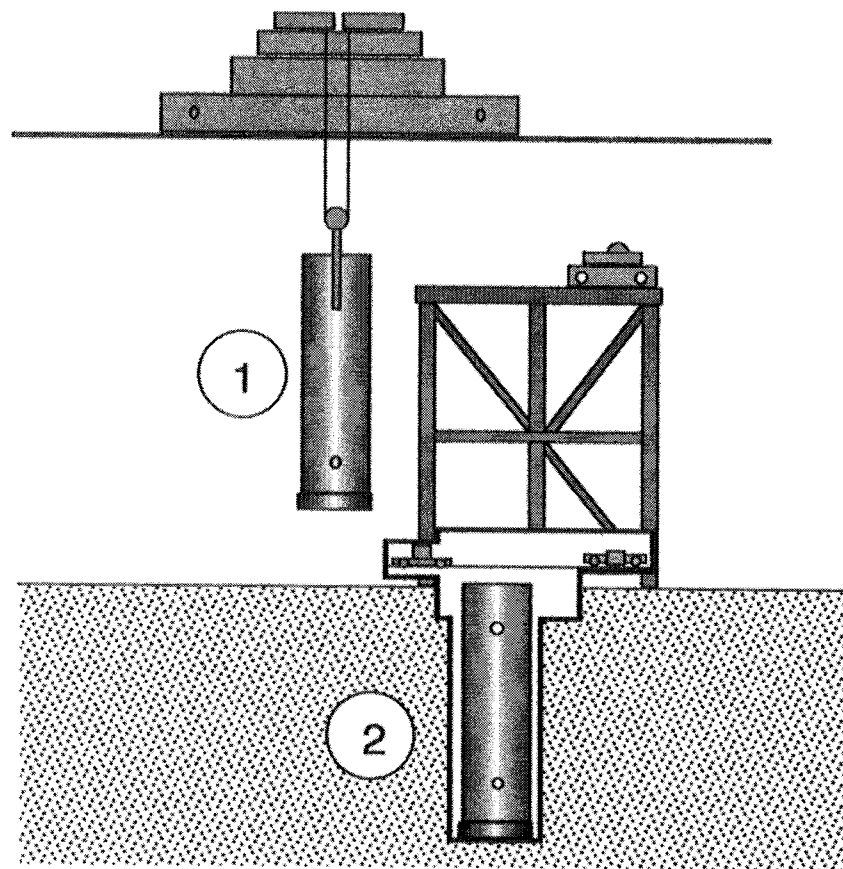
Trucken kommer från driftbyggnaden via rampen till omlastningshallen. Behållaren lastas av med traversen och placeras i ett ställ. En tom behållare lyfts upp på trucken som därefter återgår till driftbyggnaden.

Omlastningshall.
Trucken avlämnar transportbehållare.



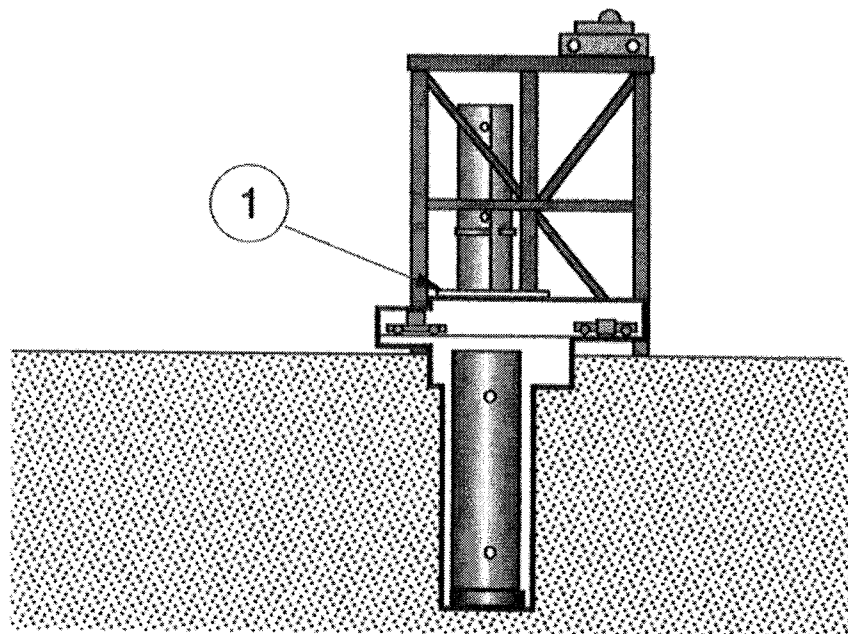
Behållarens stötdämpare demonteras med hjälp av traversen.
En bottenplatta fästs på behållaren.

Omlastningshall. Demontering av stötdämpare.



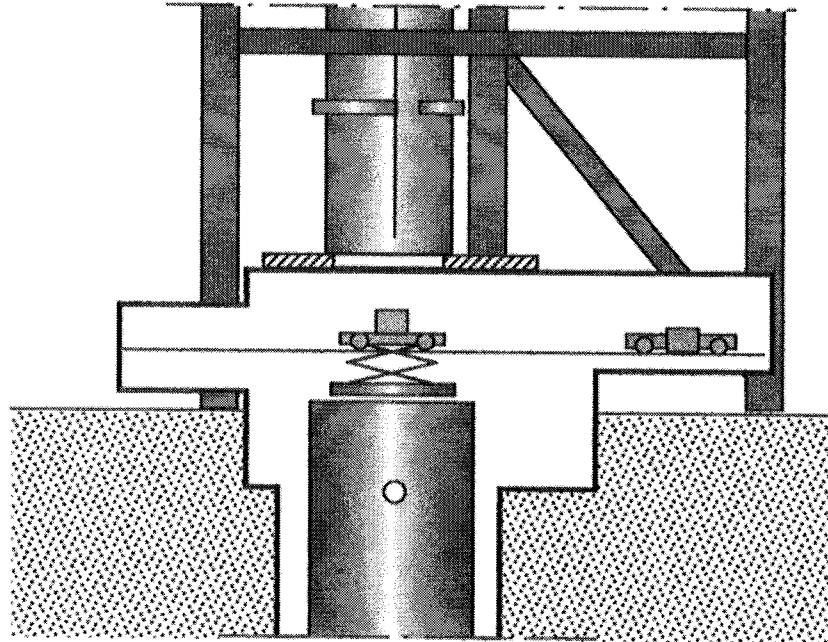
Traversen reser behållaren, 1, och flyttar den till gropen för urlastning, 2.
Lyftoket tas bort. Behållarens ytterlock lossas. Innerlocket får ligga kvar som strålskärm.

Omlastningshall.
Transportbehållaren flyttas till urlastning.



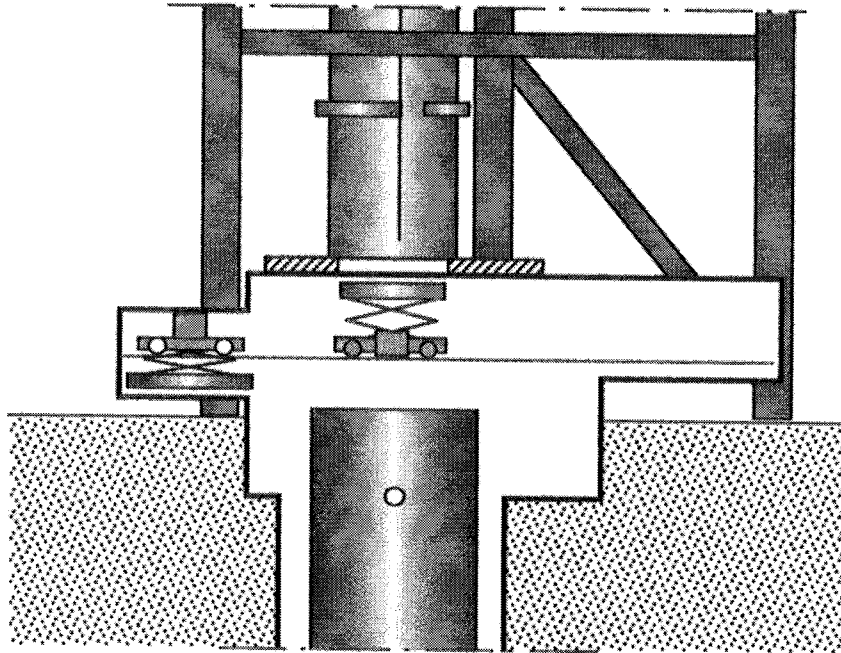
Ett lock läggs på strålskärmslådan. Det tjänstgör som underlag för strålskärmstuben och har ett hål för kapseln. Tuben ställs på locket.

Omlastningshall.
Strålskärmstuben sätts över behållaren.



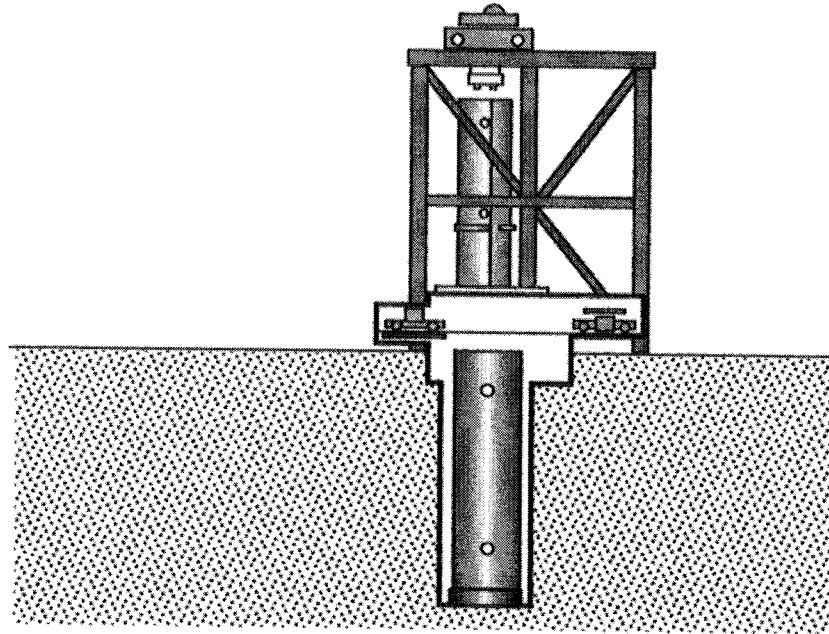
Ett rullbord hämtar transportbehållarens lock.

Omlastningshall.
Behållarens lock tas bort.



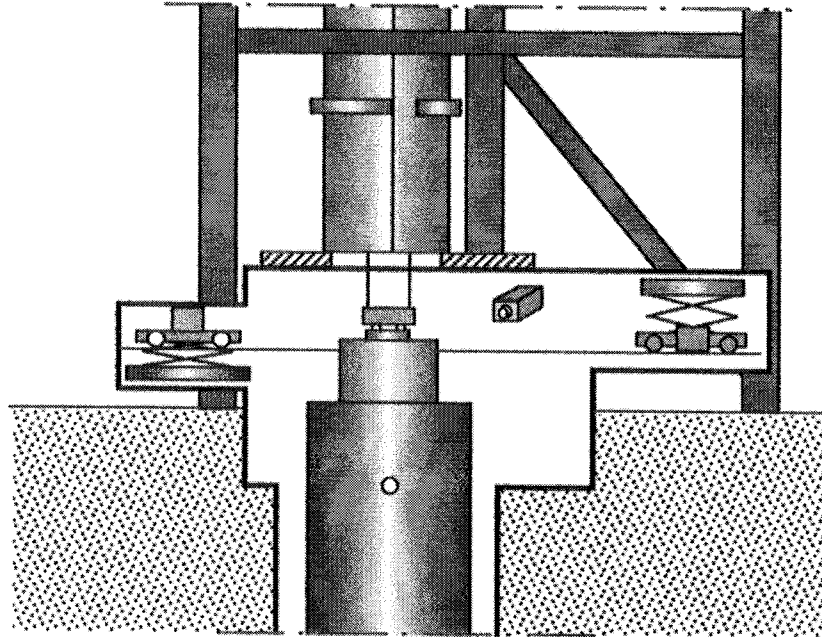
Det andra rullbordet lossar och för undan strålskärnstubens lock.

**Omlastningshall.
Strålskärnstuben öppnas.**



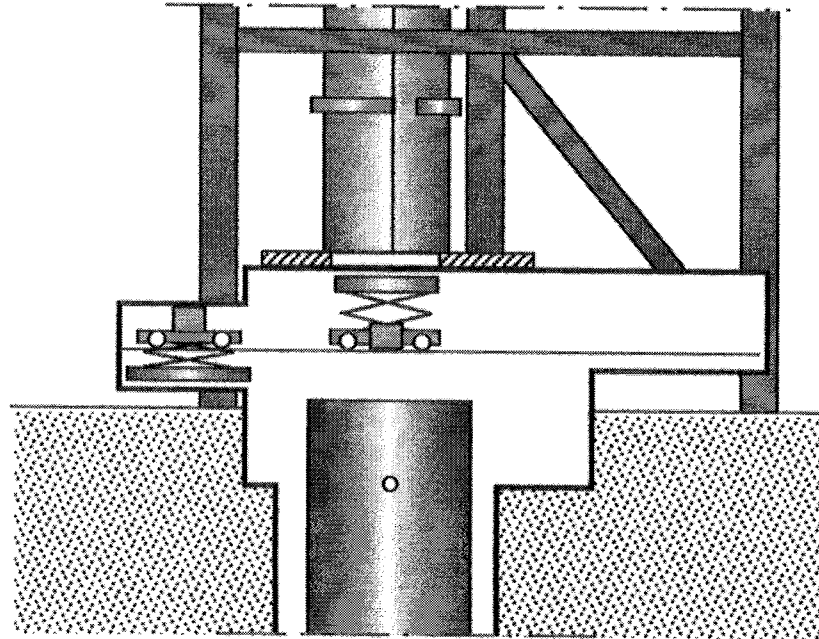
Vinschen förs fram över strålskärmstuben. Dess grip lossar det övre locket och det sänks ner genom tuben till ingrepp i kapseln.

**Omlastningshall.
Gripen sänks till kapseln.**



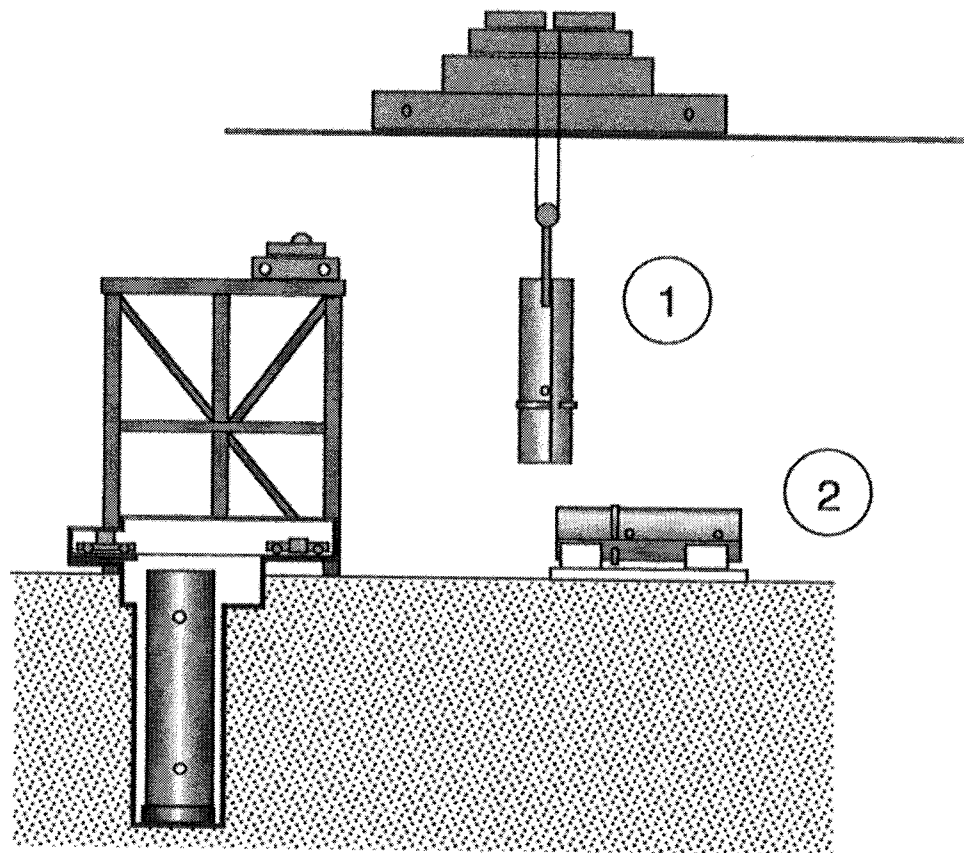
Kapseln lyfts. TV-kameror identifierar kapseln och granskar den m a p eventuella skador.

Omlastningshall.
Kapseln lyfts.



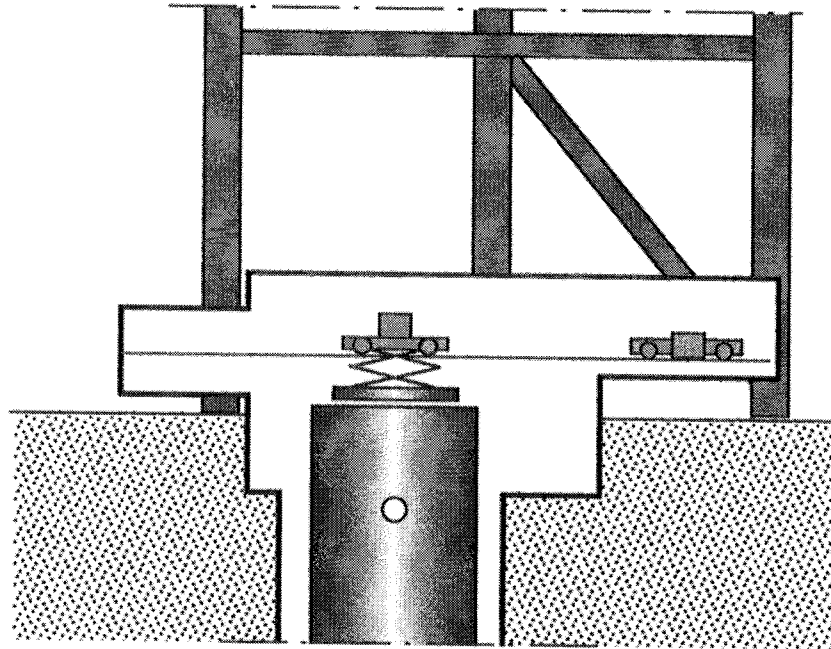
Sedan kapseln lyfts in i strålskärmstuben fästs dess övre lock och rullbordet
sätter åter in det undre locket.
Vinschen förs åt sidan.

Omlastningshall.
Kapseln fästs i strålskärmstuben.



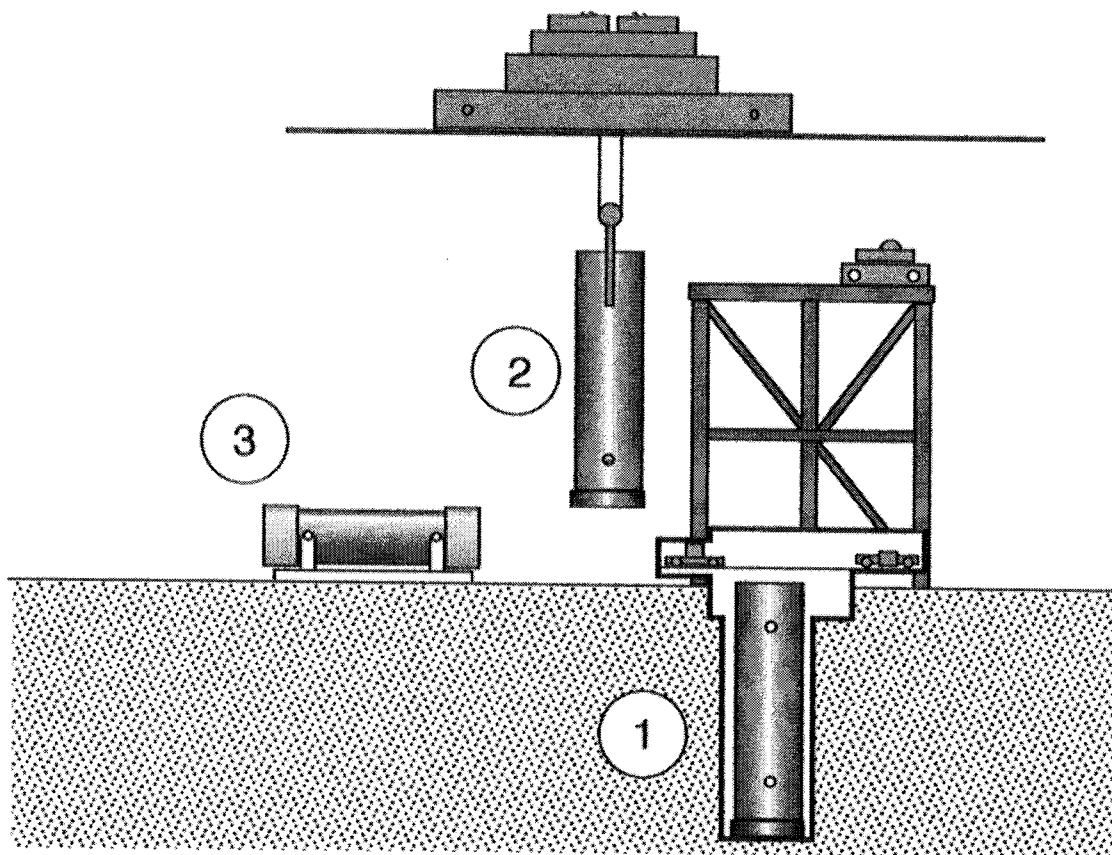
Traversen lyfter strålskärmtuben, 1, och lägger ner den i ett ställ, 2.
Den är nu klar för transport till deponeringsmaskinen.
Locket på strålskyddsboxen lyfts bort.

Omlastningshall.
Taben med kapsel lyfts bort.



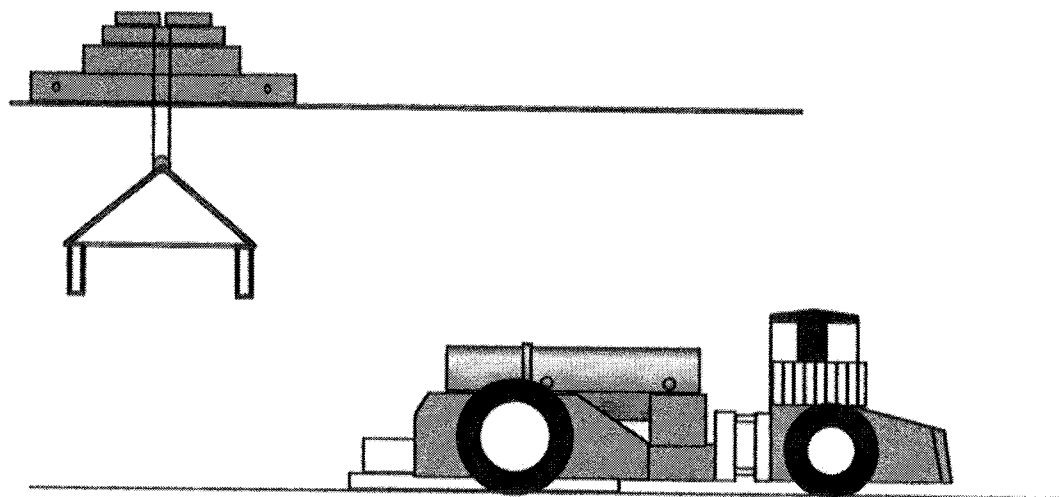
Den tomma transportbehållaren inspekteras invändigt. Rullbordet sätter åter på locket.

**Omlastningshall.
Transportbehållaren stängs.**



Ytterlocket monteras medan behållaren står i gropen, 1. Behållaren lyfts av traversen, 2, och läggs ner i stället, 3, där bottenplattan tas bort och stötdämparna monteras . Behållaren är nu klar att återföras till driftbyggnaden.

Omlastningshall.
Transportbehållaren lyfts ur gropen.



Taben lyfts eller dras över på tubvagnen, som sedan kör den till deponeringstunneln.

Omlastningshall.
Strålskärmstuben med kapsel körs till deponering.

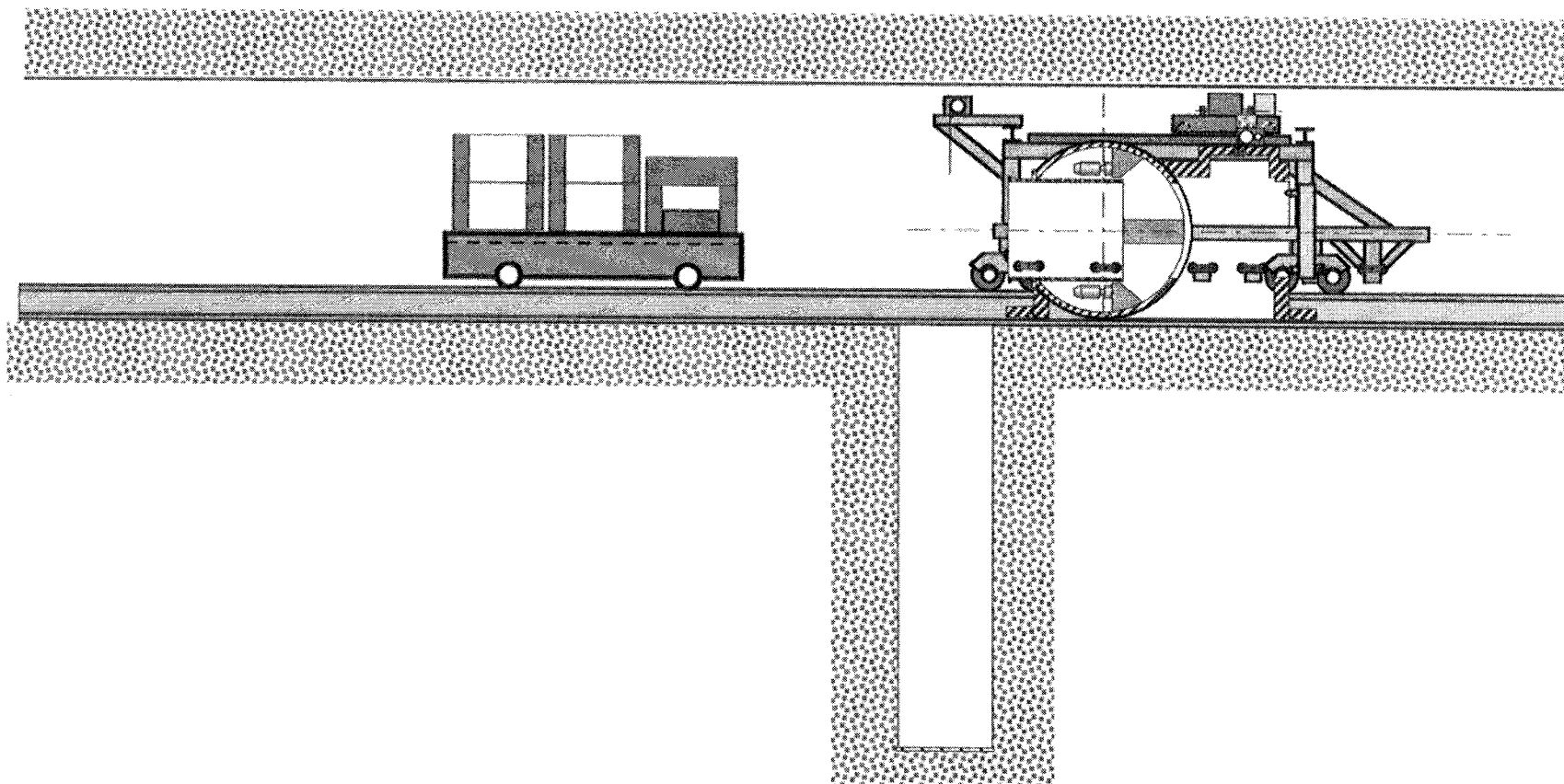
Preparering av deponeringshål

Blad

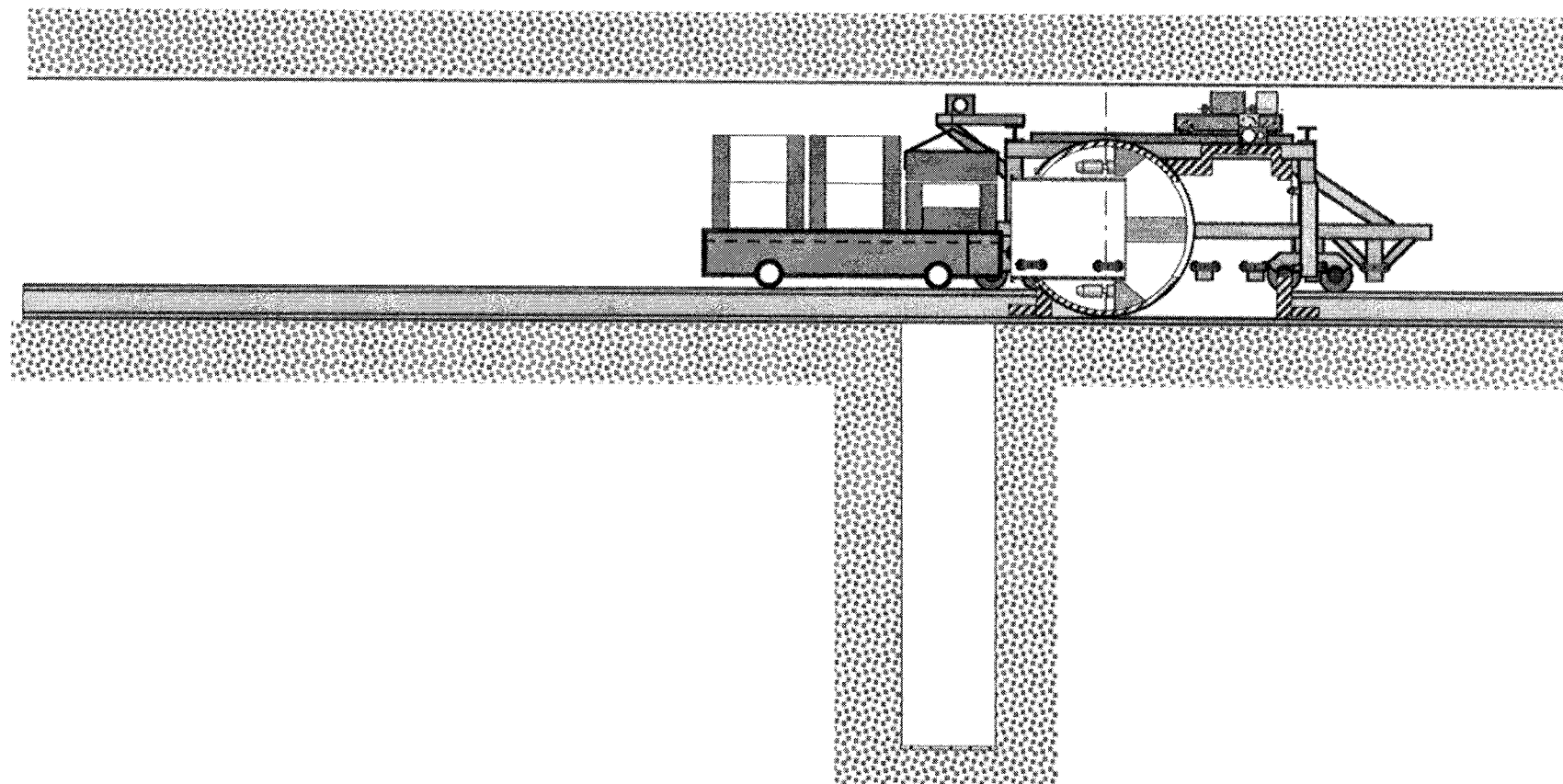
- 1 Utrustning
- 2 Deponeringsmaskinen griper bottenpluggen
- 3 Maskinen sätter ner bottenpluggen
- 4 Den första bentonitringen sätts ner
- 5 Nersättning av övriga bentonitringar
- 6 Toppblocket installeras
- 7 De sista ringarna förs in
- 8 Sista ringarna före kapseldeponering sätts in

Servicevagn för bentonit med vagnslast 1.

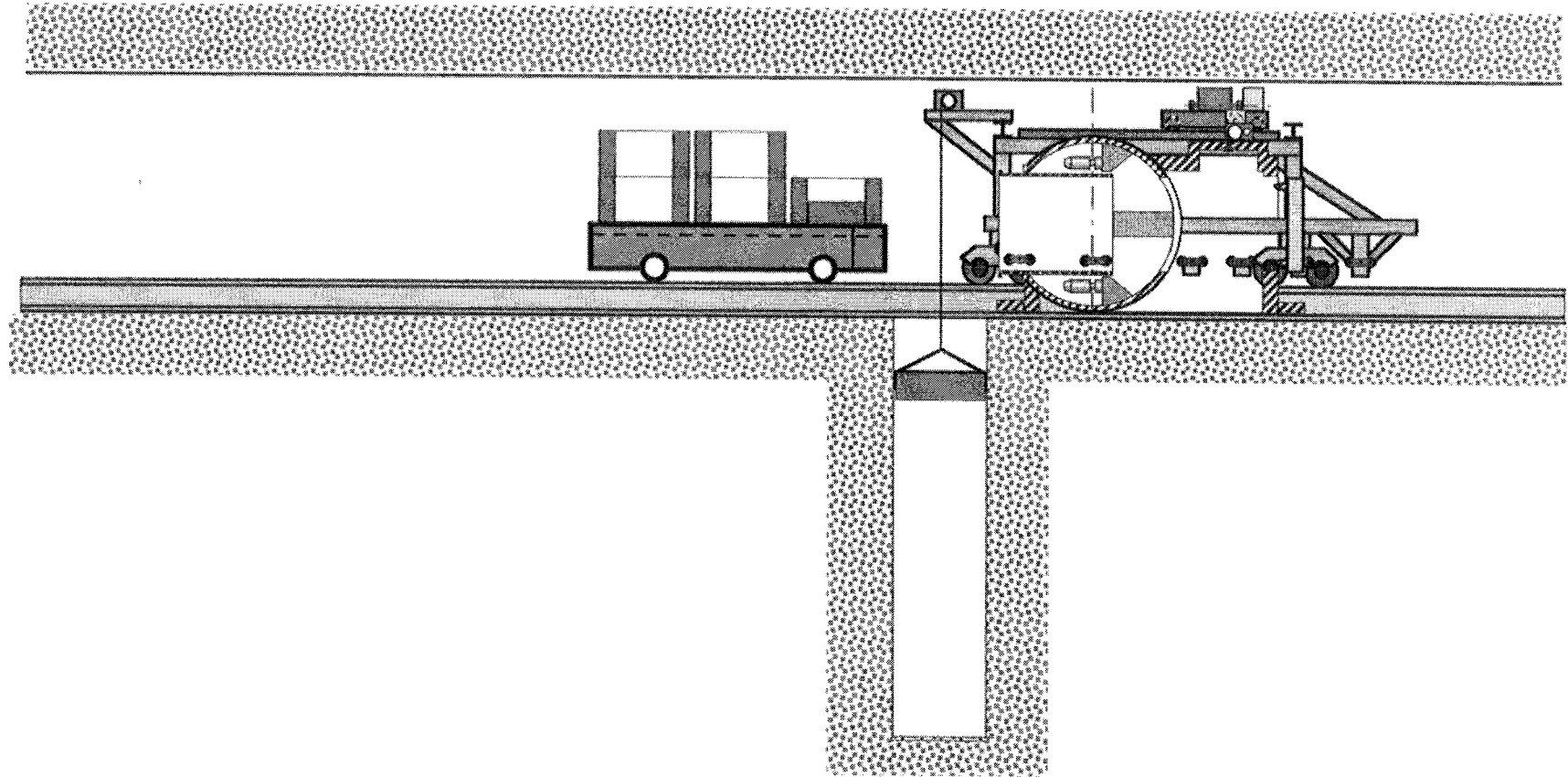
Deponeringsmaskin



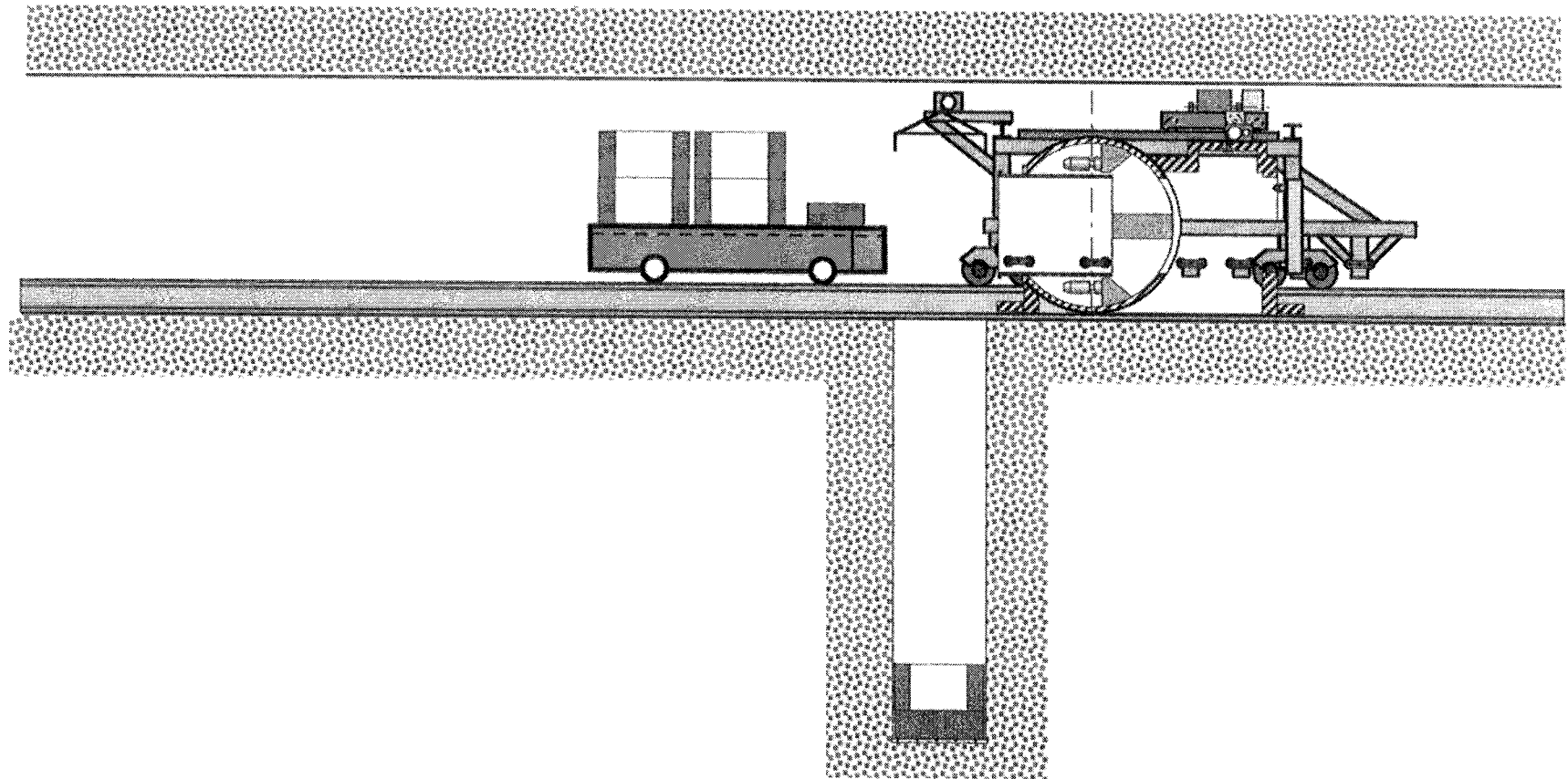
**Preparering av deponeringshål.
Utrustning.**



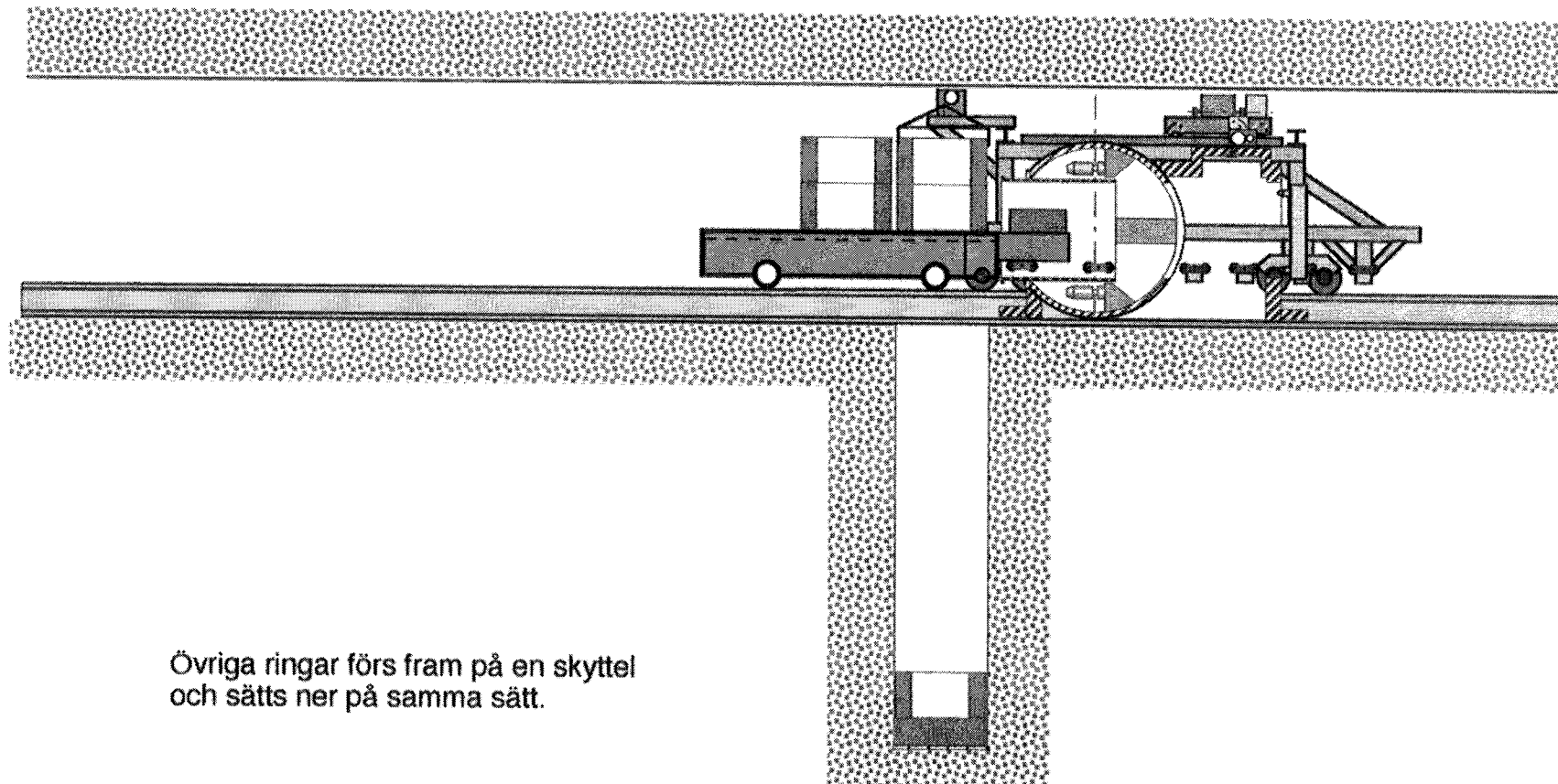
**Preparering av deponeringshål.
Deponeringsmaskinen griper bottenpluggen.**



**Preparering av deponeringshål.
Maskinen sätter ner bottenpluggen.**

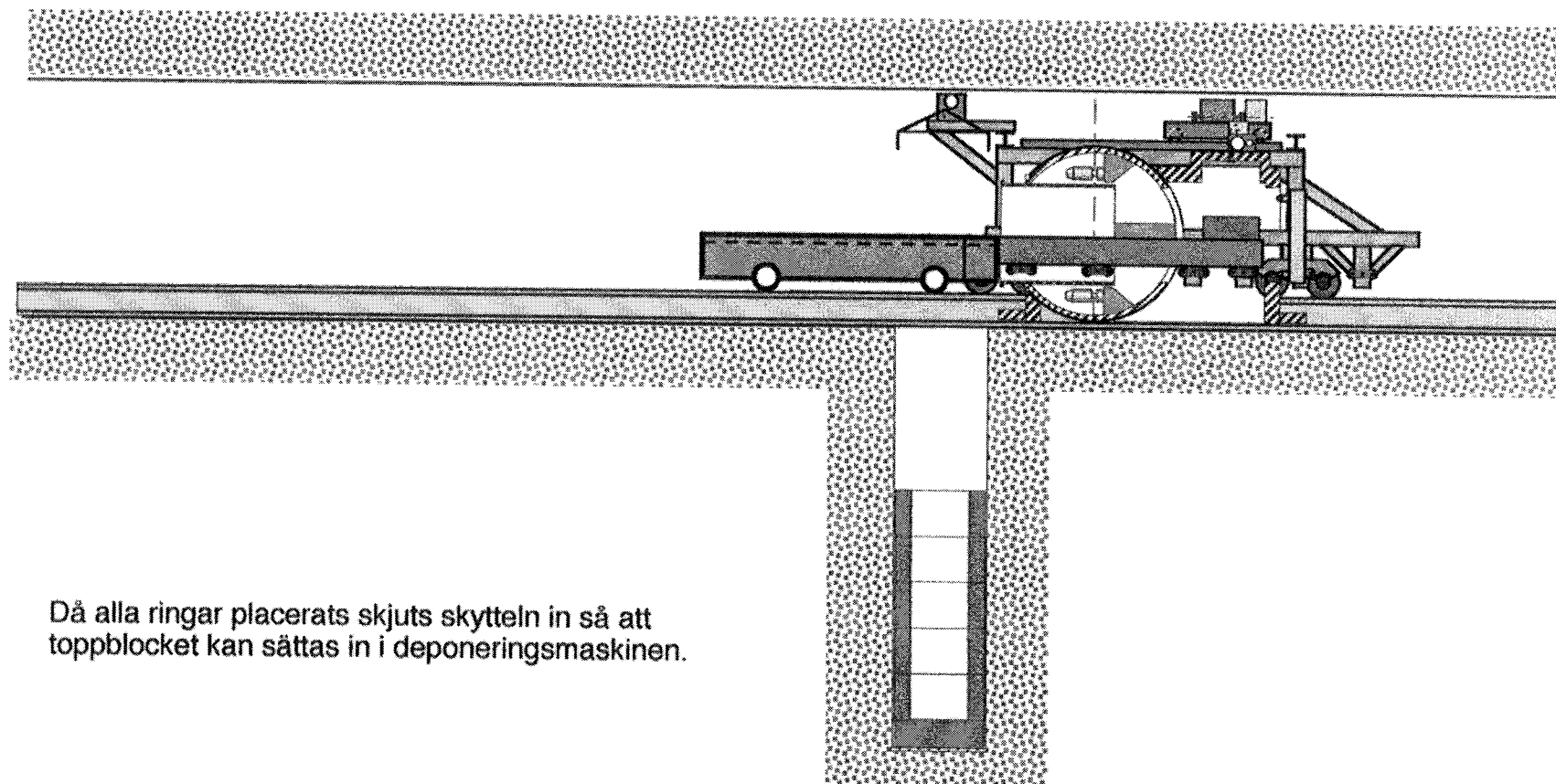


**Preparering av deponeringshål.
Den första bentonitringen sätts ner på samma sätt.**



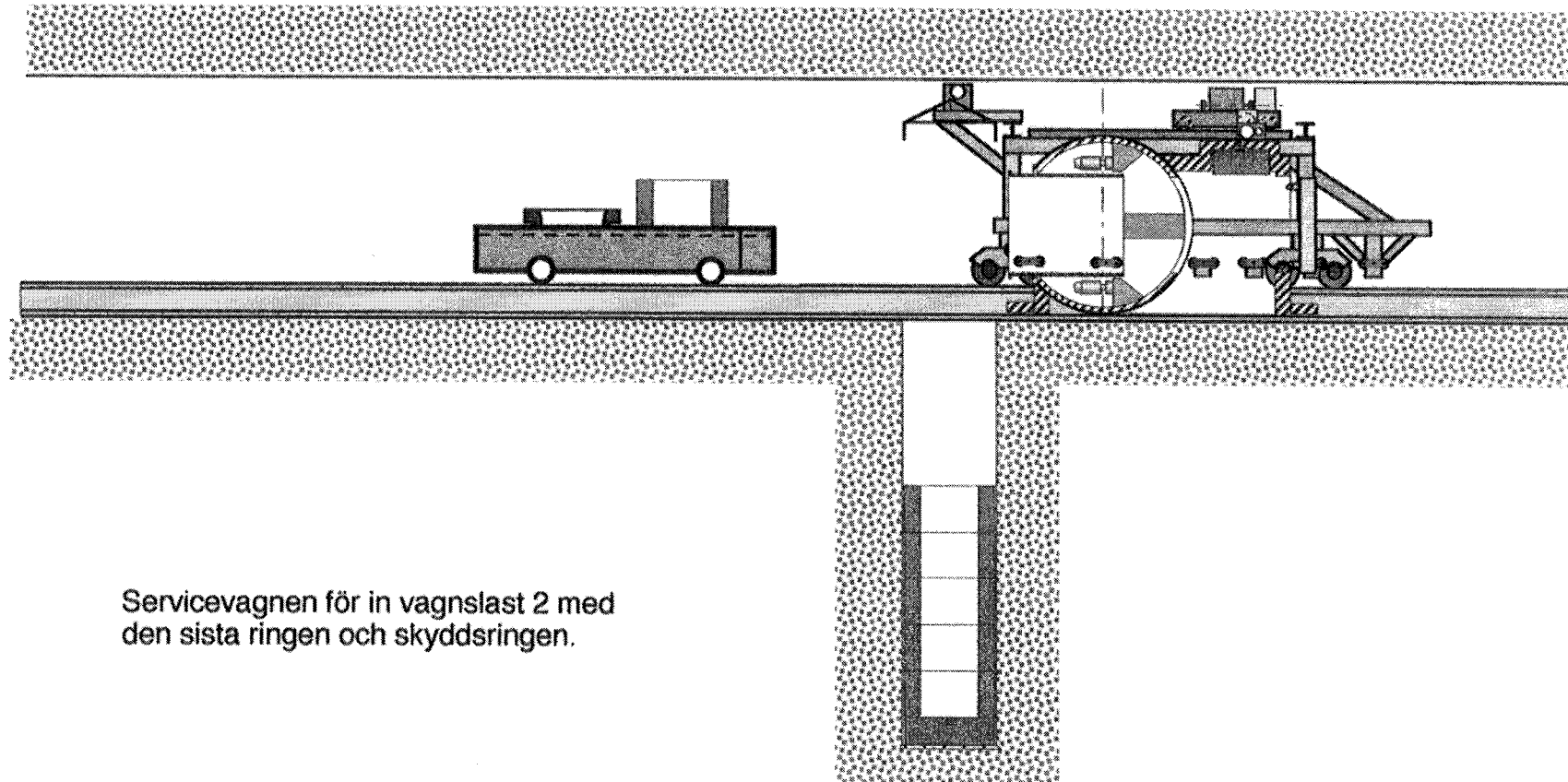
Övriga ringar förs fram på en skyttel
och sätts ner på samma sätt.

**Preparering av deponeringshål.
Nersättning av övriga bentonitringar.**



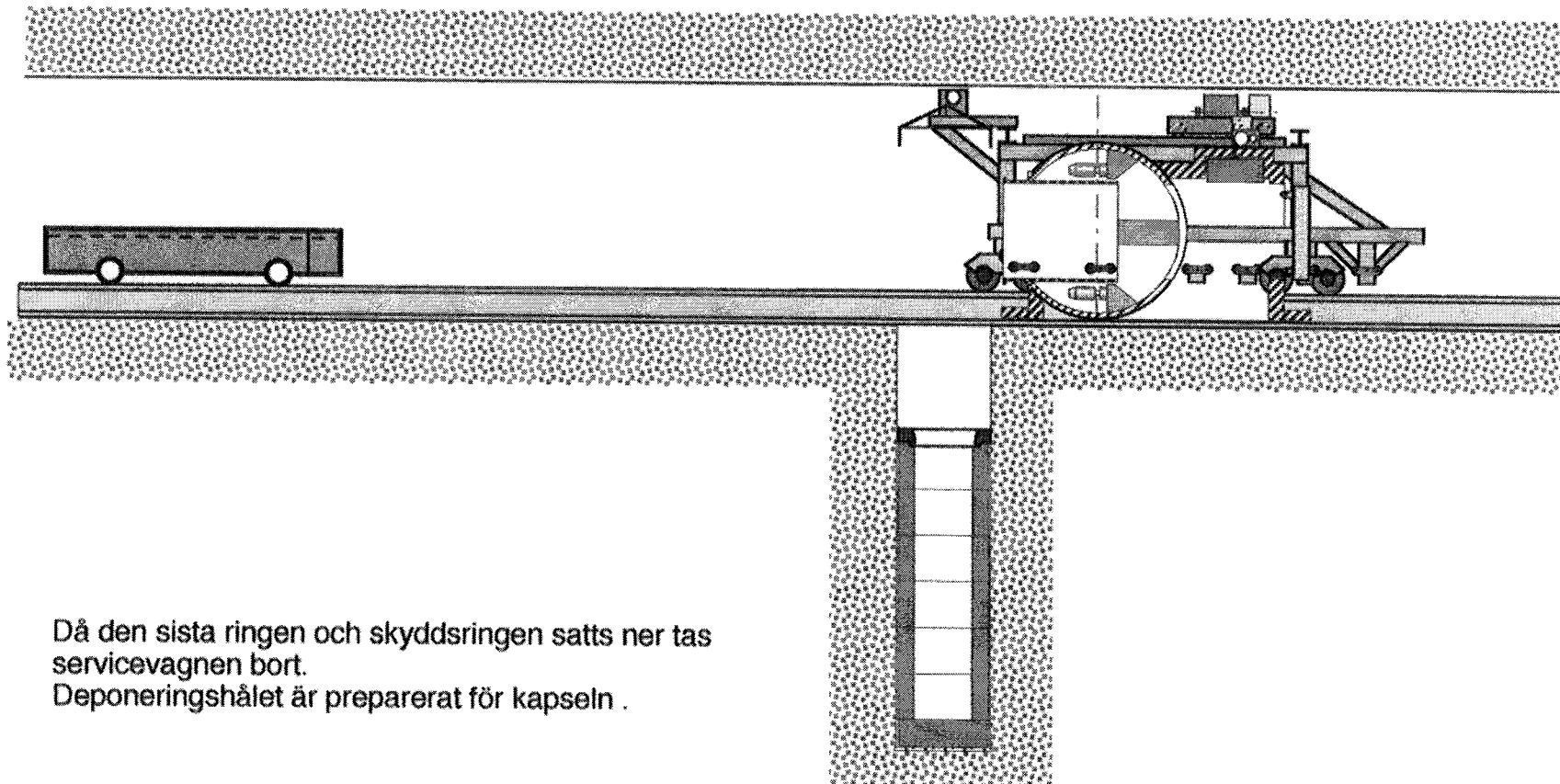
Då alla ringar placerats skjuts skytteln in så att toppblocket kan sättas in i deponeringsmaskinen.

**Preparering av deponeringshål.
Toppblocket installeras.**



Servicevagnen för in vagnslast 2 med
den sista ringen och skyddsringen.

**Preparering av deponeringshål.
De sista ringarna förs in.**



Då den sista ringen och skyddsringen satts ner tas servicevagnen bort.
Deponeringshålet är preparerat för kapseln .

Preparering av deponeringshål. Sista ringarna före kapseldeponering sätts in.

Kapseldeponering

Blad

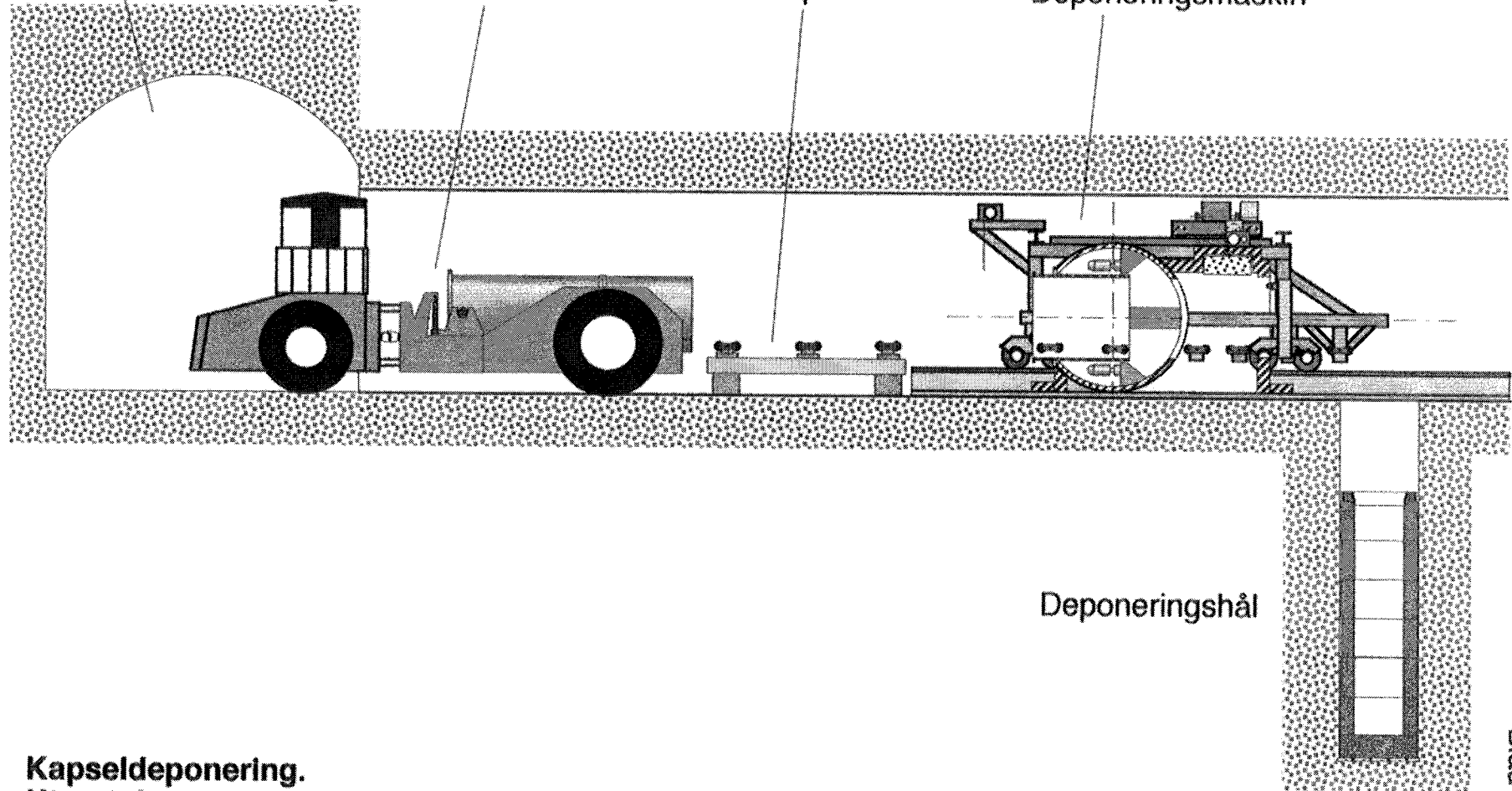
- 1 Utrustning
- 2 Strålskärmtuben anländer till deponeringstunneln
- 3 Strålskärmtuben förs till deponeringsmaskinen
- 4 Maskinen körs till deponeringshålet
- 5 Strålskärmtuben delas
- 6 Kapseln äntrar deponeringshålet
- 7 Tuben sänks i hålet
- 8 Vinschen griper och sänker kapseln
- 9 Locket lossas
- 10 Locket fästs. Vinschen återgår
- 11 Maskinen flyttas till läge för toppblocket
- 12 Toppblocket läggs in
- 13 Tuben sammanfogas
- 14 Maskinen återför tuben till skiftpallen

Transporttunnel

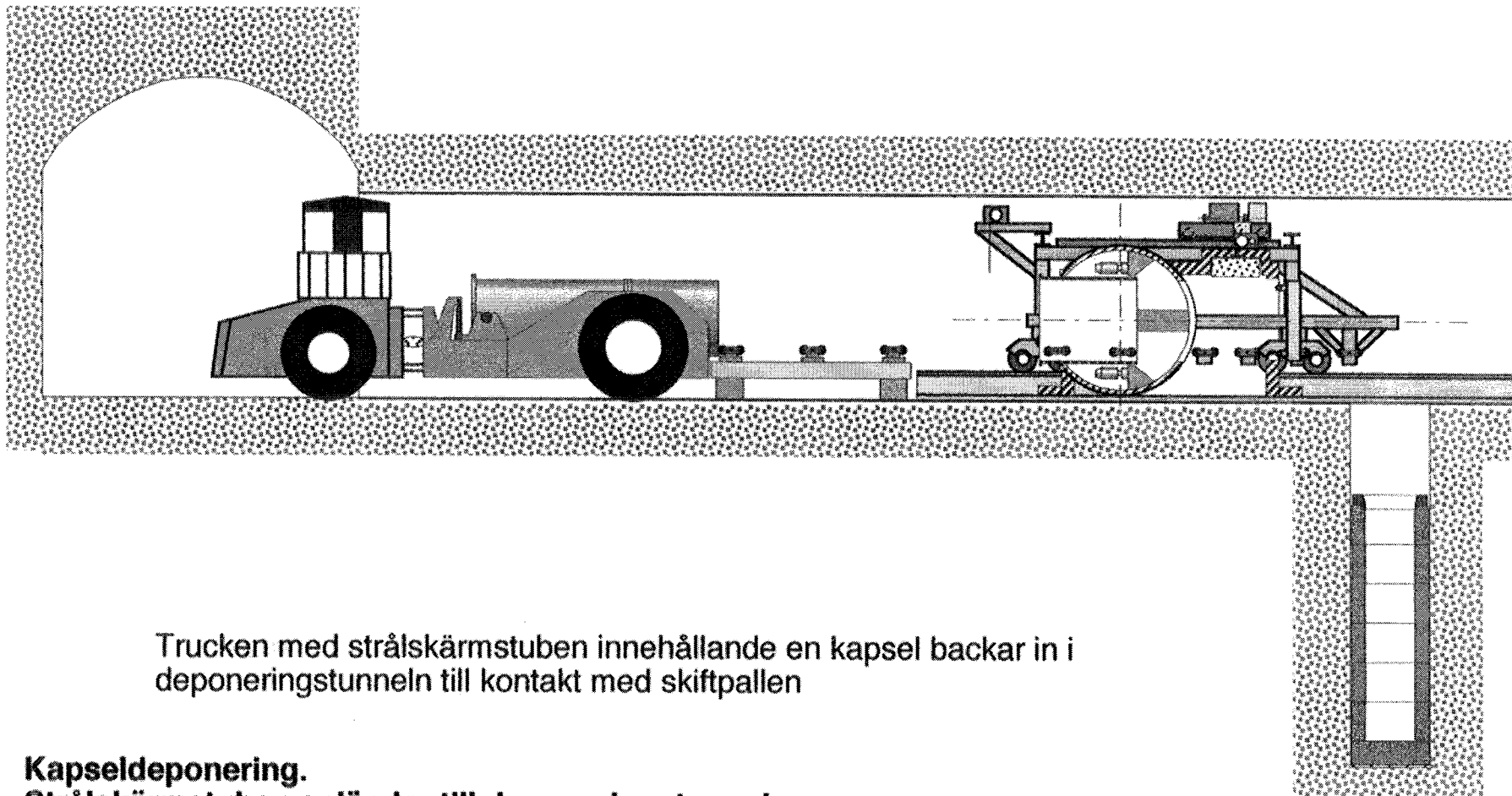
Tubvagn med strålskärmsstub

Skiftpall

Deponeringsmaskin

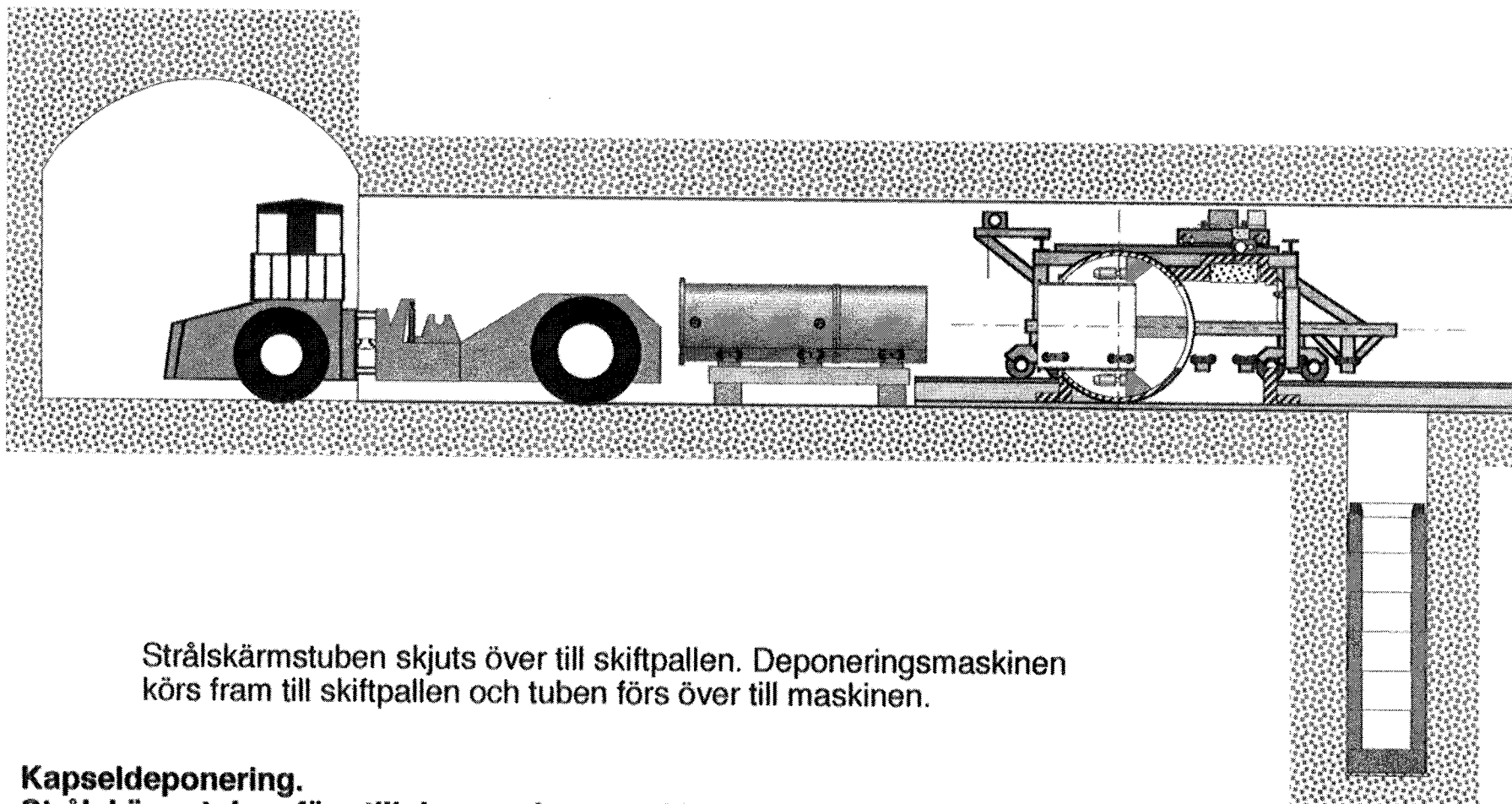


**Kapseldeponering.
Utrustning.**



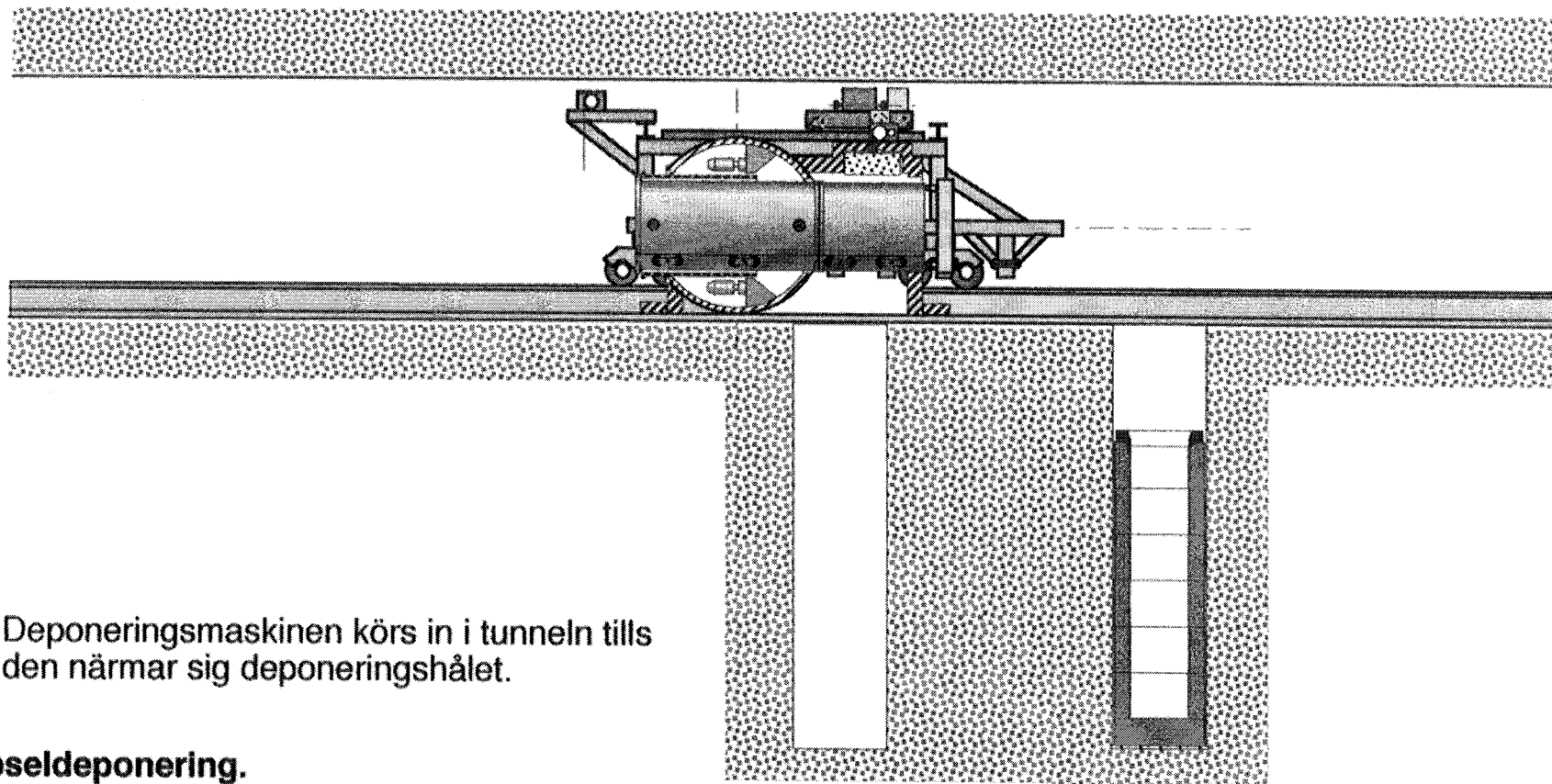
Trucken med strålskärmsstuben innehållande en kapsel backar in i deponeringstunneln till kontakt med skiftpallen

**Kapseldeponering.
Strålskärmsstuben anländer till deponeringstunneln.**



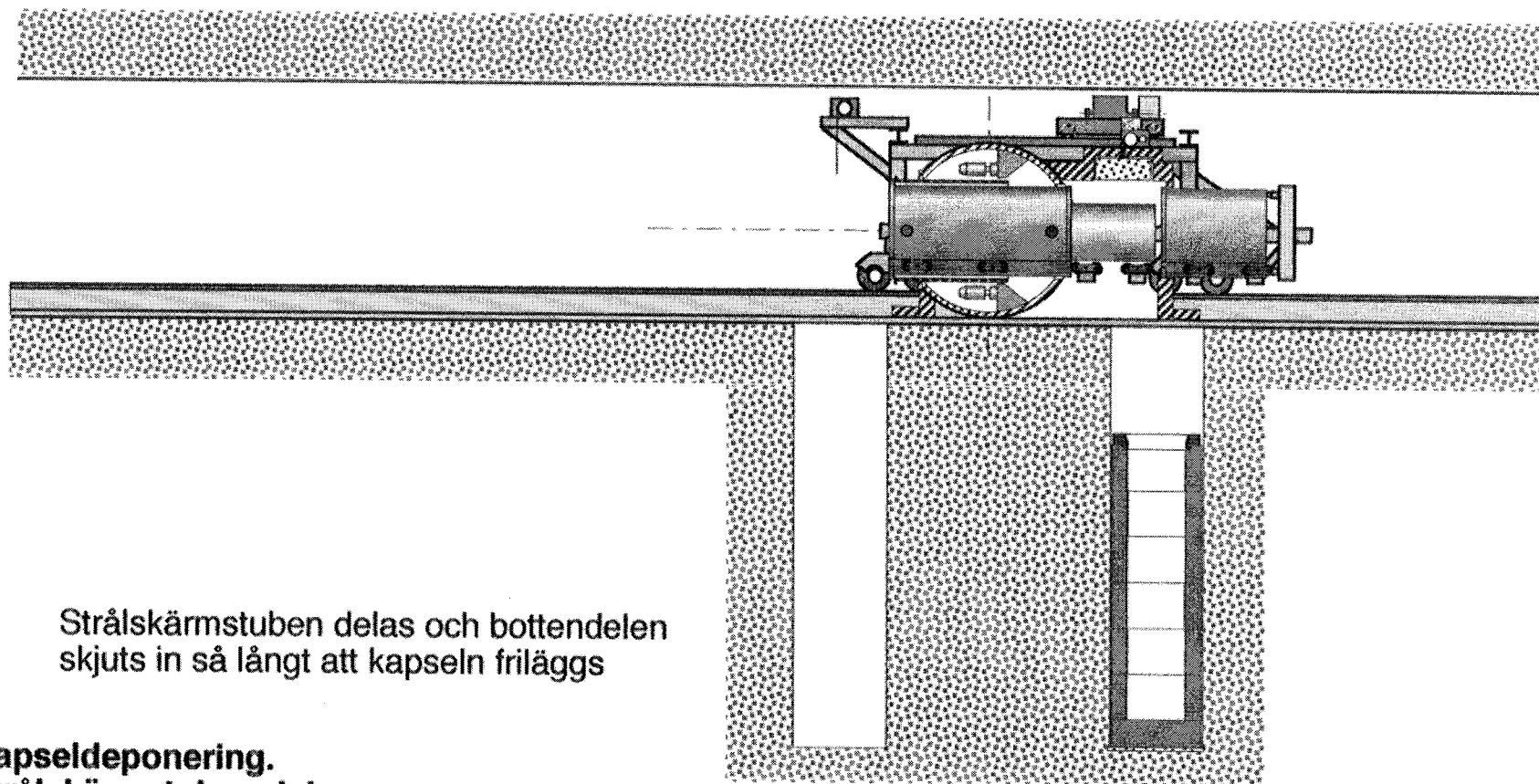
Strålskärmsstuben skjuts över till skiftpallen. Deponeringsmaskinen körs fram till skiftpallen och tuben förs över till maskinen.

Kapseldeponering.
Strålskärmsstuben förs till deponeringsmaskinen.



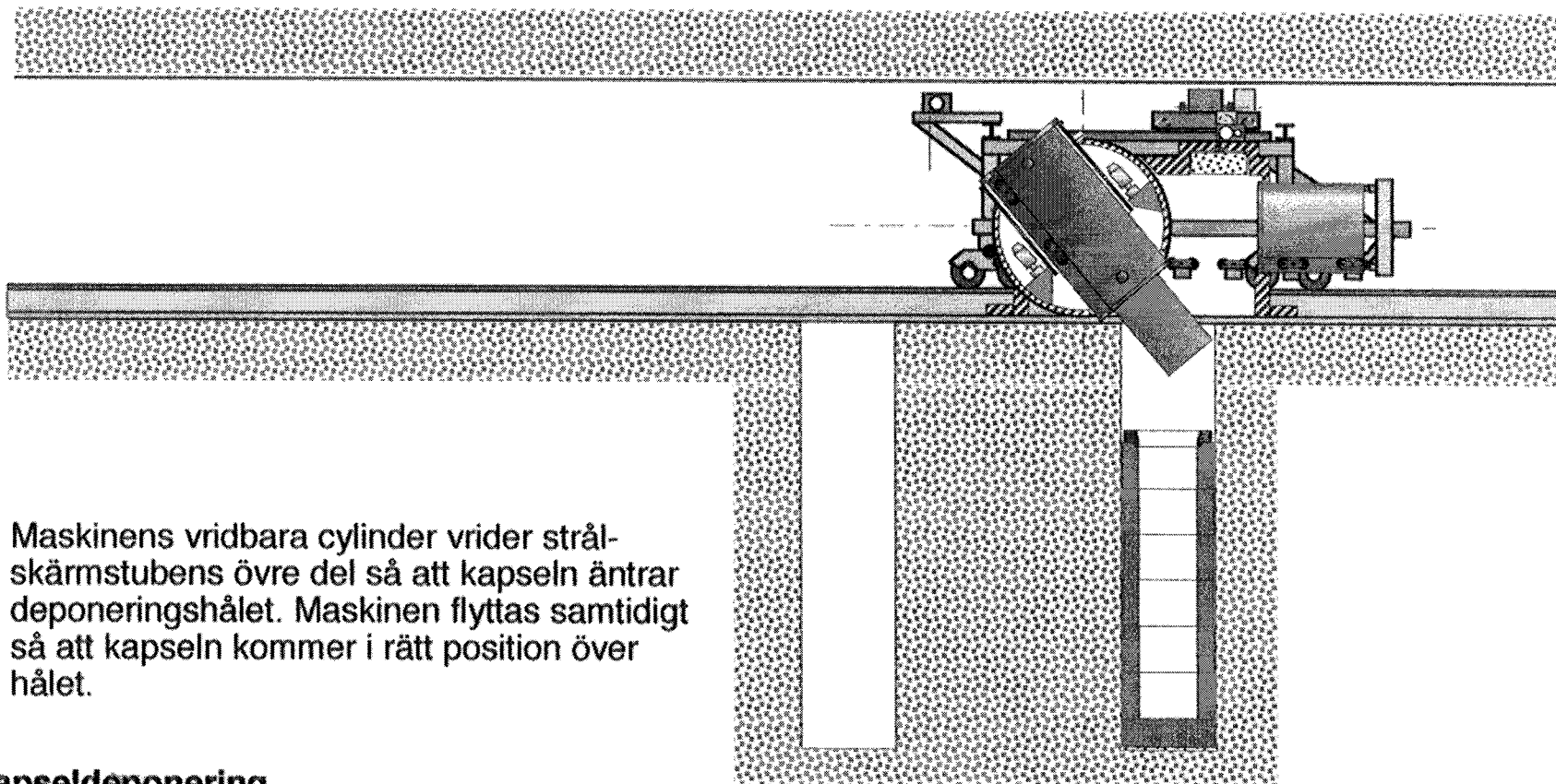
Deponeringsmaskinen körs in i tunneln tills den närmar sig deponeringshålet.

Kapseldeponering.
Maskinen körs till deponeringshålet.



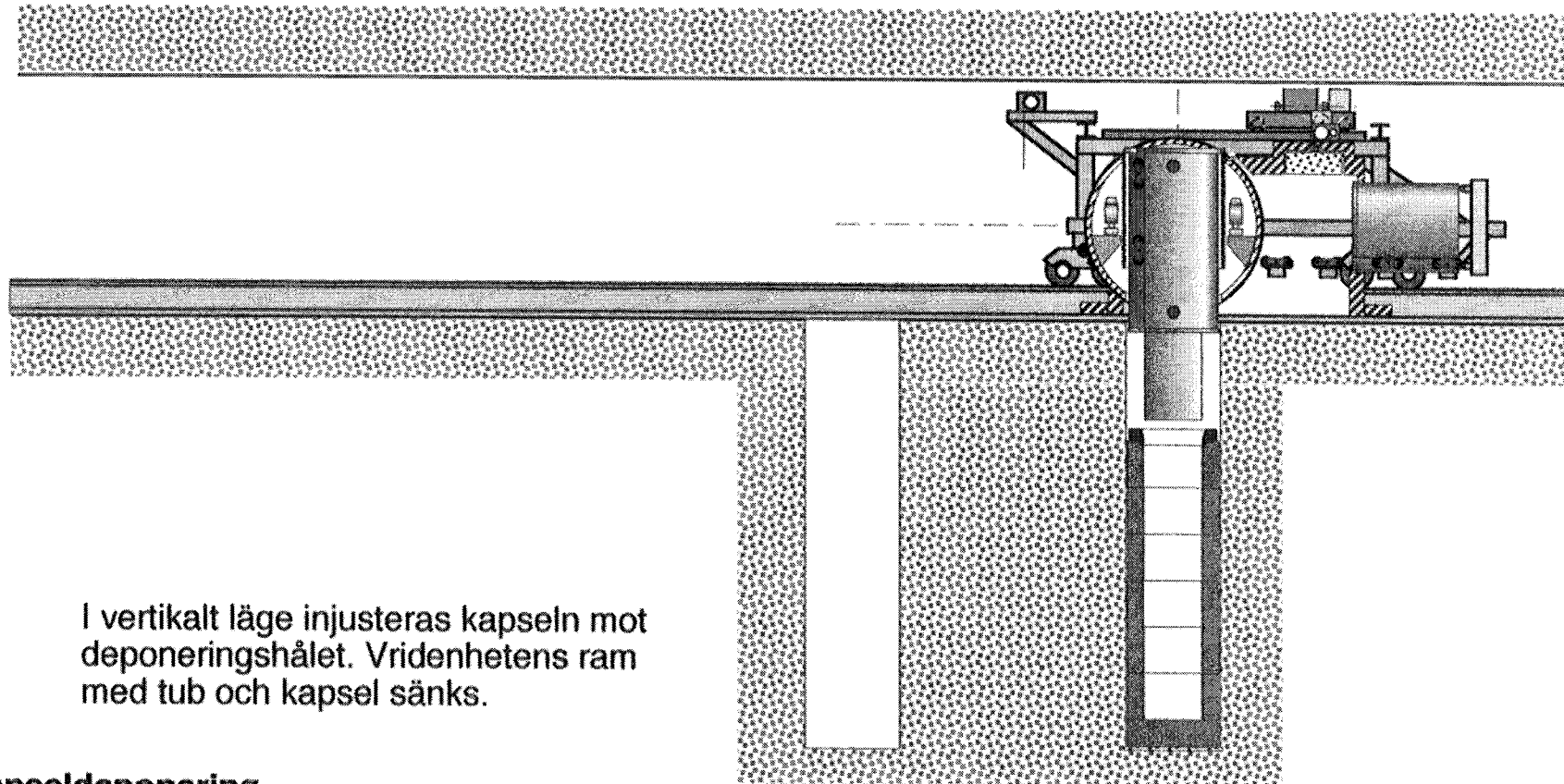
Strålskärmsstuben delas och bottendelen skjuts in så långt att kapseln friläggs

**Kapseldeponering.
Strålskärmsstuben delas.**



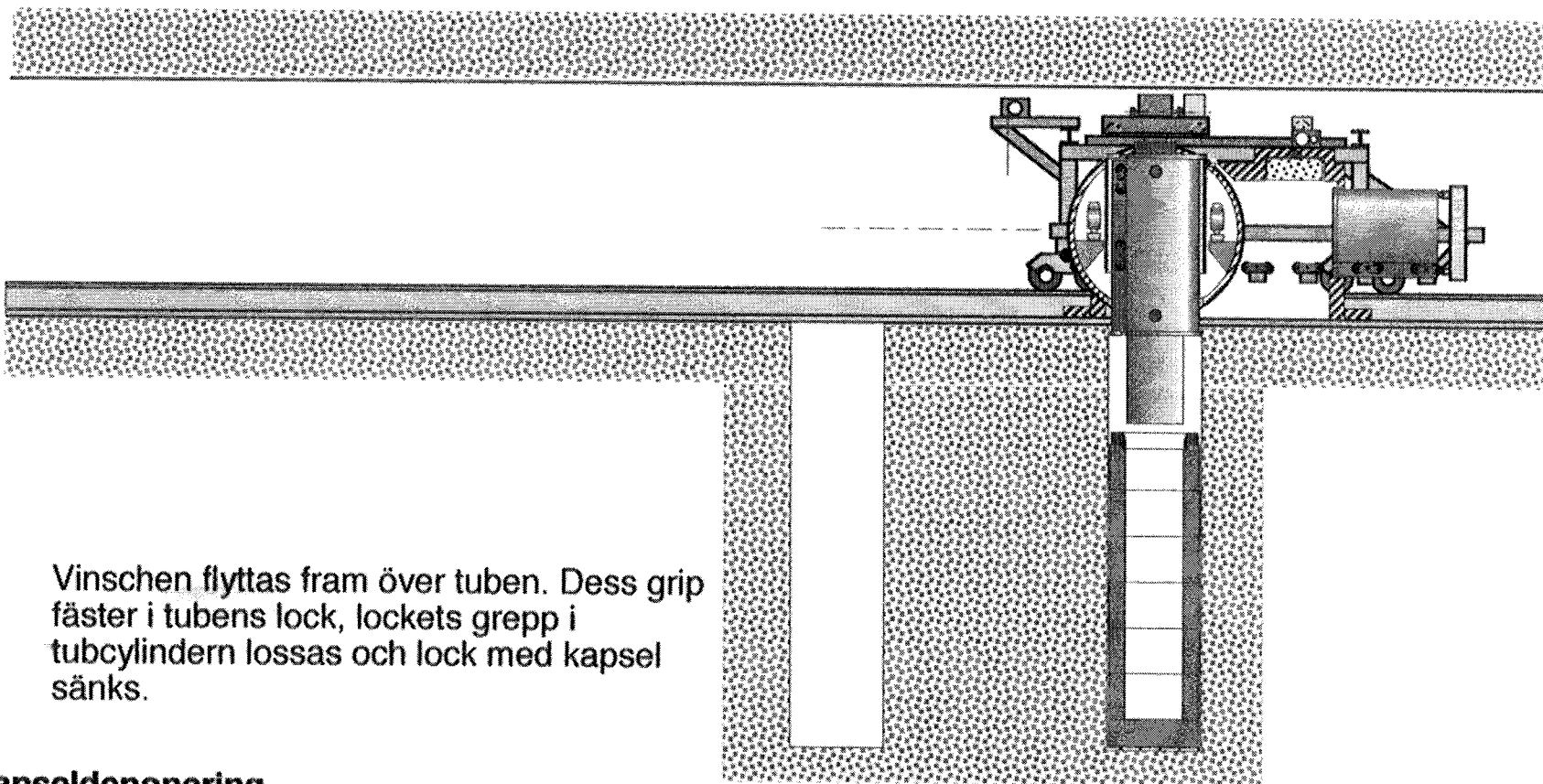
Maskinens vridbara cylinder vrider strål-
skärmstubens övre del så att kapseln äntrar
deponeringshålet. Maskinen flyttas samtidigt
så att kapseln kommer i rätt position över
hålet.

Kapseldeponering.
Kapseln äntrar deponeringshålet.



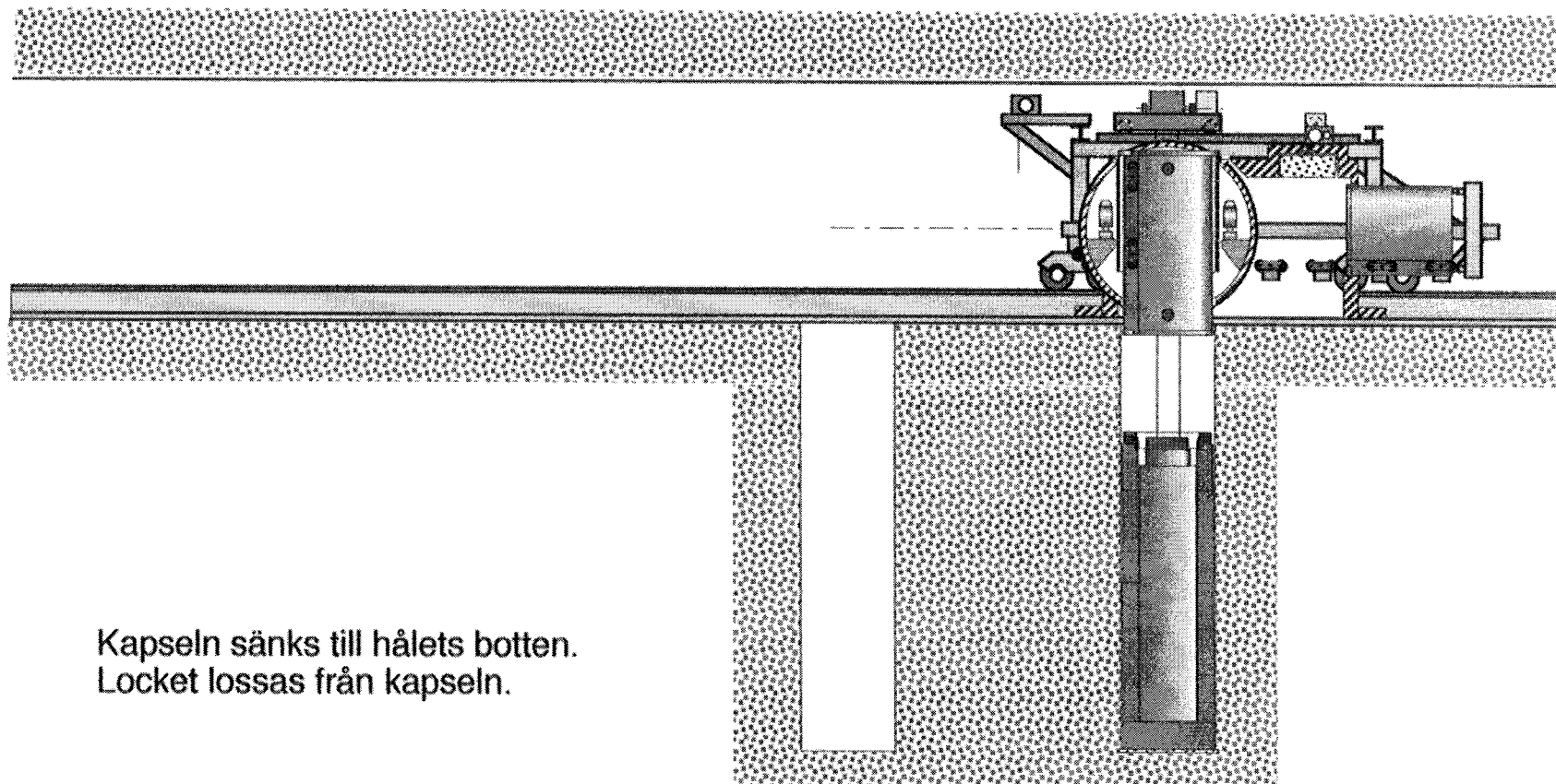
I vertikalt läge injuseras kapseln mot deponeringshålet. Vridenhetens ram med tub och kapsel sänks.

Kapseldeponering.
Taben sänks i hålet.



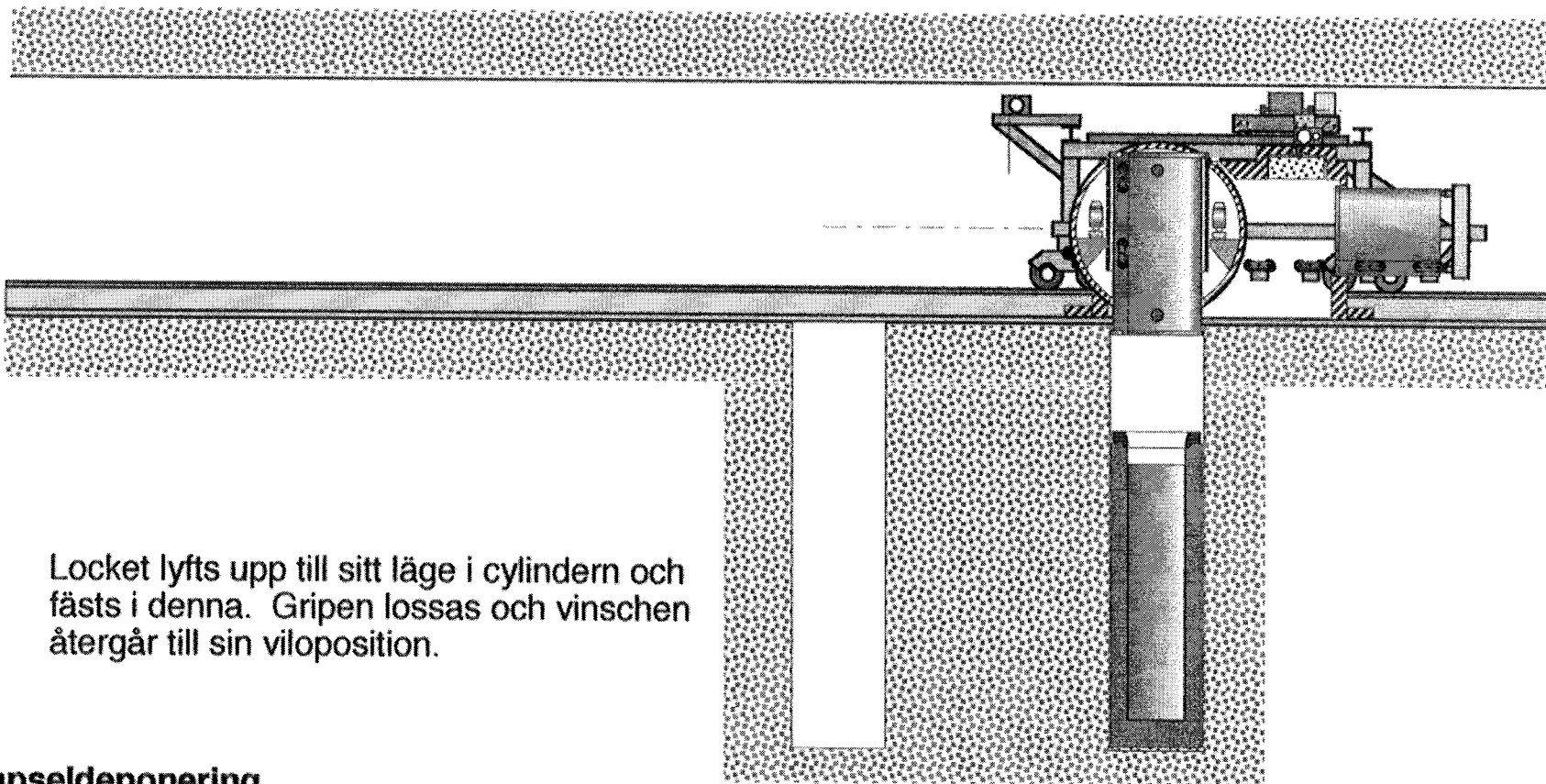
Vinschen flyttas fram över tuben. Dess grip fäster i tubens lock, lockets grepp i tubcylindern lossas och lock med kapsel sänks.

**Kapseldeponering.
Vinschen griper och sänker kapseln.**



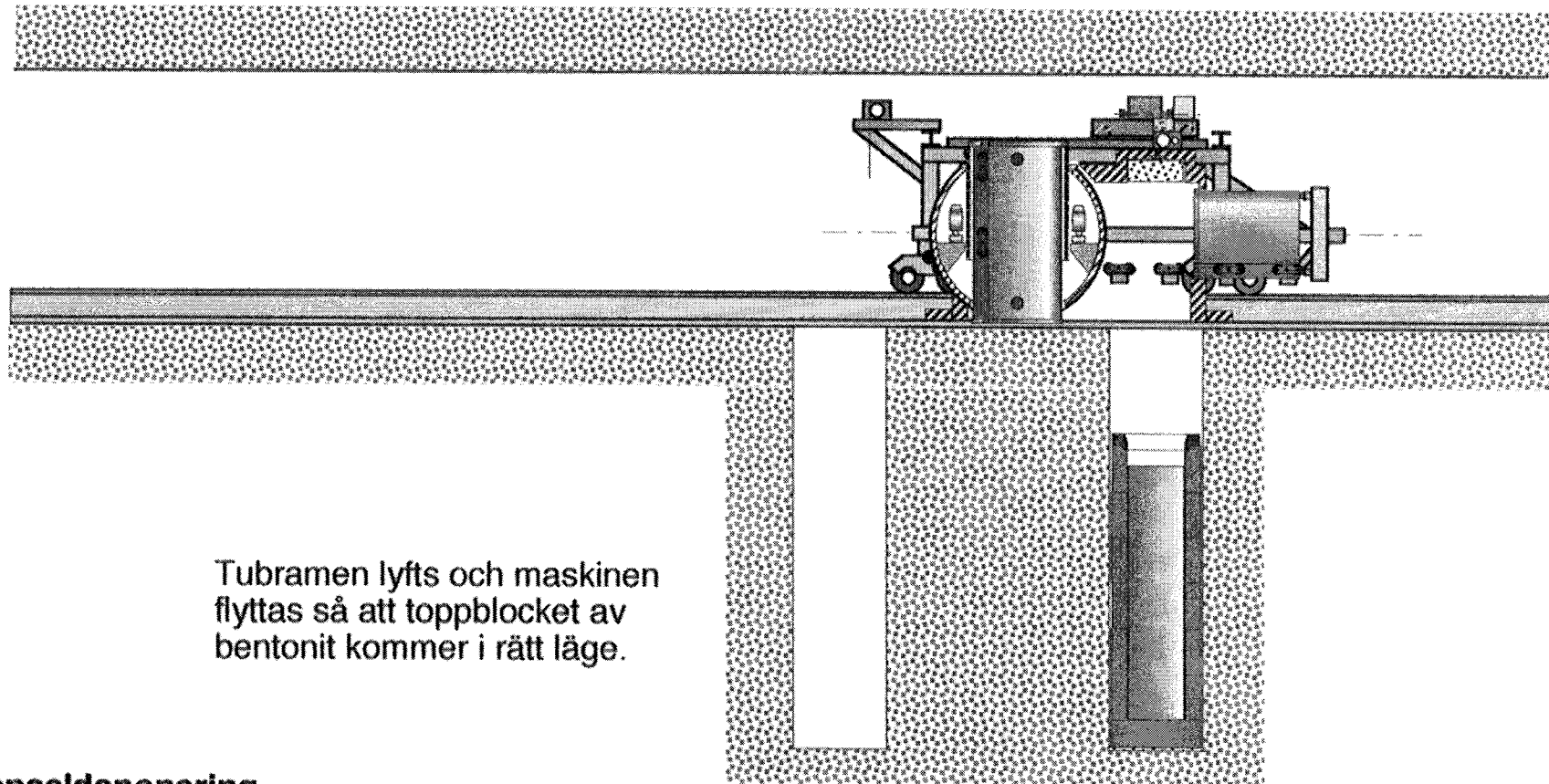
Kapseln sänks till hålets botten.
Locket lossas från kapseln.

**Kapseldeponering.
Locket lossas.**



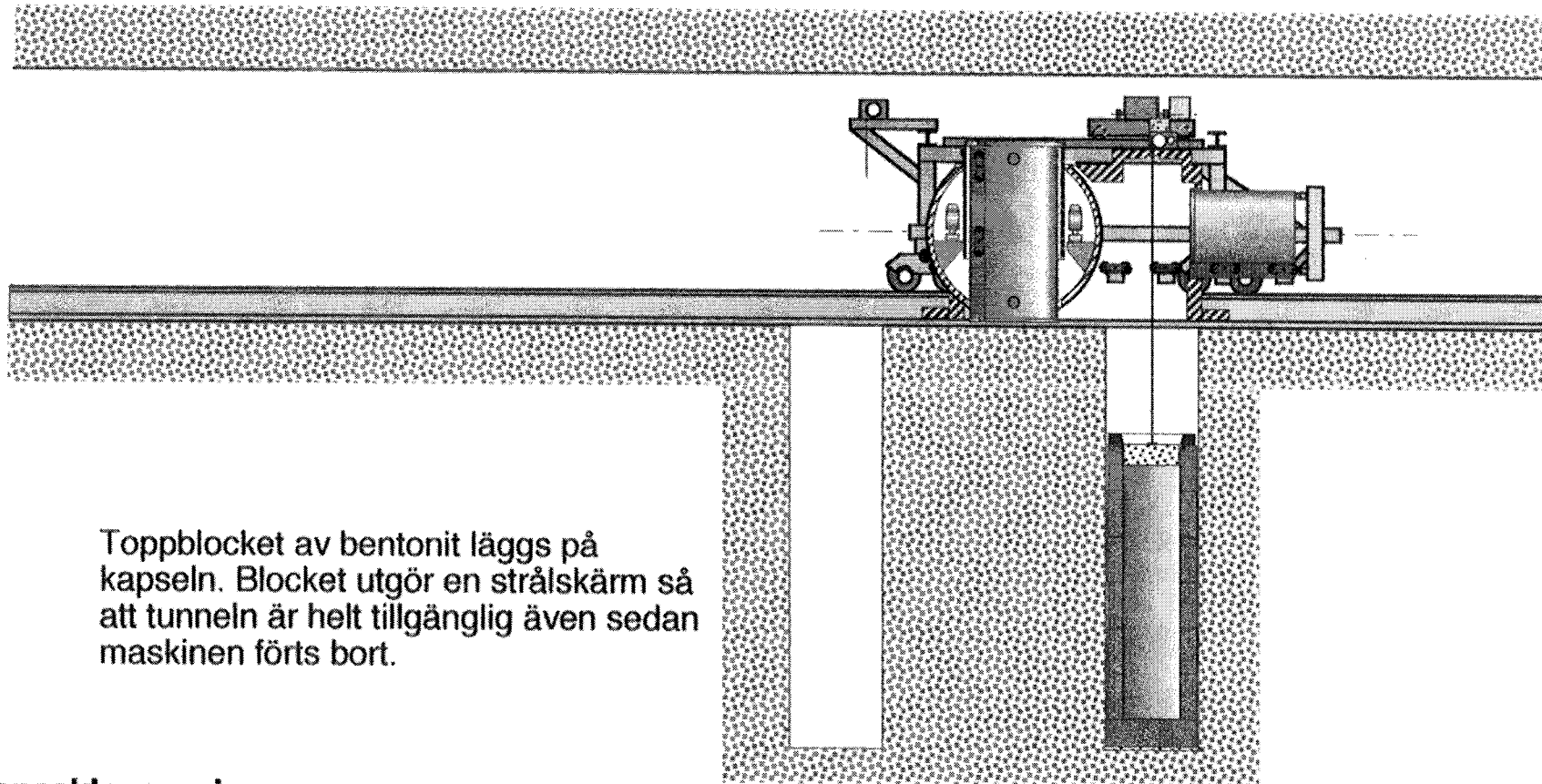
Locket lyfts upp till sitt läge i cylindern och fästs i denna. Gripen lossas och vinschen återgår till sin viloposition.

**Kapseldeponering.
Locket fästs. Vinschen återgår.**



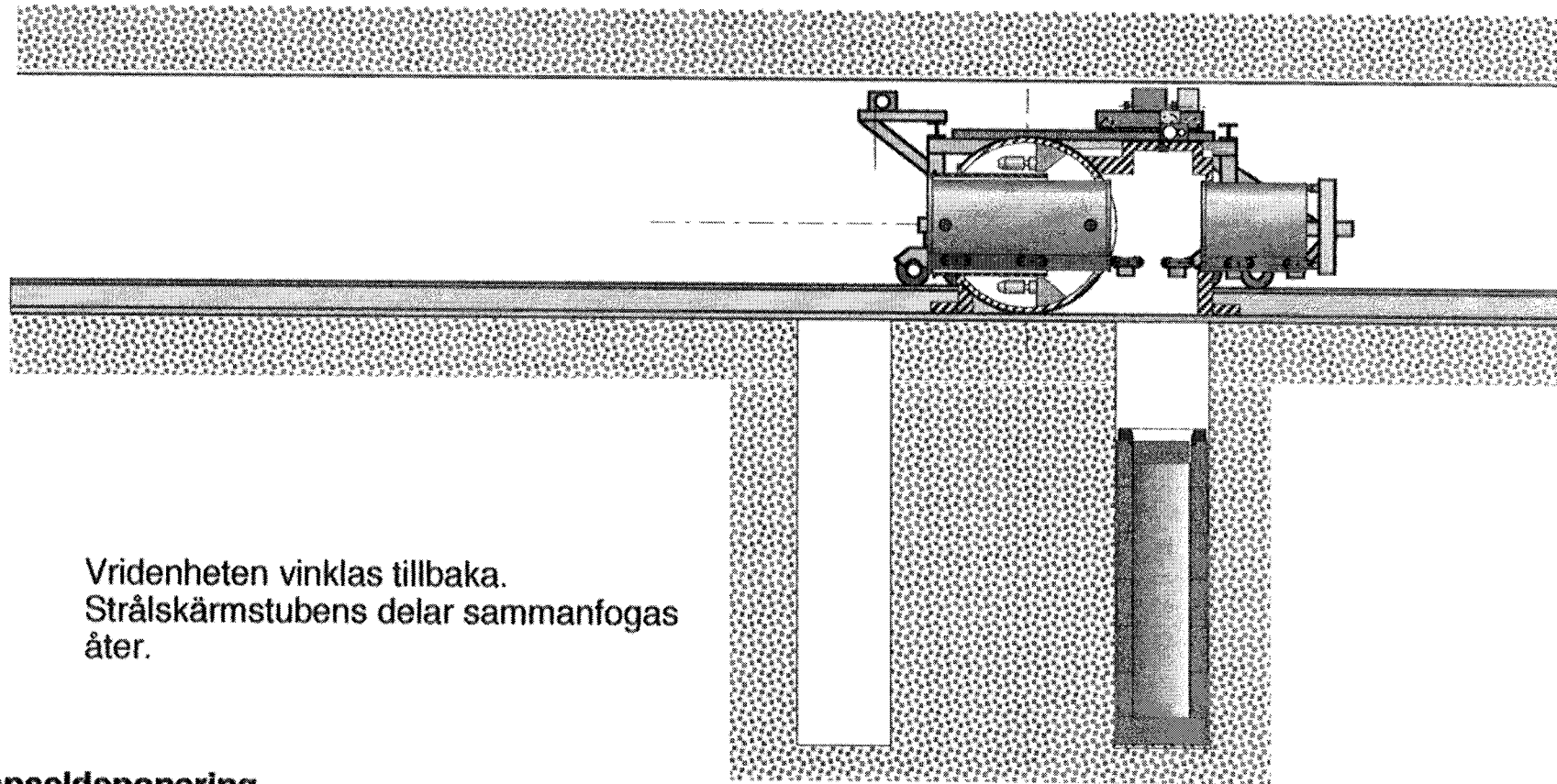
Tubramen lyfts och maskinen flyttas så att toppblocket av bentonit kommer i rätt läge.

**Kapseldeponering.
Maskinen flyttas till läge för toppblocket.**



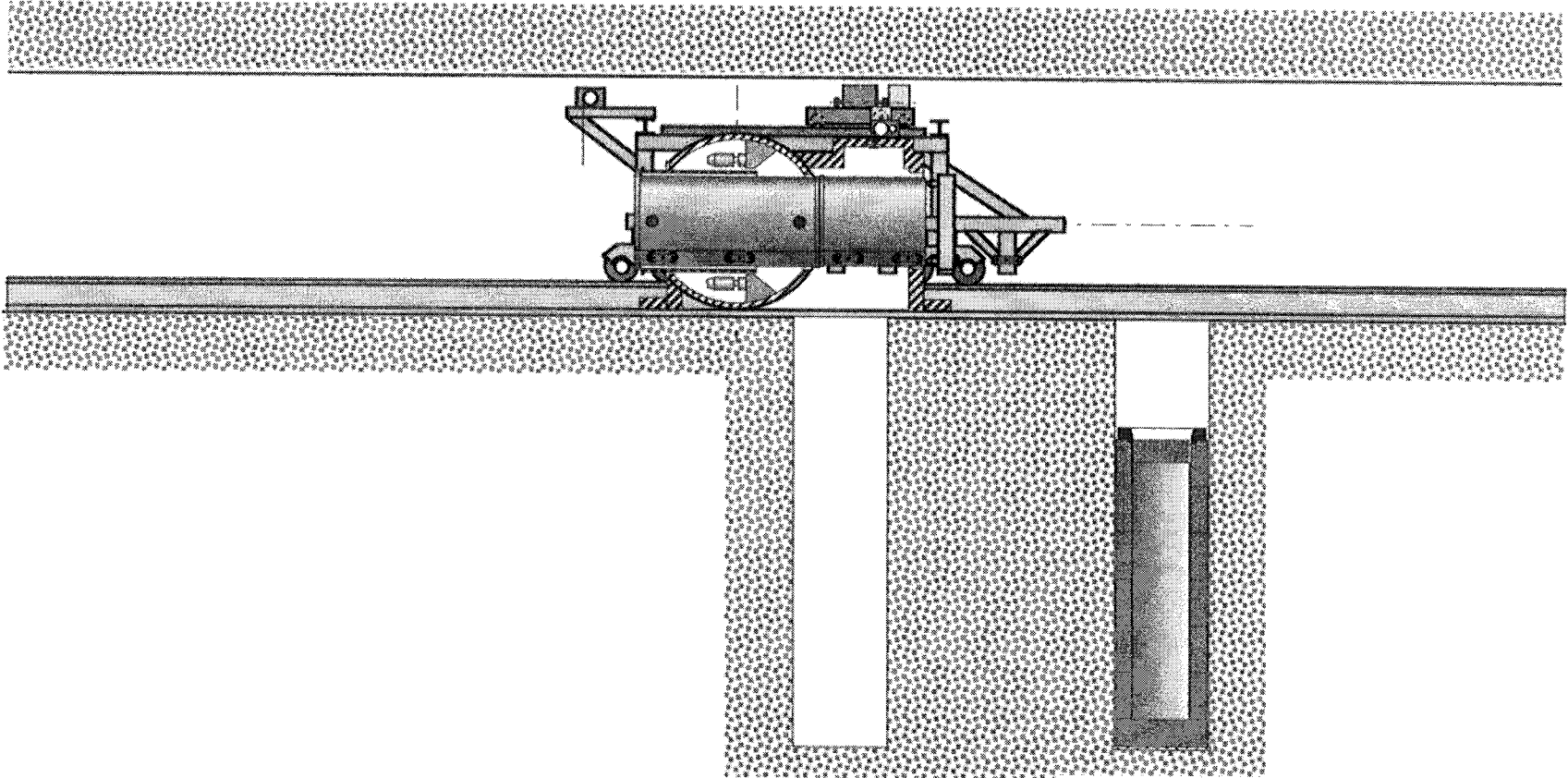
Toppblocket av bentonit läggs på kapseln. Blocket utgör en strålskärm så att tunneln är helt tillgänglig även sedan maskinen förts bort.

**Kapseldeponering.
Toppblocket läggs in.**



Vridenheten vinklas tillbaka.
Strålskärmstubens delar sammanfogas
åter.

**Kapseldeponering.
Tuben sammanfogas.**

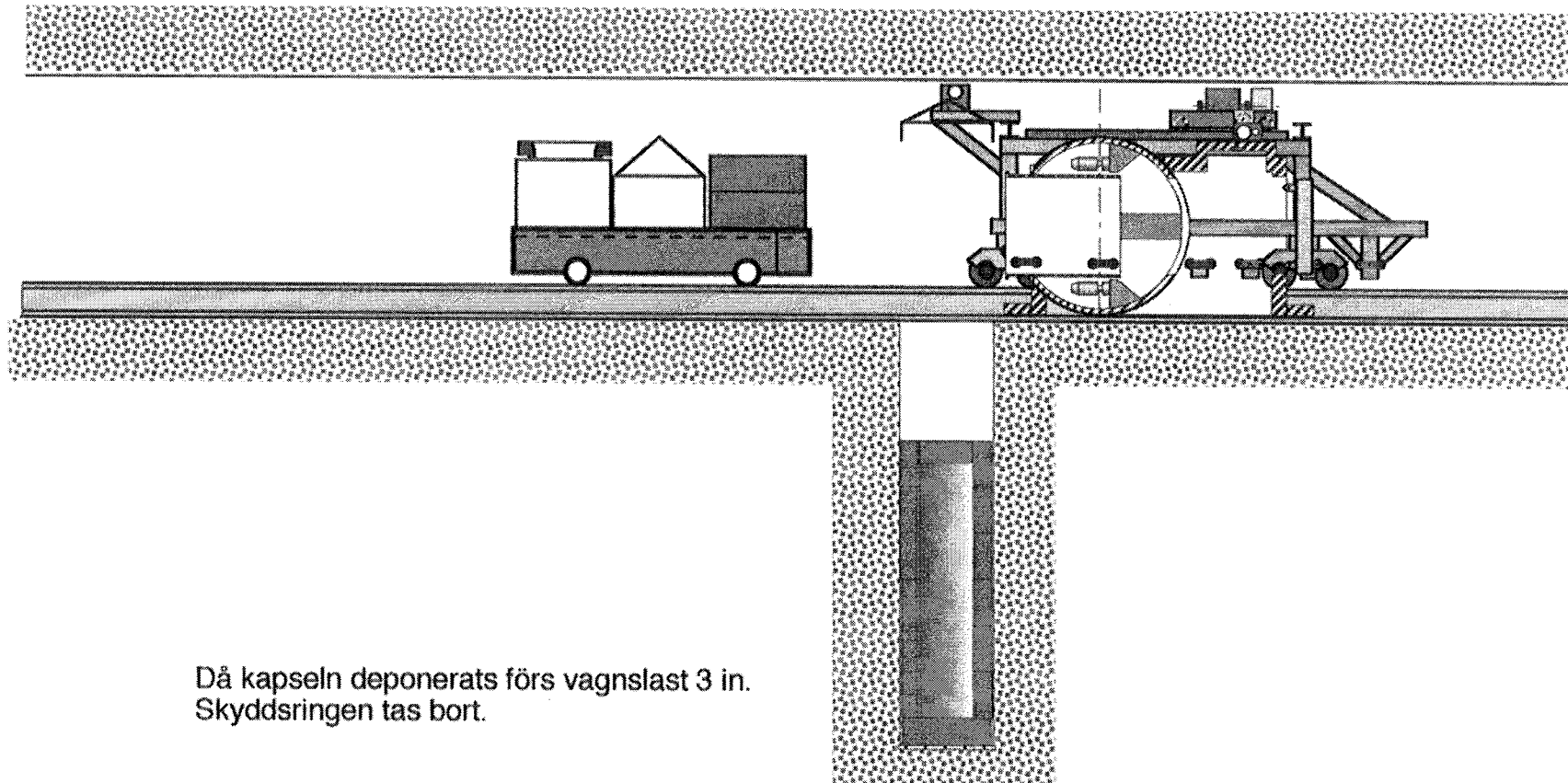


**Kapseldeponering.
Deponeringsmaskinen återgår till skiftpallen.**

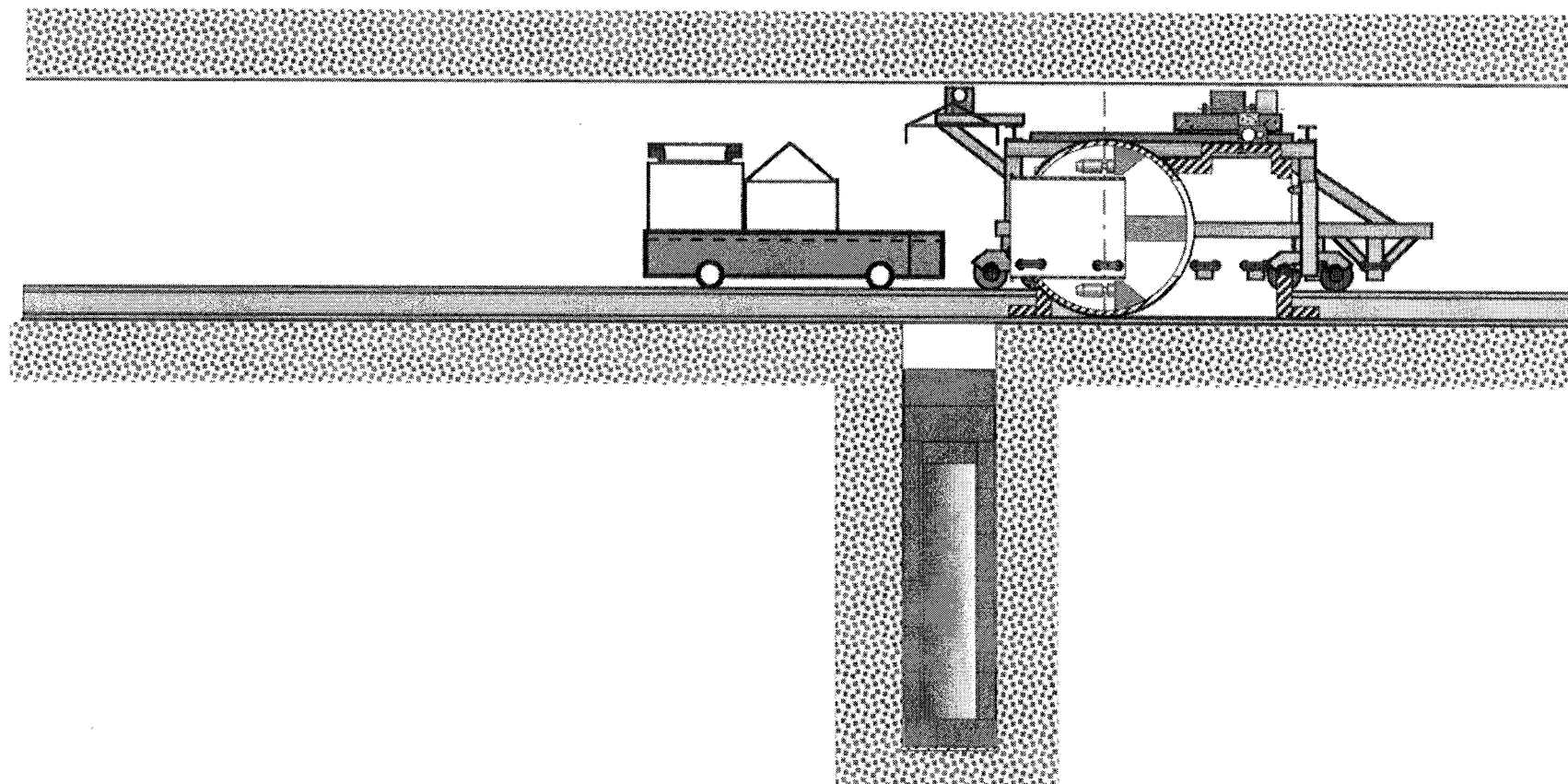
Efterarbete i deponeringshål

Blad

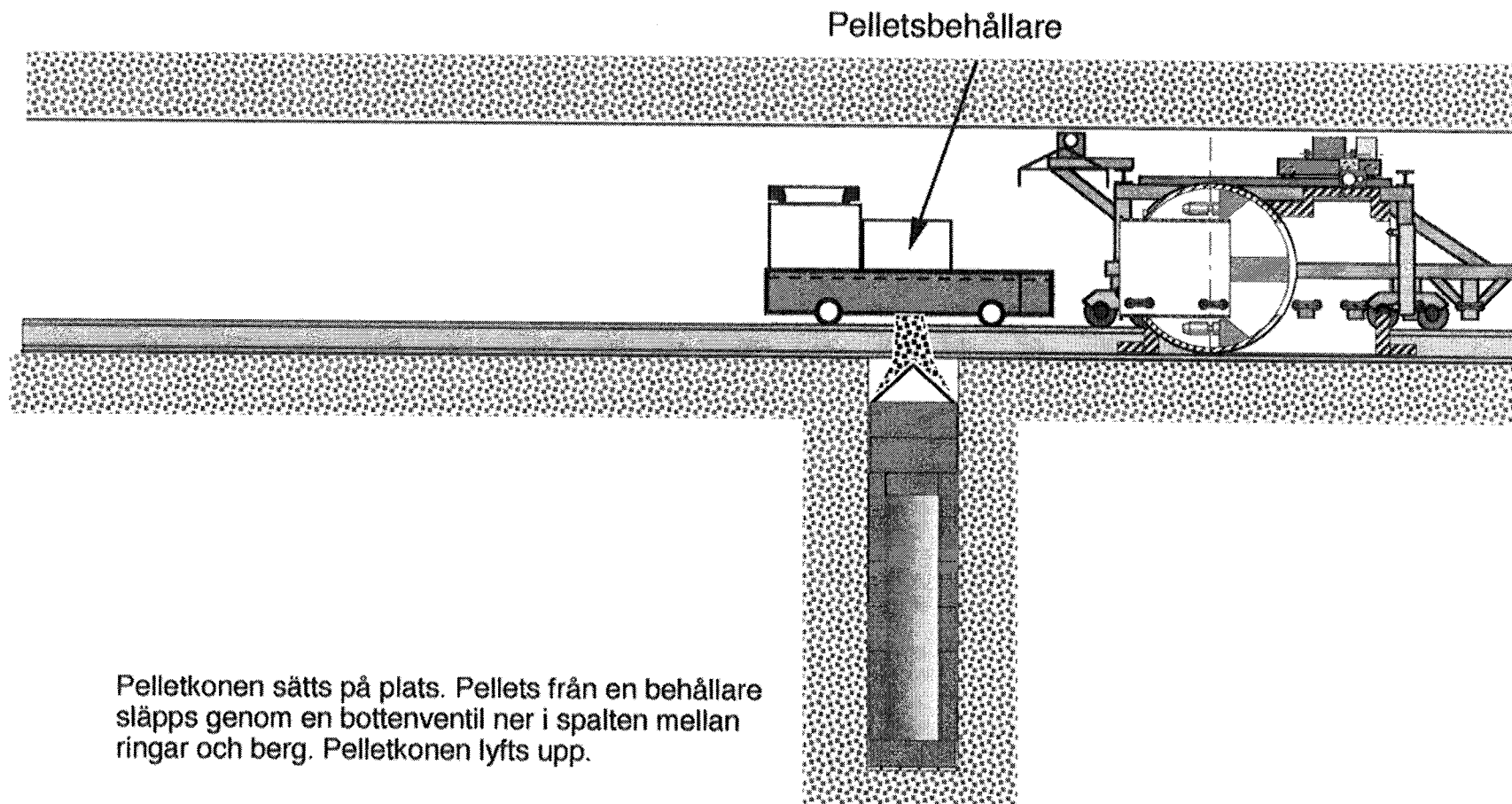
- 1 Skyddsringen tas bort
- 2 De resterande toppblocken sätts ner
- 3 Spaltfyllning med pellets
- 4 Fyllning med bentonit-bergkross
- 5 Ett lock sätts på



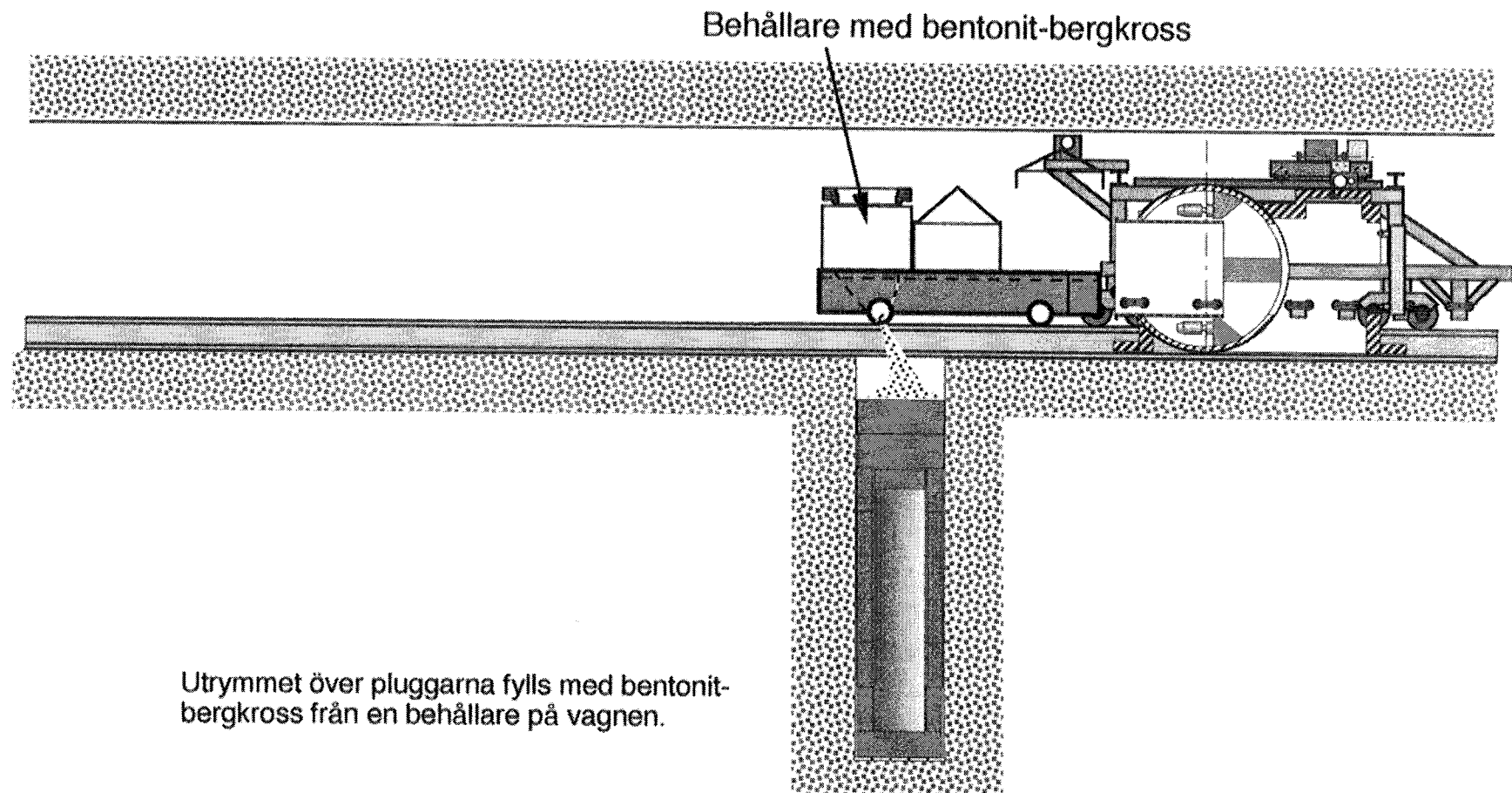
**Efterarbete i deponeringshål.
Skyddsringen tas bort.**



**Efterarbete i deponeringshål.
De resterande toppblcken sätts ner.**

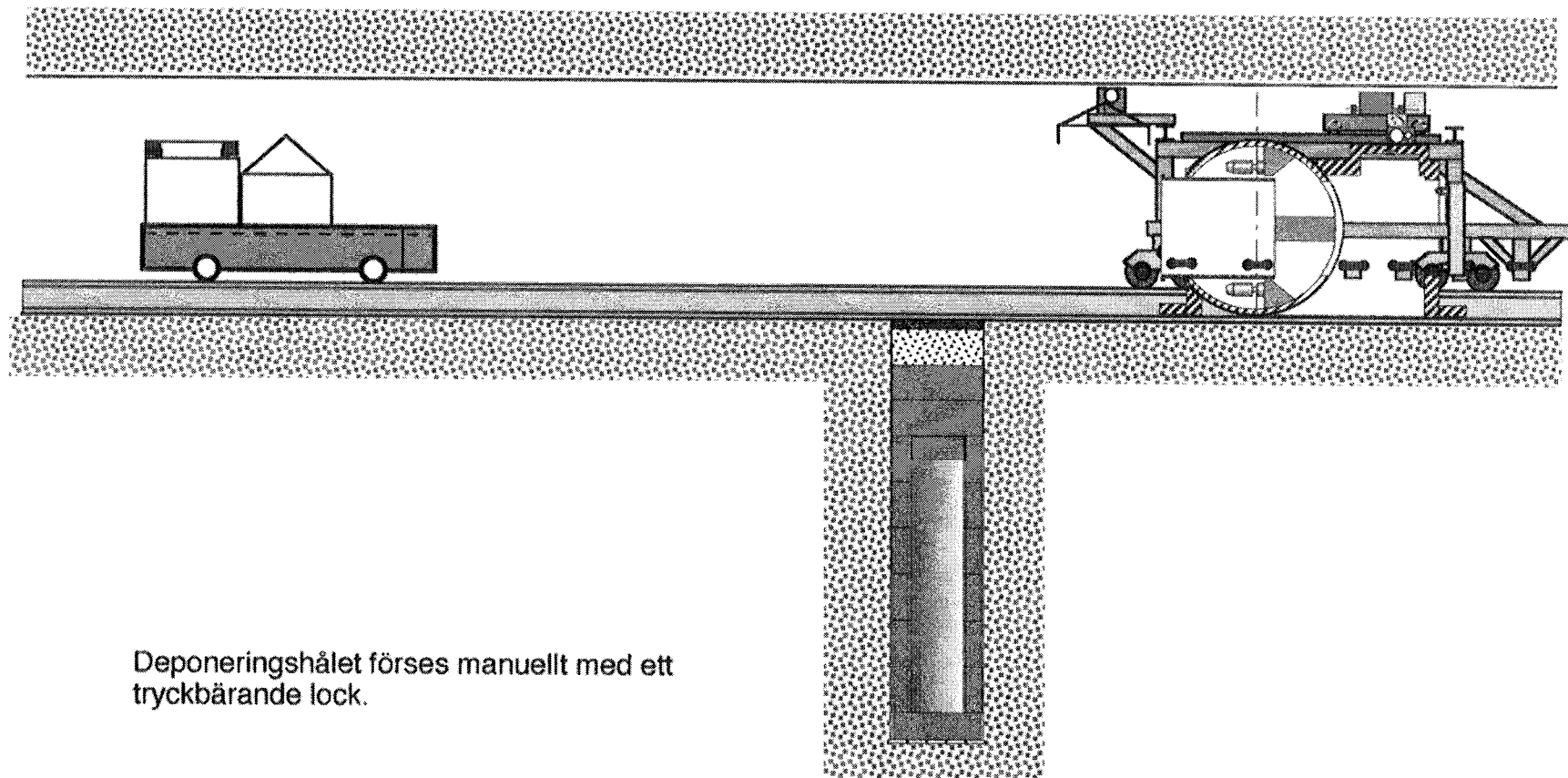


**Efterarbete i deponeringshål.
Spaltfyllning med pellets.**



Utrymmet över pluggarna fylls med bentonit-bergkross från en behållare på vagnen.

**Efterarbete i deponeringshål.
Fyllning med bentonit-bergkross.**



Deponeringshålet förses manuellt med ett tryckbärande lock.

**Efterarbete i deponeringshål.
Ett lock sätts på.**