

Projekt JADE

Metod- och maskinbeskrivning av utrustning för deponering av kapsel i vertikalt deponeringshåll

Lars Jansson, Anders Nicklasson, Hans Jendenius,
Mats Idoff, Krister Lindblom, Eric Bjerke, Patrik Jansson
SWECO VBB VIAK AB

Augusti 2001

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



Projekt JADE

Metod- och maskinbeskrivning av utrustning för deponering av kapsel i vertikalt deponeringshåll

Lars Jansson, Anders Nicklasson, Hans Jendenius,
Mats Idoff, Krister Lindblom, Eric Bjerke, Patrik Jansson

SWECO VBB VIAK AB

Augusti 2001

Nyckelord: slutförvar, vertikal deponering, deponeringsfordon, deponeringsalternativ, strålskydd

Denna rapport har gjorts på uppdrag av SKB. Slutsatser och framförda åsikter i rapporten är författarnas egna och behöver nödvändigtvis inte sammanfalla med SKB:s.

Förord

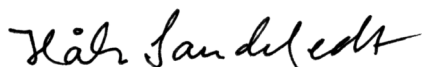
Slutsatserna från ett antal jämförelser av olika koncept för geologisk deponering innebär att KBS-3 systemet med vertikal deponering förblir referenssystem i SKB:s program, vilket lanserades 1992 med avsikt att påbörja deponering av använt kärnbränsle i svensk berggrund så snart som möjligt. Fältundersökningar planeras att genomföras stegvis, och påbörjas med platsundersökningar på mer än en plats och innefatta en kontinuerlig utvärdering och jämförelse av de geovetenskapliga förhållandena så väl som andra tekniska, sociala och ekonomiska frågeställningar av betydelse. Informationen som samlas in under platsundersökningarna används för platsanpassningen av förvarets utformning, vilket även detta är aktiviteter som bedrivs stegvis med ökande detaljeringsgrad i varje steg. Innan anpassningen av förvaret till en vald plats kan påbörjas ska alla tekniska system vara definierade.

I en studie 1992 (PASS - Project on Alternative System Study) identifierades flera varianter av KBS-3 systemet som intressanta och projektet JADE (Jämförelse av DEponeringsmetoder) initierades 1996 för att visa om någon eller några av dessa varianterna ska utredas vidare.

JADE-projektet fokuserar på detaljerade utredningar av viktiga tekniska frågeställningar i anslutning till horisontell deponering av kapslar med använt kärnbränsle kompletterat med en fördjupad jämförelse av alternativen och referenssystemet KBS-3 med vertikal deponering. Slutsatserna är att KBS-3 med vertikal deponering bibehålls som referensmetod, och att deponering i medellånga horisontella deponeringshål studeras ytterligare i syfte att klargöra deponeringsteknikens tekniska genomförbarhet liksom sätt att handskas med vatteninflöde. KBS-3 med deponering i horisontella deponeringshål studeras ej vidare.

Resultaten från JADE-projektet presenteras här, betydligt senare än vad som planerades vid projektstarten, vilket innebär att vissa resultat redan har använts i SKB:s fortsatta arbete. Denna rapport innehåller därför viss information som kan uppfattas som inaktuell.

Stockholm, augusti 2001



Håkan Sandstedt

Projektledare

Sammanfattning

Inom ramen för SKBs Projekt Djupförvar har en studie genomförts med syfte att systematiskt utvärdera olika deponeringsmetoder. Projektet benämns *Jämförelse Av DeponeringsMetoder (JADE)*. Utvärderingen har omfattat jämförelser avseende teknik, säkerhet och kostnader för alternativa lösningar inom den så kallade KBS-3-metoden. Tre varianter har studerats och jämförts: vertikal deponering (KBS-3 V), horisontell deponering (KBS-3 H) samt deponering i medellånga hål (MLH). KBS-3 V utgör referensmetod i det utvecklings- och planeringsarbete som bedrivs inom SKB.

Jämförelsen ska ligga till grund för en bedömning huruvida båda eller något av de två senare alternativen är så intressanta att de vid sidan av KBS-3 V ska utvecklas vidare. För en närmare beskrivning av allmänna förutsättningar och genomförandet av studien i sin helhet hänvisas till programmet för projektet som redovisas i huvudrapporten.

Föreliggande rapport beskriver åtta deponeringsalternativ med varianter och utgör ett tekniskt underlag för bedömning av metoder som avser vertikal deponering (KBS-3 V). Alternativen med deponering bakom en strålskyddsskärm kan inte accepteras då SKB numera har tagit principbeslutet att deponeringen skall utföras med ett komplett strålskydd kring kapselns närhet. Alternativet redovisas dock för jämförelsens skull i denna rapport.

Nuvarande förutsättningar och genomförda feleffektsanalyser, strålskyddsbedömningar, flexibilitets- och komplexitetsanalyser för deponeringskedjan visar att följande två huvudprinciper för vertikal deponering ur teknisk synvinkel framstår som fördelaktigare:

- Transport med liggande kapsel vilken vid deponeringsrörelsen reses till vertikal position. Kapseln är vid transporten och resningsrörelsen strålskyddad. Strålskyddet kan vara helt eller delbart.
- Transport med stående kapsel. Kapseln är vid transport och deponering omgiven av ett helt strålskydd med teleskopisk nederdel. Denna princip har få och enkla mekaniska rörelser.

Abstract

A systematic evaluation of different disposal methods has been carried out. The study is named *Comparison of Disposal Methods* (in Swedish: Jämförelse av Deponeringsmetoder, JADE). The evaluation has included a comparison of the technical aspects, safety aspects and costs of alternatives proposed within the so-called KBS-3 method. Three alternatives have been studied and compared: vertical emplacement (KBS-3V), horizontal emplacement (KBS-3H) and emplacement in medium long horizontal holes (MLH). KBS-3V is the reference method adopted in SKB's development and planning work.

This report describes eight alternative disposal methods, with variations, and forms a technical basis for the assessment of methods involving vertical disposal (KBS-3V). The alternative of emplacement behind a radiation-shielding screen has been rejected by SKB, as it has been decided that disposal will be carried out with complete radiation shielding around the canister. However, the alternative is considered in the report for the sake of comparison.

Based on the applicable technical specifications, the results of fault-effect analyses, radiation protection assessments and flexibility and complexity analyses for the entire disposal process, two methods for vertical emplacement have been identified as the best from a technical point of view:

- Transport of a horizontally-lying canister which is raised to a vertical position during emplacement. The canister is shielded during transport and the raising movement. Radiation protection can be complete or partial.
- Transport with a standing canister. Under transport and disposal, the canister is surrounded by a complete radiation shield, which has a telescopic lower part. This principle involves only a few, simple mechanical movements.

Innehållsförteckning

Förord	3
Sammanfattning	5
Abstract	7
1 Bakgrund och målsättning	13
1.1 Projekt JADE	13
1.2 Denna studie.....	13
2 Översiktlig beskrivning	15
2.1 Sammanställning av deponeringsalternativ	15
2.2 Alt 1: Deponeringsfordon med kapsel bakom strålskyddsskärm.....	16
2.3 Alt 2: Deponeringsfordon med kapsel omsluten av helt strålskydd	18
2.4 Alt 3: Deponeringsfordon med kapsel omsluten av delbart strålskydd	20
2.5 Alt 4: Deponeringsfordon med "helt paket" bakom strålskyddsskärm	22
2.6 Alt 5: Deponeringsfordon med "helt paket" omsluten av delbart strålskydd	24
2.7 Alt 6a: Deponeringsstativ med kapsel omsluten av helt strålskydd.....	26
2.8 Alt 6b: Deponeringsstativ med kapsel omsluten av delbart strålskydd.....	28
2.9 Alt 6c: Deponeringsstativ med "helt paket" omsluten av delbart strålskydd	30
2.10 Alt 7: Deponeringsstativ med kapsel bakom strålskyddsskärm	32
2.11 Alt 8a: Deponeringsfordon med stående kapsel omsluten av strålskydd	34
2.12 Alt 8b: Deponeringsfordon med stående "helt paket" omsluten av strålskydd.....	36
2.13 Bentonitinklädnad	38
2.13.1 Allmänt	38
2.13.2 Konsekvenser vid avvikelser från nominell borrhålstorlek i samband med deponering	40
2.13.2.1 Deponering med formrör (helt paket), nominell hålstorlek	40
2.13.2.2 Deponering med formrör (helt paket), minsta hålstorlek	40
2.13.2.3 Deponering med formrör (helt paket), nedsänkning och upptagning i lutande hål	41
2.13.2.4 Deponering utan formrör, nominell hålstorlek	41
2.13.2.5 Deponering utan formrör, minsta hålstorlek	41
2.13.3 Inverkan på bentonitens tjocklek vid deponering med formrör och med ändrad riktningsavvikelse	42
2.13.3.1 Deponering med formrör (helt paket), minsta hålstorlek	42
2.13.3.2 Deponering med formrör (helt paket), nedsänkning och upptagning i lutande hål	42
2.14 Omlastningsstation	44
2.15 Positionering	45
3 Maskin- och metodbeskrivning.....	49
3.1 Alt 1: Deponeringsfordon med kapsel bakom strålskyddsskärm.....	49
3.1.1 Maskinbeskrivning	49
3.1.2 Metodbeskrivning	50
3.2 Alt 2: Deponeringsfordon med kapsel omsluten av helt strålskydd.....	51
3.2.1 Maskinbeskrivning	51
3.2.2 Metodbeskrivning	51
3.3 Alt 3: Deponeringsfordon med kapsel omsluten av delbart strålskydd	53
3.3.1 Maskinbeskrivning	53
3.3.2 Metodbeskrivning	53
3.4 Alt 4: Deponeringsfordon med "helt paket" bakom strålskyddsskärm	55
3.4.1 Maskinbeskrivning	55
3.4.2 Metodbeskrivning	55
3.5 Alt 5: Deponeringsfordon med "helt paket" omsluten av delbart strålskydd	57
3.5.1 Maskinbeskrivning	57

3.5.2	Metodbeskrivning	57
3.6	Alt 6a: Deponeringsstativ med kapsel omsluten av helt strålskydd.....	59
3.6.1	Maskinbeskrivning	59
3.6.2	Metodbeskrivning	59
3.7	Alt 6b: Deponeringsstativ med kapsel omsluten av delbart strålskydd.....	61
3.7.1	Maskinbeskrivning	61
3.7.2	Metodbeskrivning	61
3.8	Alt 6c: Deponeringsstativ med "helt paket" omsluten av delbart strålskydd	63
3.8.1	Maskinbeskrivning	63
3.8.2	Metodbeskrivning	63
3.9	Alt 7: Deponeringsstativ med kapsel bakom strålskyddsskärm	65
3.9.1	Maskinbeskrivning	65
3.9.2	Metodbeskrivning	65
3.10	Alt 8a: Deponeringsfordon med stående kapsel omsluten av strålskydd	67
3.10.1	Maskinbeskrivning	67
3.10.2	Metodbeskrivning	67
3.11	Alt 8b: Deponeringsfordon med stående "helt paket" omsluten av strålskydd.....	69
3.11.1	Maskinbeskrivning	69
3.11.2	Metodbeskrivning	69
3.12	Bentonithanteringsutrustning.....	71
3.12.1	Maskinbeskrivning	71
3.12.2	Metodbeskrivning	71
3.13	Reversering	73
4	Felfunktionsanalys TSR.....	75
4.1	Felfunktionsmatris, uppbyggnad	75
4.2	Resultat av felfunktionsanalysen.....	76
5	Jämförelse av alternativ 1-8	79
5.1	Jämförelsematris deponeringsalternativ 1 - 8.....	79
5.2	Fördelar respektive nackdelar.....	81
5.2.1	Alt 1: Deponeringsfordon med kapsel bakom strålskyddsskärm.	81
5.2.1.1	Fördelar	81
5.2.1.2	Nackdelar	81
5.2.2	Alt 2: Deponeringsfordon med kapsel omsluten av helt strålskydd	82
5.2.2.1	Fördelar	82
5.2.2.2	Nackdelar	82
5.2.3	Alt 3: Deponeringsfordon med kapsel omsluten av delbart strålskydd	82
5.2.3.1	Fördelar	82
5.2.3.2	Nackdelar	82
5.2.4	Alt 4: Deponeringsfordon med "helt paket" bakom strålskyddsskärm	83
5.2.4.1	Fördelar	83
5.2.4.2	Nackdelar	83
5.2.5	Alt 5: Deponeringsfordon med "helt paket" omsluten av delbart strålskydd	83
5.2.5.1	Fördelar	83
5.2.5.2	Nackdelar	84
5.2.6	Alt 6a: Deponeringsstativ med kapsel omsluten av helt strålskydd	84
5.2.6.1	Fördelar	84
5.2.6.2	Nackdelar	84
5.2.7	Alt 6b: Deponeringsstativ med kapsel omsluten av delbart strålskydd	85
5.2.7.1	Fördelar	85
5.2.7.2	Nackdelar	85
5.2.8	Alt 6c: Deponeringsstativ med "helt paket" omsluten av delbart strålskydd	86
5.2.8.1	Fördelar	86
5.2.8.2	Nackdelar	86
5.2.9	Alt 7: Deponeringsstativ med kapsel bakom strålskyddsskärm	87
5.2.9.1	Fördelar	87
5.2.9.2	Nackdelar	87
5.2.10	Alt 8a: Deponeringsfordon med stående kapsel omsluten av helt strålskydd	88
5.2.10.1	Fördelar	88
5.2.10.2	Nackdelar	88
5.2.11	Alt 8b: Deponeringsfordon med stående "helt paket" omsluten av strålskydd	89

5.2.11.1 Fördelar	89
5.2.11.2 Nackdelar	89
6 Redovisning och slutsatser	91
6.1 Inledning	91
6.2 Redovisning	91
6.2.1 Deponeringsalternativ enligt huvudprincipen med liggande kapsel	91
6.2.2 Deponeringsalternativ enligt huvudprincipen med stående kapsel	93
6.2.3 Slutsats avseende bentonitinklädnad	94
6.2.4 Resultat av felfunktionsanalysen	95
6.2.5 Spårdrift kontra körbart tunnelunderlag	96
6.2.6 Positionering och kompenserig	99
6.2.7 Alternativa kapselgrepp	99
6.2.8 Alternativt strålskydd	99
6.3 Slutsats	103

Bilagor

- Bilaga 1: SKISS 1-14
- Bilaga 2: Ritning M001 - M007
- Bilaga 3: STRÅLSKYDDSKONSEKVENSER VID STRÅLSKYDDADE OCH ICKE STRÅLSKYDDADE DEPONERINGSMETODER, Alternativ 1 - 8
- Bilaga 4: PROJEKT - JADE- STRÅLSKYDDASPEKTER VID DEPONERING av Bengt Lönnerberg ABB Atom
- Bilaga 5: FELFUNKTIONSMATRISER Deponeringsutrustning alternativ 1 - 8.

1 Bakgrund och målsättning

1.1 Projekt JADE

KBS-3 metoden med vertikal deponering av kapslar utgör sedan 1984 referensmetod för deponering av använt kärnbränsle. KBS-3 metoden baseras på ett flerbarriärssystem där förvaret placeras i urberget, 400-700 meter under markytan, och det använda kärnbränslet placeras i koppar kapslar med en insats av gjutjärn som omges av en bentonit buffert.

Sedan 1984 har SKB utvecklat och värderat även andra deponeringsmetoder. Under 1986 till 1989 analyserades och jämfördes WP-Cavemetoden med KBS-3. Resultatet av utvärderingen visade att WP-Cavemetoden bedömdes kunna klara högt ställda krav vad gäller långsiktig funktion och säkerhet men att fördelarna med KBS-3 befanns överväga.

Tre andra metoder; Djupa borrhål (VDH), Långa hål (VLH), Medellånga hål (MLH) har därefter utvecklats och analyserats samt jämförts med KBS-3 V metoden. Resultatet har rapporterats i PASS (Project on alternative system study. Final report, SKB TR 93-04).

Jämförelsen av förvarskoncept i PASS-studien delades upp i jämförelser av långsiktig funktion och säkerhet, teknik samt kostnader. Samtliga metoder ansågs uppfylla mycket högt ställda funktions- och säkerhetskrav. Resultatet blev dock att KBS-3 och MLH i ett första skede rangordnades på första plats. Utfallet av jämförelsen mellan KBS-3 och MLH blev inte entydig. Avseende teknik bedömdes KBS-3 som mer robust och mera flexibel i deponeringsprocessen. I fråga om kostnader fanns det en signifikant skillnad till förmån för MLH. Vid den slutliga bedömningen, där hänsyn togs till nackdelar för MLH i deponeringsprocessen, rangordnades KBS-3 före MLH.

För KBS-3 har även möjligheten att deponera kapslarna i horisontella borrhål borrade i väggen av deponeringstunnlarna studerats (KBS-3 H). Denna metod har bedömts attraktivt ur ekonomisk synvinkel då den totala längden av deponeringstunnlar kan reduceras jämfört med deponering i vertikala deponeringshål (KBS-3 V).

För att studera och jämföra olika deponeringsmetoder initierade SKB 1996 ett projekt benämnt JADE (Jämförelse Av DEponeringsmetoder). Syftet med projekt JADE var att fördjupa analyserna av tekniska nyckelfrågor avseende horisontella deponeringssystem samt att göra en detaljerad jämförelse av metoderna KBS-3 H (horisontell deponering) och MLH (deponering i medellånga horisontella deponeringshål) med referensmetoden KBS-3 V (vertikal deponering) Resultaten presenteras i rapporten "Project JADE. Comparison of Repository Systems. Summary of results". SKB TR-01-17.

1.2 Denna studie

Syftet med projekt JADE är att göra en sammanställning av utvecklingsläget för olika deponeringsmetoder och utvärdera om ytterligare metoder än referensmetoden KBS-3 V skall projekteras till layout E.

Metod- och maskinbeskrivning avser således utrustning för deponering av en kapsel av KBS-3 typ i ett vertikalt deponeringshål.

Strålskyddsaspekter vid deponering tas hänsyn och vägs in i denna rapport se bilaga 4. "Strålskyddsaspekter vid deponering – VBB Anläggning" av Bengt Lönnerberg ABB Atom.

Kapslarna är av kompositutförande och består av ett kopparhölje samt en insats av gjutjärn där bränslet placeras. Kapseln har en diameter av 1050 mm samt en längd på 4833 mm och den maximala vikten är ca. 30 ton.

Hanteringen av kapseln skall vara så skonsam att dess kopparmantel ej åverkas. Det förutsätts därför bland annat att greppet mot kapseln i första hand endast får ske mot kopplingsfalsen i kapselns övre ände. Andra möjligheter att greppa kapseln beaktas dock och redovisas som idéskisser.

Deponeringshålet är ca 7.8 m djupt och med en diameter av 1750 mm.

Bentonitpluggarna har en diameter av 1650 mm , bentonitringarna har likaså en ytterdiameter av 1650 mm och en innerdiameter av 1070 mm.

Konsekvenserna av förelagda toleranser på deponeringshål och bentonitinklädnad redovisas.

Huvudprinciperna för de redovisade deponeringsalternativen som analyseras är liggande kapsel bakom en strålskyddsskärm, liggande kapsel med omslutande strålskydd samt stående strålskyddad kapsel.

Då SKB numera har tagit principbeslutet att deponering skall utföras med helt strålskyddad kapsel i deponeringstunnlarna kan inte alternativet med strålskyddsskärm accepteras. Alternativet redovisas dock för jämförelsens skull i denna rapport.

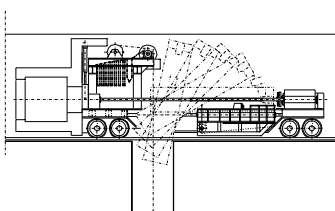
Bentonithanteringen beskrivs för varje alternativ. Med benämningen "helt paket" avses transport och deponering av kapsel omgiven av sin bentonitinklädnad.

2 Översiktlig beskrivning

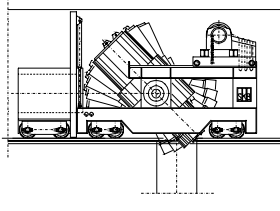
2.1 Sammanställning av deponeringsalternativ

Nedan visas de olika studerade alternativen av deponeringsutrustningar, indelade efter de huvudprinciper vilka beskrivs i denna rapport.

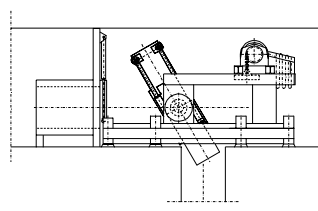
Deponeringsfordon med kapsel bakom strålskyddsskärm:



Alt 1: Deponeringsfordon med kapsel bakom strålskyddsskärm.

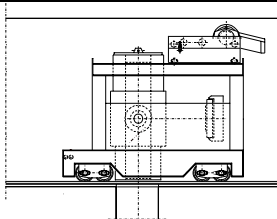


Alt 4: Deponeringsfordon med "helt paket" bakom strålskyddsskärm.

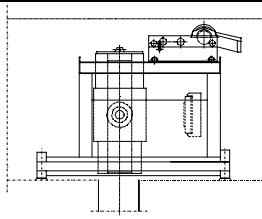


Alt 7: Deponeringsstativ med kapsel bakom strålskyddsskärm.

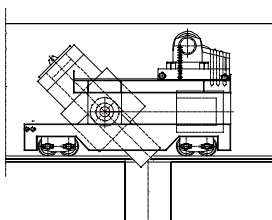
Deponeringsfordon med liggande kapsel i helt eller delbart strålskydd:



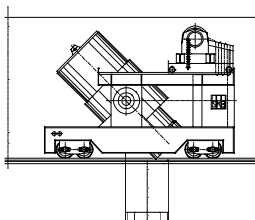
Alt 2: Deponeringsfordon med kapsel omsluten av helt strålskydd.



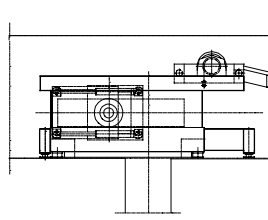
Alt 6a: Deponeringsstativ med kapsel omsluten av helt strålskydd.



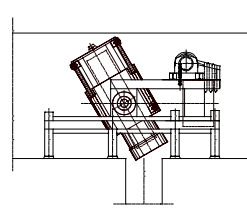
Alt 3: Deponeringsfordon med kapsel omsluten av delbart strålskydd.



Alt 5: Deponeringsfordon med "helt paket" omsluten av delbart strålskydd.

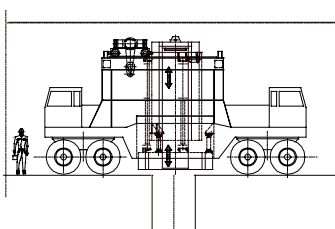


Alt 6b: Deponeringsstativ med kapsel omsluten av delbart strålskydd.

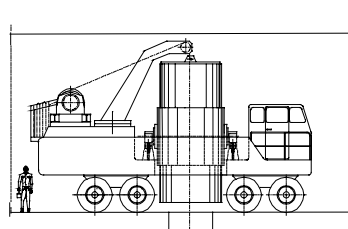


Alt 6c: Deponeringsstativ med "helt paket" omsluten av delbart strålskydd.

Deponeringsfordon med stående kapsel i strålskydd:

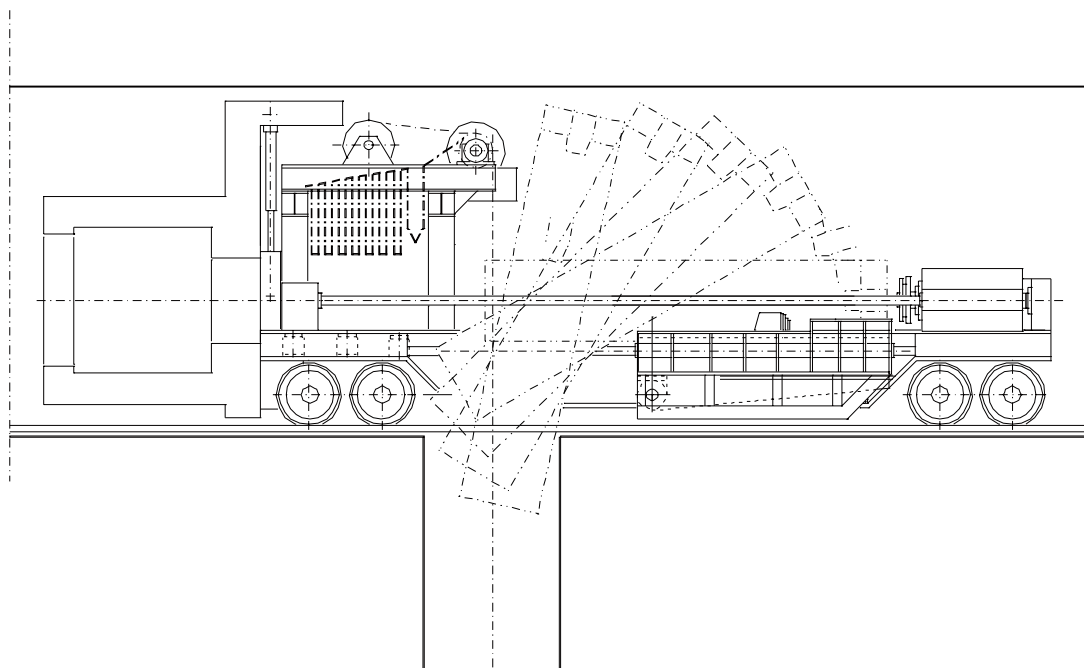


Alt 8a: Deponeringsfordon med stående kapsel omsluten av strålskydd.



Alt 8b: Deponeringsfordon med stående "helt paket" omsluten av strålskydd.

2.2 Alt 1: Deponeringsfordon med kapsel bakom strålskyddsskärm



*Figur 2.2.1 Deponeringsfordon med kapsel bakom strålskyddsskärm.
Se även bilaga 1; SKISS 1.*

Detta alternativ beskriver en metod där en förutsättning är att kapseln dockas direkt från transportbehållaren till deponeringsfordon utan tidigare omlastning.

Ett grundläggande designkriterium är att minsta möjliga tunneltvärsnittsarea prioriteras. Kapseln hanteras utan omgivande strålskydd bakom en strålskyddsskärm, därigenom minimeras erforderlig tunnelhöjd.

Transport av kapslarna fram till respektive deponeringstunnel förutsätts ske med ett separat transportfordon på vilket kapseln förvaras liggande i den strålskyddande transportbehållaren.

Deponeringen utförs med ett spårbundet lågbyggt deponeringsfordon som kör i deponeringstunneln. Vid deponeringstunnelns mynning dockar deponeringsfordonet till det transportfordon som fört kapseln fram till mynningen. Utrustningen drar ut kapseln från strålskyddet över till deponeringsfordonet som sedan transporterar den liggande kapseln fram till deponeringshålet där kapseln reses vertikalt och sänks ned i hålet.

Kapseln befinner sig utan omgivande strålskydd på deponeringsfordonet, strålskyddet utgörs av en strålskyddsskärm med strålskyddsport framtill på fordonet.

Deponeringshålet har i förväg förberetts med bentonitplugg i botten samt med bentonitringar mosvarande kapselns längd. För detta arbete används ett enklare, rälsgående

fordon försedd med travers för hantering av bentoniten. Installation av bottenplugg och bentonitringar kan styras och övervakas på plats.

Efter avslutad installation av bentoniten körs bentonithanteringsfordonet ut till central-tunneln där styrbara gummihjul fälls ned varefter fordonet kan köras undan och parkeras för att ge plats åt deponeringsfordonet.

Under tiden som installationen av bentoniten pågår är deponeringsfordonet parkerat bortom aktuellt deponeringshål. Det körs därefter ut till tunnelmynningen och hämtar kapseln från transportfordonet.

Deponeringsfordonet körs sedan till deponeringshålet och sänker ned kapseln. Därefter kör deponeringsfordonet åter till tunnelmynningen och hämtar en bentonitplugg från en separat transportvagn. Bentonitpluggen hanteras med samma utrustning som använts för kapseln.

Deponeringsfordonet kör tillbaks till deponeringshålet och försluter hålet med bentonitplugg. Detta moment upprepas tills 3 st bentonitpluggar á 500 mm har lagts på plats. Alternativt kan förslutningen av bentonitpluggar göras av den bentonitutrustning som preparerade deponeringshålet med bentonitringar och bentonitplugg.

Deponering av kapsel och bentonitpluggar görs helt fjärrstyrt från en mobil manövercentral som förslagsvis placeras i anslutning till deponeringstunnelns mynning. Den är försedd med erforderliga kamerasystem och sensorer för övervakning och styrning av utrustningen.

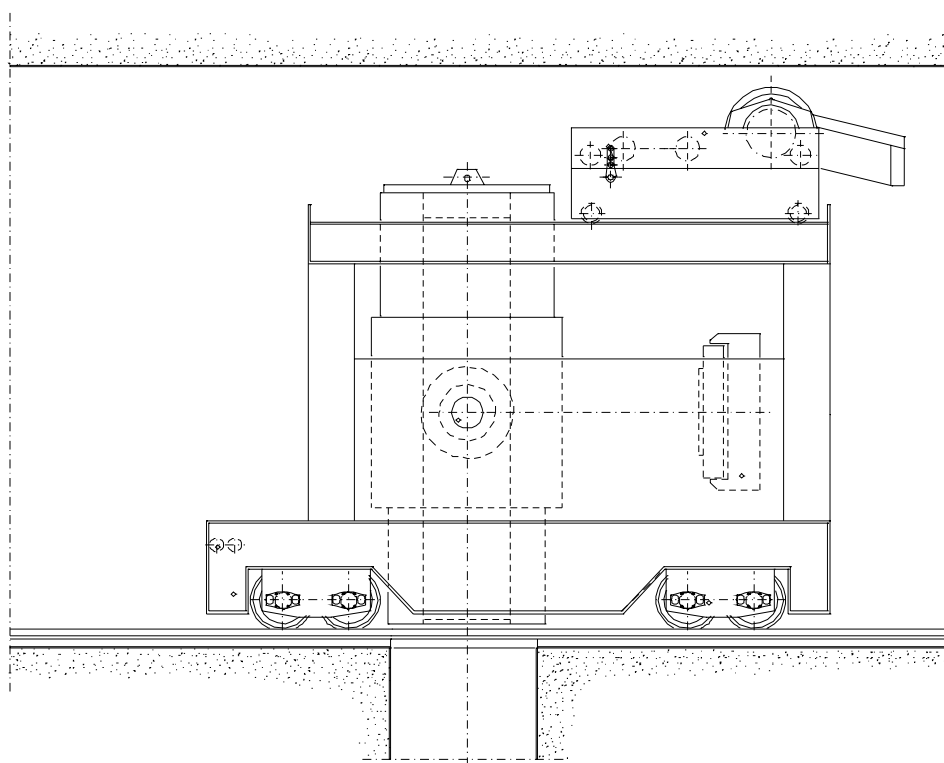
Alternativt kan manövercentralen vara placerad i anslutning till deponeringsfordonet, på utsidan av strålskyddet. Denna placering ger fördelen av kortare och fast kabelinstallation för styr- och övervakningsutrustning mellan manöverplats och arbetsområde.

Dockningen av transportfordonet mot deponeringsfordonet kan övervakas och styras på plats eftersom kapseln hela tiden befinner sig bakom strålskydd.

Efter avslutad deponering av kapsel och förslutning med bentonitpluggar kan deponeringstunneln återbeträdas.

Nu kan en eventuell efterfyllning av spalter mellan bentoniten och deponeringshålets väggar göras med bentonitgranulat.

2.3 Alt 2: Deponeringsfordon med kapsel omsluten av helt strålskydd



Figur 2.3.1 Deponeringsfordon med kapsel omsluten av helt strålskydd.
Se även bilaga 1; SKISS 2.

När kapseln anländer till djupförvaret tas den först ner till en omlastningsstation på nivå -500 m. Där flyttas kapseln från transportbehållaren till en specialanpassad strålskyddande behållare. Denna behållare är anpassad för deponeringsfordonet och för deponeringsprocessen.

Transport av kapslarna från omlastningsstation fram till respektive deponeringstunnel förutsätts ske med ett separat transportfordon på vilket kapseln förvaras liggande i den strålskyddande behållaren.

Deponeringen utförs med ett spårbundet deponeringsfordon som kör i deponeringstunneln. Vid deponeringstunnelns mynning möts deponeringsfordonet med det transportfordon som fört kapseln fram till mynningen. Utrustningen flyttar strålskyddet med kapsel över till deponeringsfordonet som sedan transporterar enheten liggande fram till deponeringshålet där strålskydd och kapsel reses vertikalt och kapseln sänks ned i deponeringshålet.

Deponeringshålet har i förväg förberetts med bentonitplugg i botten samt med bentonitringar motsvarande kapseln längd. För detta arbete används ett enklare, rälsgående/hjulgående fordon försedd med travers för hantering av bentoniten. Installation av bottenplugg och bentonitringar kan styras och övervakas på plats.

Efter avslutad installation av bentoniten körs bentonithanteringsfordonet ut till central-tunneln där styrbara gummihjul fälls ned varefter fordonet kan köras undan och parkeras för att ge plats åt deponeringsfordonet.

Under tiden som installationen av bentoniten pågår är deponeringsfordonet parkerat bortom aktuellt deponeringshål. Det körs därefter ut till tunnelmynningen och hämtar strålskydd/kapsel från transportfordonet.

Deponeringsfordonet körs sedan till deponeringshålet och sänker ned kapseln. Därefter kör deponeringsfordonet åter till tunnelmynningen och lastar av strålskyddet.

Ett formrör med tre stycken bentonitpluggar á 500 mm lastas på från en separat transportvagn. Bentonitpluggen hanteras med samma utrustning som använts för strålskydd/kapsel. Deponeringsfordonet kör tillbaks till deponeringshålet och försluter hålet med bentonitpluggarna. Alternativt kan förslutningen av bentonitpluggar göras av den bentonithanteringsutrustning som preparerade deponeringshålet med bentonitringar och bentonitplugg.

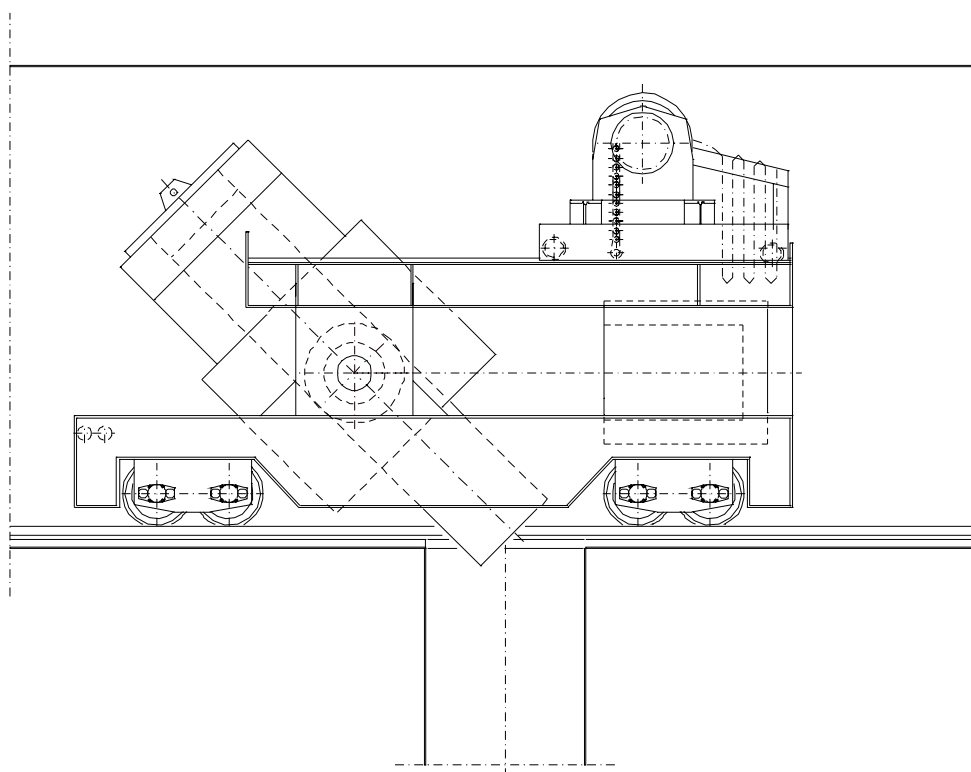
Deponering av kapsel och bentonitpluggar görs från en manövercentral som är placerad på deponeringsfordonet. Den är försedd med erforderliga kamerasytem och sensorer för övervakning och styrning av utrustningen. Eftersom kapseln till största delen under deponeringsprocessen är strålskyddad blir även manuell körning/kontroll möjlig.

Förflyttningen av kapsel från transportfordonet till deponeringsfordonet kan övervakas och styras på plats eftersom kapseln hela tiden befinner sig inuti strålskyddet.

Efter avslutad deponering av kapsel och förslutning med bentonitpluggar kan deponeringstunneln åter beträdas.

Nu kan en eventuell efterfyllning av spalter mellan bentoniten och deponeringshålets väggar göras med bentonitgranulat.

2.4 Alt 3: Deponeringsfordon med kapsel omsluten av delbart strålskydd



Figur 2.4.1 Deponeringsfordon med kapsel omsluten av delbart strålskydd.
Se även bilaga 1; SKISS 3 , 3-1 , 3-2.

När kapseln anländer till djupförvaret tas den först ner till en omlastningsstation på nivå -500 m. Där flyttas kapseln från transportbehållaren till en specialanpassad delbar strålskyddande behållare. Denna behållare är anpassad för deponeringsfordonet och för deponeringsprocessen.

Transport av kapslarna från omlastningsstation fram till respektive deponeringstunnel förutsätts ske med ett separat transportfordon på vilket kapseln förvaras liggande i den delbara strålskyddande behållaren.

Deponeringen utförs med ett spårbundet deponeringsfordon som kör i deponeringstunneln. Vid deponeringstunnelns mynning möts deponeringsfordonet med det transportfordon som fört kapseln fram till mynningen. Utrustningen flyttar det delbara strålskyddet med kapsel över till deponeringsfordonet som sedan transporterar enheten liggande fram till deponeringshålet där strålskyddet delas. Efter delningen reses strålskydd/kapsel vertikalt och sänks ned i hålet. Strålskyddsväggar runt den bara delen av kapseln gör det möjligt att befinna sig vid deponeringsmaskinen även under denna fas av deponeringen.

Deponeringshålet har i förväg förberetts med bentonitplugg i botten samt med bentonitringar motsvarande kapselns längd. För detta arbete används ett enklare,

rälsgående/hjulgående fordon försedd med travers för hantering av bentoniten. Installation av bottenplugg och bentonitringar kan styras och övervakas på plats.

Efter avslutad installation av bentoniten körs bentonithanteringsfordonet ut till central-tunneln där styrbara gummihjul fälls ned varefter fordonet kan köras undan och parkeras för att ge plats åt deponeringsfordonet.

Under tiden som installationen av bentoniten pågår är deponeringsfordonet parkerat bortom aktuellt deponeringshål. Det körs därefter ut till tunnelmynningen och hämtar det delbara strålskyddet/kapsel från transportfordonet.

Deponeringsfordonet körs sedan till deponeringshålet och sänker ned kapseln. Därefter kör deponeringsfordonet åter till tunnelmynningen och lastar av strålskyddet.

Ett formrör med tre stycken bentonitpluggar á 500 mm lastas på från en separat transportvagn. Bentonitpluggen hanteras med samma utrustning som använts för strålskydd/kapsel. Deponeringsfordonet kör tillbaks till deponeringshålet och försluter hålet med bentonitpluggarna. Alternativt kan förslutningen av bentonitpluggar göras av den bentonitutrustning som preparerade deponeringshålet med bentonitringar och bentonitplugg.

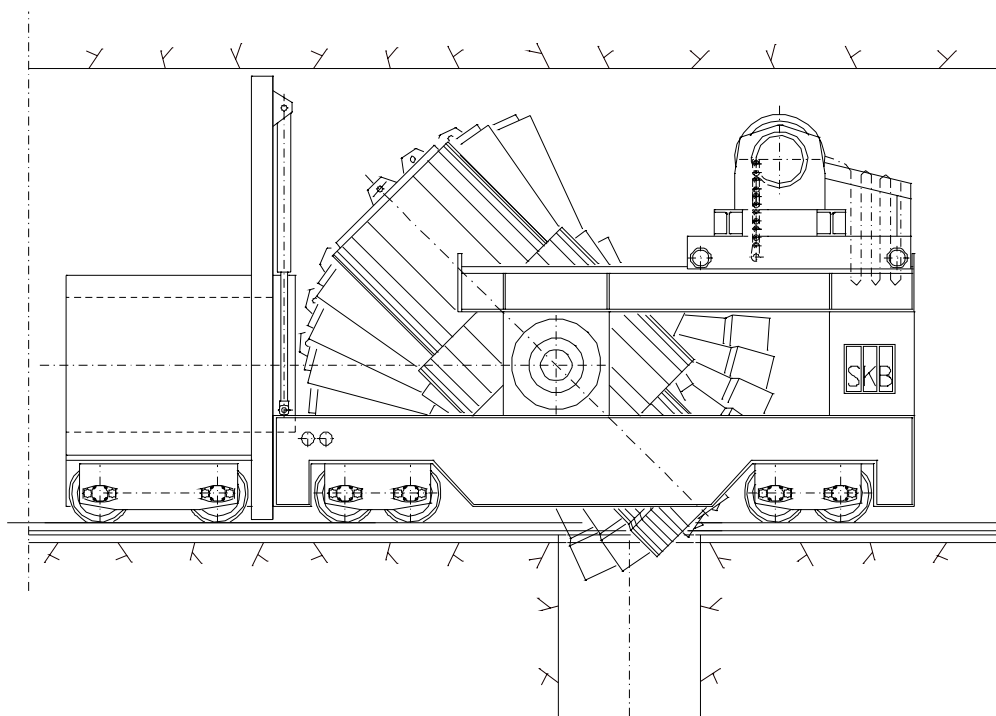
Deponering av kapsel och bentonitpluggar görs från en manövercentral placerad på deponeringsfordonet. Den är försedd med erforderliga kamerasystem och sensorer för övervakning och styrning av utrustningen. Eftersom kapseln är strålskyddad under delar av deponeringsprocessen blir även manuell körning/kontroll tidvis möjlig.

Förflyttningen av kapsel från transportfordonet till deponeringsfordonet kan övervakas och styras på plats eftersom kapseln hela tiden befinner sig inuti det delbara strålskyddet.

Efter avslutad deponering av kapsel och förslutning med bentonitpluggar kan deponeringstunneln åter beträdas.

Nu kan en eventuell efterfyllning av spalter mellan bentoniten och deponeringshålets väggar göras med bentonitgranulat.

2.5 Alt 4: Deponeringsfordon med "helt paket" bakom strålskyddsskärm



Figur 2.5.1 Deponeringsfordon med "helt paket" bakom strålskyddsskärm.
Se även bilaga 1; SKISS 4.

När kapseln anländer till djupförvaret tas den först ner till en omlastningsstation på nivå -500 m. Där flyttas kapseln från transportbehållaren till ett formrör som invändigt innehåller ringar och bottenpluggen av bentonit. Formröret ligger i en strålskyddande transportbehållare. Denna behållare är anpassad för dockningssekvensen till deponeringsfordonet.

Transport av kapslarna från omlastningsstation fram till respektive deponeringstunnel förutsätts ske med ett separat transportfordon på vilket formröret med kapsel/bentonitpaket förvaras liggande i en strålskyddande behållare.

Kapsel/bentonitpaket befinner sig strålmässigt helt oskyddad på deponeringsfordonet, strålskyddet utgörs av en strålskyddsskärm med strålskyddsport fram till på fordonet.

Deponeringen utförs med ett spårbundet deponeringsfordon som går i deponeringstunneln. Vid deponeringstunnelns mynning dockar deponeringsfordonet till det transportfordon som fört kapsel/bentonitpaket fram till mynningen. Utrustningen flyttar kapsel/bentonitpaket över till deponeringsfordonet som sedan transporterar enheten liggande fram till deponeringshålet där kapsel/bentonitpaket reses vertikalt och sänks ned i hålet.

Därefter kör deponeringsfordonet åter till tunnelmynningen. Ett formrör med tre stycken bentonitpluggar á 500 mm lastas på från en separat transportvagn. Bentonitpluggen

hanteras med samma utrustning som använts för kapsel/bentonitpaket. Deponeringsfordonet kör tillbaka till deponeringshålet och försluter hålet med bentonitpluggarna. Alternativt kan förslutningen av bentonitpluggar göras av den bentonitutrustning som preparerade deponeringshålet med bentonitringar och bentonitplugg.

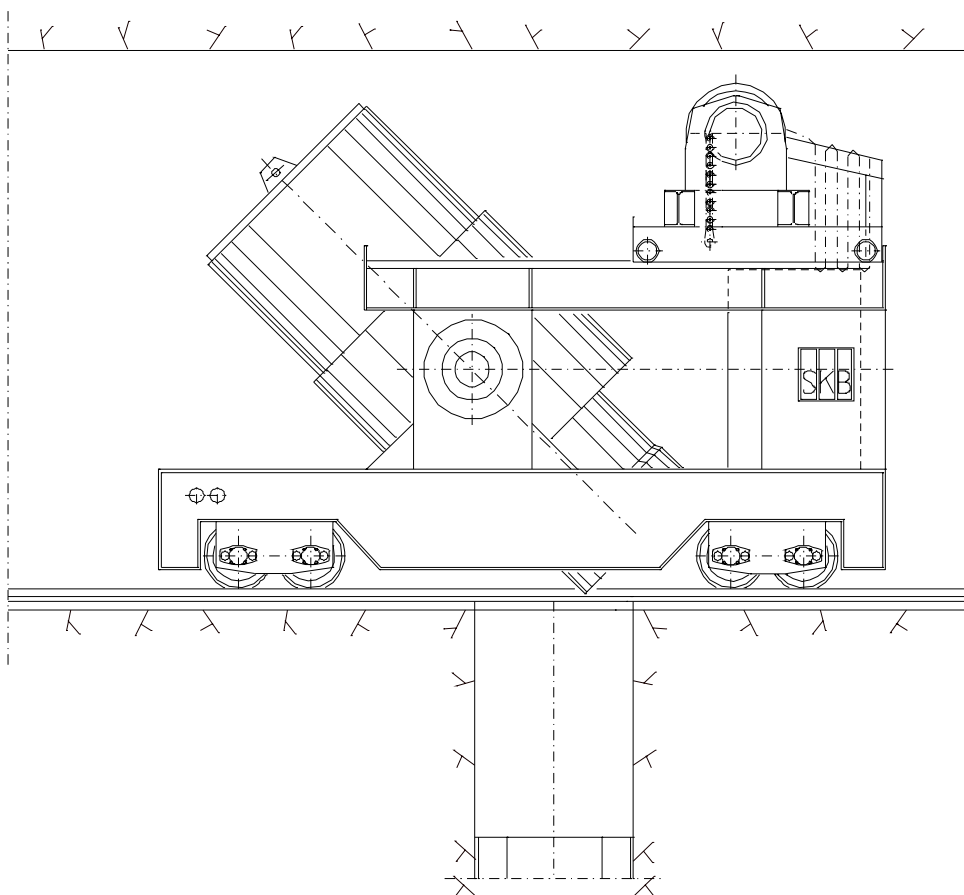
Deponeringsfordonet manövreras och kontrolleras helt fjärrstyrt. Deponering av kapsel och bentonitpluggar görs fjärrstyrt från en mobil manövercentral som förslagsvis placeras i anslutning till deponeringstunnelns mynning. Den är försedd med erforderliga kamerasystem och sensorer för övervakning och styrning av utrustningen.

Alternativt kan manövercentralen vara placerad i anslutning till deponeringsfordonet, på utsidan av strålskyddet. Denna placering ger fördelen av kortare och fast kabelinstallation för styr- och övervakningsutrustning mellan manöverplats och arbetsområde.

Efter avslutad deponering av kapsel/bentonitpaket och förslutning med bentonitpluggar kan deponeringstunneln åter beträdas.

Nu kan en eventuell efterfyllning av spalter mellan bentoniten och deponeringshålets väggar göras med bentonitgranulat.

2.6 Alt 5: Deponeringsfordon med "helt paket" omsluten av delbart strålskydd



Figur 2.6.1 Deponeringsfordon med "helt paket" omsluten av delbart strålskydd.
Se även bilaga 1; SKISS 5, 5-1.

När kapseln anländer till djupförvaret tas den först ner till en omlastningsstation på nivå -500 m. Där flyttas kapseln från transportbehållaren till ett formrör som invändigt innehåller ringar och bottenplugg av bentonit. Formröret ligger i en delbar strålskyddande behållare. Denna behållare är anpassad för deponeringsfordonet och för deponeringsprocessen.

Transport av kapsel/bentonitpaket från omlastningsstation fram till respektive deponeringstunnel förutsätts ske med ett separat transportfordon på vilket kapsel/bentonitpaket förvaras liggande i den delbara strålskyddande behållaren.

Deponeringen utförs med ett spårbundet deponeringsfordon som kör i deponeringstunneln. Vid deponeringstunnelns mynning möts deponeringsfordonet med det transportfordon som fört kapsel/bentonitpaket fram till mynningen. Utrustningen flyttar det delbara strålskyddet med kapsel/bentonitpaket över till deponeringsfordonet som sedan transporterar enheten liggande fram till deponeringshålet där strålskyddet delas och sedan kapsel/bentonitpaket reses vertikalt och sänks ned i hålet.

Därefter kör deponeringsfordonet åter till tunnelmynningen och lastar av strålskydd/formör. Ett formör med tre bentonitpluggar á 500 mm lastas på från en separat transportvagn. Bentonitpluggarna hanteras på samma sätt som kapsel/bentonitpaket. Deponeringsfordonet kör tillbaks till deponeringshålet och försluter hålet med bentonitpluggarna. Alternativt kan förslutningen av bentonitpluggar göras av den bentonitutrustning som preparerade deponeringshålet med bentonitringar och bentonitplugg.

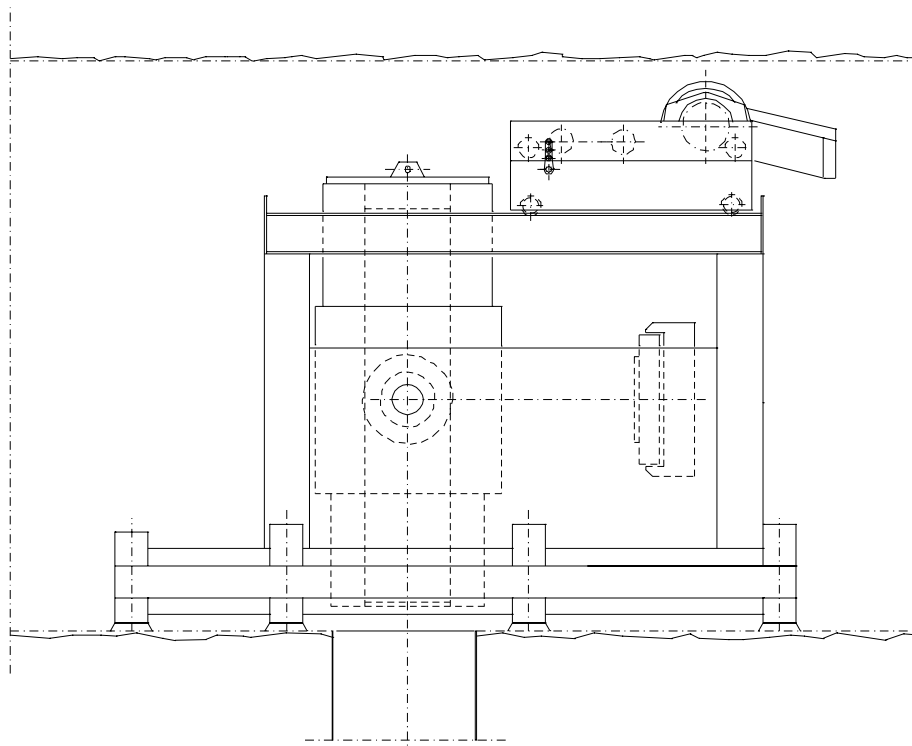
Deponering av kapsel och bentonitpluggar görs från en manövercentral placerad på deponeringsfordonet. Den är försedd med erforderliga kameran och sensorer för övervakning och styrning av utrustningen. Eftersom kapseln är strålskyddad under vissa delar av deponeringsprocessen blir även manuell körning/kontroll tidvis möjlig.

Förflyttningen av kapsel/bentonitpaket från transportfordonet till deponeringsfordonet kan övervakas och styras på plats eftersom kapseln hela tiden befinner sig inuti det delbara strålskyddet.

Efter avslutad deponering av kapsel och förslutning med bentonitpluggar kan deponeringstunneln åter beträdas.

Nu kan en eventuell efterfyllning av spalter mellan bentoniten och deponeringshålets väggar göras med bentonitgranulat.

2.7 Alt 6a: Deponeringsstativ med kapsel omsluten av helt strålskydd



*Figur 2.7.1 Deponeringsstativ med kapsel omsluten av helt strålskydd.
Se även bilaga 1; SKISS 6A.*

När kapseln anländer till djupförvaret tas den först ner till en omlastningsstation på nivå -500 m. Där flyttas kapseln från transportbehållaren till en specialanpassad strålskyddande behållare. Detta strålskydd är anpassat för deponeringsprocessen.

Transport av kapslarna från omlastningsstation fram till respektive deponeringstunnel förutsätts ske med ett separat transportfordon på vilket kapseln förvaras liggande i den strålskyddande behållaren.

Deponeringen utförs med ett deponeringsstativ som befinner sig vid deponeringshålet. Strålskydd/kapsel transporteras dit separat av ett transportfordon. Strålskydd/kapsel flyttas över till stativet när detta är positionerat vid deponeringshålet. På stativet befinner sig strålskydd/kapsel liggande och före deponeringen tas ett gavellock bort på strålskyddet, strålskydd/kapsel reses vertikalt och kapsel sänks ned i deponeringshålet med hjälp av ett kedjespel.

Deponeringsstativet kan förflytta sig själv i deponeringstunneln, både i tunnelns längsled och i dess tvärsled. Stativet består av en strålskyddskammare som bär upp vridhus, spelmaskineri samt övrig utrustning. I underkant av strålskyddskammaren löper två balkar som bildar en ramkonstruktion. Ramen kan med hjälp av hydraulcylindrar röra sig i förhållande till kammaren. Detta i kombination med höj och sänkbara stödben på

ramverket gör att stativet kan förflytta sig i deponeringstunneln. Stativet kan även positioneras i sidled med hjälp av flyttbara stödben.

Efter det att kapseln deponerats lastas strålskyddet av på ett transportfordon och körs ut ur tunneln. Ett formrör med tre stycken bentonitpluggar á 500 mm lastade på ett separat transportfordon kör in till deponeringsstativet. Formröret flyttas över till stativet och fordonet kör ut igen. Deponeringsstativet försluter hålet med bentonitpluggarna. Alternativt kan förslutningen av bentonitpluggar göras av den bentonitutrustning som preparerade deponeringshålet med bentonitringar och bentonitplugg.

Transportfordonen är av typen ”terminalfordon” som idag används för att transportera strålskydd/kapsel.

Deponeringshålet har i förväg förberetts med bentonitplugg i botten samt med bentonitringar motsvarande kapselns längd. För detta arbete används ett enklare, hjulgående fordon försedd med travers för hantering av bentoniten. Installation av bottenplugg och bentonitringar kan styras och övervakas på plats.

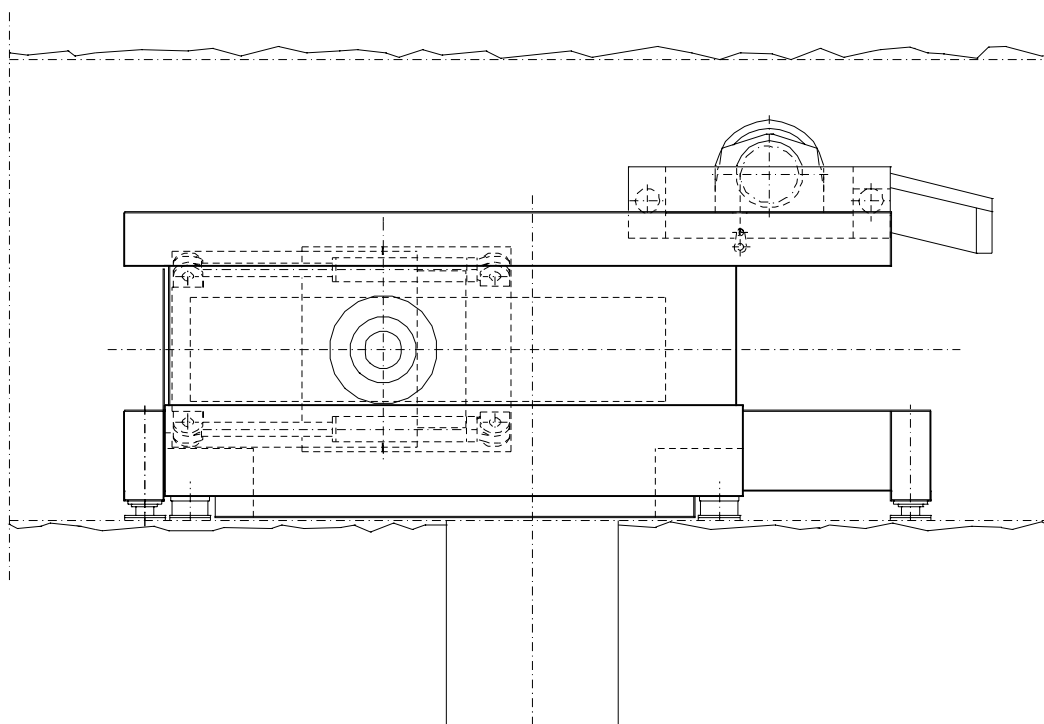
Efter avslutad installation av bentoniten körs bentonithanteringsfordonet ut till centraltunneln och körs undan och parkeras för att ge plats åt transportfordonen.

Deponering av kapsel och bentonitpluggar görs från en manövercentral placerad på deponeringsfordonet. Den är försedd med erforderliga kamerasystem och sensorer för övervakning och styrning av utrustningen. Eftersom kapseln till största delen under deponeringsprocessen är strålskyddad blir även manuell körning/kontroll möjlig.

Efter avslutad deponering av kapsel och förslutning med bentonitpluggar kan deponeringstunneln åter beträdas.

Nu kan en eventuell efterfyllning av spalter mellan bentoniten och deponeringshålets väggar göras med bentonitgranulat.

2.8 Alt 6b: Deponeringsstativ med kapsel omsluten av delbart strålskydd



Figur 2.8.1 Deponeringsstativ med kapsel omsluten av delbart strålskydd.
Se även bilaga 1; SKISS 6B-1 - SKISS 6B-8.

När kapseln anländer till djupförvaret tas den först ner till en omlastningsstation på nivå -500 m. Där flyttas kapseln från transportbehållaren till en specialanpassad strålskyddande behållare. Detta strålskydd är anpassat för deponeringsprocessen.

Transport av kapslarna från omlastningsstation fram till respektive deponeringstunnel förutsätts ske med ett separat transportfordon på vilket kapseln förvaras liggande i den delbara strålskyddande behållaren.

Deponeringen utförs med ett deponeringsstativ som befinner sig vid deponeringshålet. Strålskydd/kapsel transporteras dit separat av ett transportfordon. Strålskydd/kapsel flyttas över till stativet när detta är positionerat vid deponeringshålet. På stativet befinner sig strålskydd/kapsel liggande och före deponeringen delas strålskyddet, strålskydd/kapsel reses vertikalt och kapsel sänks ned i deponeringshålet med hjälp av ett kedjespel. Strålskyddsväggar runt den bara delen av kapseln gör det möjligt att befinna sig vid deponeringsmaskinen även under denna fas av deponeringen.

Deponeringsstativet kan förflytta sig själv i deponeringstunneln, både i tunnelns längsled och i dess tvärsled. Stativet består av en strålskyddskammare som bär upp vridhus, spelmaskineri samt övrig utrustning. I underkant av strålskyddskammaren löper två balkar som bildar en ramkonstruktion. Ramen kan med hjälp av hydraulcylindrar röra

sig i förhållande till kammaren. Detta i kombination med hög och sänkbara stödben på ramverket gör att stativet kan förflytta sig i deponeringstunneln. Stativet kan även positioneras i sidled med hjälp av flyttbara stödben.

Efter det att kapseln deponerats körs ett formrör med tre stycken bentonitpluggar á 500 mm lastade på ett separat fordon in till deponeringsstativet. Formröret lastas på stativet och fordonet kör ut igen. Under denna sekvens är hålet förslutet med ett strålskyddslock. Deponeringsstativet försluter hålet med bentonitpluggarna. Alternativt kan förslutningen av bentonitpluggar göras av den bentonithanteringsutrustning som preparerade deponeringshålet med bentonitringar och bentonitplugg.

Transportfordonet är av typen ”terminalfordon” som idag används för att transportera strålskydd/kapsel.

Deponeringshålet har i förväg förberetts med bentonitplugg i botten samt med bentonitringar motsvarande kapselns längd. För detta arbete används ett enklare, hjulgående fordon försedd med travers för hantering av bentoniten. Installation av bottenplugg och bentonitringar kan styras och övervakas på plats.

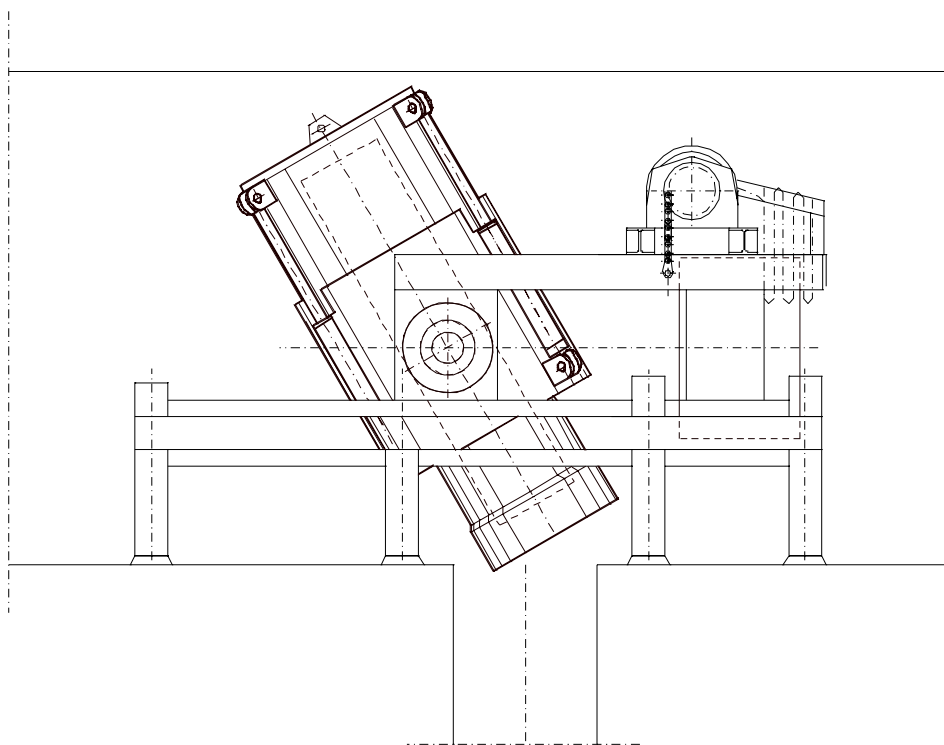
Efter avslutad installation av bentoniten körs bentonithanteringsfordonet ut till centraltunneln varefter fordonet kan köras undan och parkeras för att ge plats åt deponeringsstativet.

Deponering av kapsel och bentonitpluggar görs från en manövercentral placerad på deponeringsstativet. Den är försedd med erforderliga kamerasytem och sensorer för övervakning och styrning av utrustningen. Eftersom kapseln är strålskyddad under deponeringsprocessen blir även manuell körning/kontroll möjlig.

Efter avslutad deponering av kapsel och förslutning med bentonitpluggar kan deponeringstunneln åter beträdas.

Nu kan en eventuell efterfyllning av spalter mellan bentoniten och deponeringshålets väggar göras med bentonit/bentonitgranulat.

2.9 Alt 6c: Deponeringsstativ med "helt paket" omsluten av delbart strålskydd



Figur 2.9.1 Deponeringsstativ med "helt paket" omsluten av delbart strålskydd.
Se även bilaga 1; SKISS 6C.

När kapseln anländer till djupförvaret tas den först ner till en omlastningsstation på nivå -500 m. Där flyttas kapseln från transportbehållaren till ett formrör som invändigt innehåller ringar och bentonitplugg av bentonit. Formröret ligger i en strålskyddande behållare. Detta strålskydd är anpassat för deponeringsprocessen.

Transport av kapslarna från omlastningsstation fram till respektive deponeringstunnel förutsätts ske med ett separat transportfordon på vilket kapseln förvaras liggande i den delbara strålskyddande behållaren.

Deponeringen utförs med ett deponeringsstativ som befinner sig vid deponeringshålet. Strålskydd/kapsel transporteras dit separat av ett transportfordon. Strålskydd-/kapsel flyttas över till stativet när detta är positionerat vid deponeringshålet. På stativet befinner sig strålskydd/kapsel liggande och före deponeringen tas ett gavellock bort på strålskyddet, strålskydd/kapsel reses vertikalt och kapsel sänks ned i deponeringshålet med hjälp av ett kedjespel. Strålskyddsväggar runt den bara delen av kapseln gör det möjligt att befinna sig vid deponeringsmaskinen även under denna fas av deponeringen.

Deponeringsstativet kan förflytta sig själv i deponeringstunneln, både i tunnelns längsled och i dess tvärsled. Stativet består av en strålskyddskammare som bär upp vridhus, spelmaskineri samt övrig utrustning. I underkant av strålskydds-kammaren löper två

balkar som bildar en ramkonstruktion. Ramen kan med hjälp av hydraulcylindrar röra sig i förhållande till kammaren. Detta i kombination med hög och sänkbara stödben på ramverket gör att stativet kan förflytta sig i deponeringstunneln. Stativet kan även positioneras i sidled med hjälp av flyttbara stödben.

Efter det att kapseln deponerats körs ett formrör med tre stycken bentonitpluggar á 500 mm lastade på ett separat fordon in till deponeringsstativet. Formröret lastas på stativet och fordonet kör ut igen. Under denna sekvens är hålet förslutet med ett strålskyddslock. Deponeringsstativet försluter hålet med bentonitpluggarna. Alternativt kan förslutningen av bentonitpluggar göras av den bentonitutrustning som preparerade deponeringshålet med bentonitringar och bentonitplugg.

Transportfordonet är av typen ”terminalfordon” som idag används för att transportera strålskydd/kapsel.

Deponeringshålet har i förväg förberetts med bentonitplugg i botten samt med bentonitringar motsvarande kapsels längd. För detta arbete används ett enklare, hjulgående fordon försedd med travers för hantering av bentoniten. Installation av bottenplugg och bentonitringar kan styras och övervakas på plats.

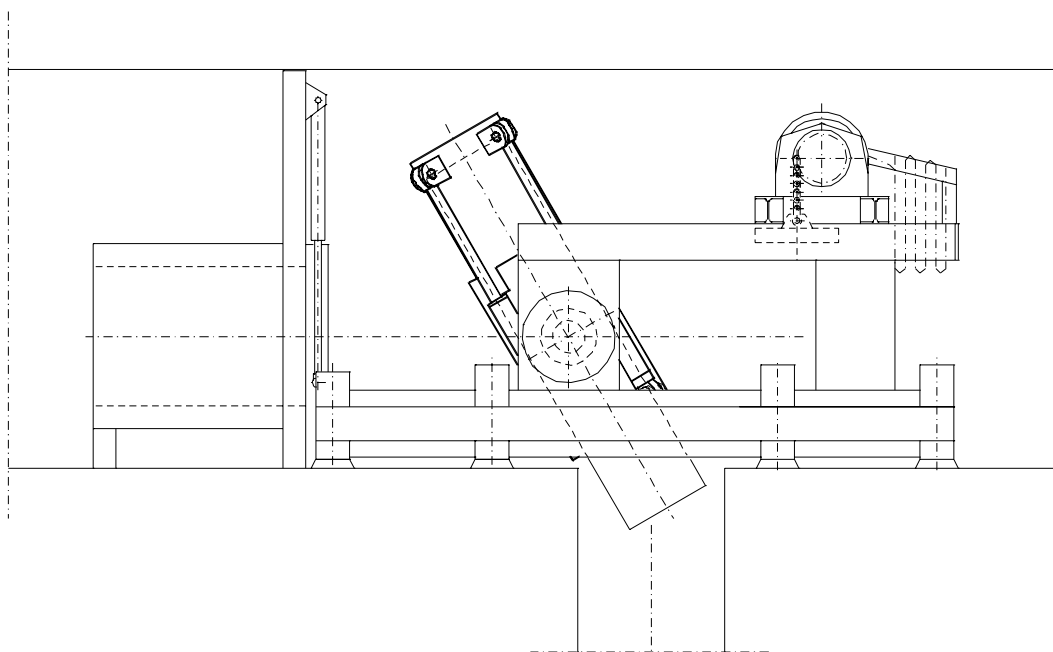
Efter avslutad installation av bentoniten körs bentonithanteringsfordonet ut till centraltunneln varefter fordonet kan köras undan och parkeras för att ge plats åt deponeringsstativet.

Deponering av kapsel och bentonitpluggar görs från en manövercentral placerad på deponeringsstativet. Den är försedd med erforderliga kamerasystem och sensorer för övervakning och styrning av utrustningen. Eftersom kapseln är strålskyddad under deponeringsprocessen blir även manuell körning/kontroll möjlig.

Efter avslutad deponering av kapsel/bentonitpaket och förslutning med bentonitpluggar kan deponeringstunneln åter beträdas.

Nu kan en eventuell efterfyllning av spalter mellan bentoniten och deponeringshålets väggar göras med bentonitgranulat.

2.10 Alt 7: Deponeringsstativ med kapsel bakom strålskyddsskärm



*Figur 2.10.1 Deponeringsstativ med bar kapsel bakom strålskyddsskärm.
Se även bilaga 1; SKISS 7.*

När kapseln anländer till djupförvaret tas den först ner till en omlastningsstation på nivå -500 m. Där flyttas kapseln från transportbehållaren till en specialanpassad strålskyddande behållare. Detta strålskydd är anpassat för transport-fordonet och för docknings-sekvensen.

Transport av kapslarna från omlastningsstation fram till respektive deponeringstunnel förutsätts ske med ett separat transportfordon på vilket kapseln förvaras liggande i den strålskyddande behållaren.

Deponeringen utförs med ett deponeringsstativ som transporteras av ett transportfordon till deponeringshålet. En separat strålskyddsskärm körs in med en truck framför stativet. Ett transportfordon med kapseln i ett strålskydd dockar till strålskyddsskärmen/deponeringsstativet. Utrustningen flyttar kapsel från transportfordonet över till stativet. På stativet befinner sig kapsel liggande och före deponeringen reses kapsel vertikalt och kapsel sänks ned i deponeringshålet med hjälp av ett kedjespel.

Deponeringsstativet kan förflytta sig själv i deponeringstunneln, både i tunnelns längsled och i dess tvärsled. Stativet består av en kammare som bär upp vridhus, spelmaskineri samt övrig utrustning. I underkant av kammaren löper två balkar som bildar en ramkonstruktion. Ramen kan med hjälp av hydraulcylindrar röra sig i förhållande till kammaren. Detta i kombination med höj och sänkbara stödben på ramverket gör att

stativet kan förflytta sig i deponeringstunneln. Stativet kan även positioneras i sidled med hjälp av flyttbara stödben.

Transportfordonet är av typen ”terminalfordon” som idag används för att transportera strålskydd/kapsel.

Efter deponeringen av kapseln körs ett formrör med tre stycken bentonitpluggar lastade på ett separat fordon in till deponeringsstativet och dockar till strålskyddsväggen. Formröret med bentonitpluggar förs över till stativet. Deponeringshålet försluts med tre bentonitpluggar á 500 mm på samma sätt som kapseln placerades i hålet. Alternativt kan förslutningen av bentonitpluggar göras av den bentonitutrustning som preparerade deponeringshålet med bentonitringar och bentonitplugg.

Deponeringshålet har i förväg förberetts med bentonitplugg i botten samt med bentonitringar upp till färdig nivå. För detta arbete används ett enklare, hjulgående fordon försedd med travers för hantering av bentoniten. Installation av bottenplugg och bentonitringar kan styras och övervakas på plats.

Efter avslutad installation av bentoniten körs bentonithanteringsfordonet ut till centraltunneln varefter fordonet kan köras undan och parkeras för att ge plats åt deponeringsstativet.

Under tiden som installationen av bentoniten pågår är deponeringsstativet placerat bortom aktuellt deponeringshål.

Deponering av kapsel och bentonitpluggar görs fjärrstyrt från en mobil manövercentral som förslagsvis placeras i anslutning till deponeringstunnelns mynning. Den är försedd med erforderliga kamerasystem och sensorer för övervakning och styrning av utrustningen.

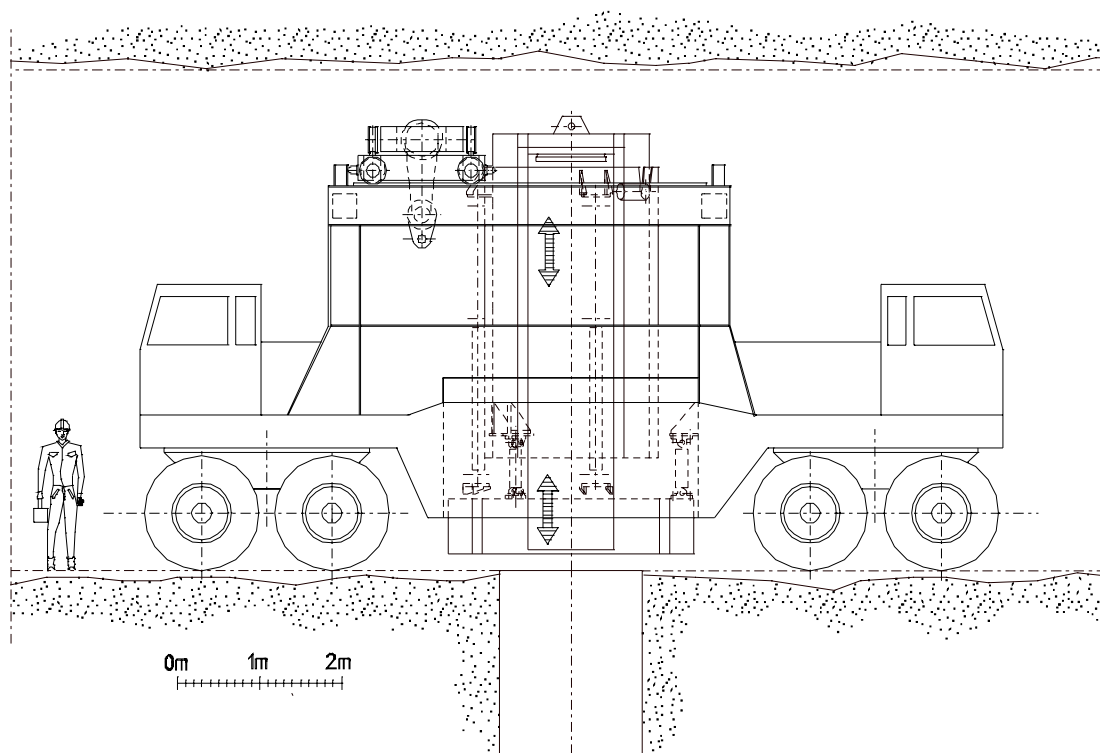
Alternativt kan manövercentralen vara placerad i anslutning till deponeringsstativet, på utsidan av strålskyddet. Denna placering ger fördelen av kortare och fast kabelinstallation för styr- och övervakningsutrustning mellan manöverplats och arbetsområde.

Efter avslutad deponering av kapsel och förslutning med bentonitpluggar kan strålskyddsskärmen köras bort och deponeringstunneln åter beträdas.

Transportfordonet ställer stativet bortom deponeringshålet.

Nu kan en eventuell efterfyllning av spalter mellan bentoniten och deponeringshålets väggar göras med bentonitgranulat.

2.11 Alt 8a: Deponeringsfordon med stående kapsel omsluten av strålskydd



Figur 2.11.1 Deponeringsfordon med stående kapsel omsluten av strålskydd.
Se även bilaga 1; SKISS 8Aa-1 - SKISS 8Aa-2.

När kapseln anländer till djupförvaret tas den först ner till en omlastningsstation på nivå -500 m. Där flyttas kapseln från transportbehållaren till en specialanpassad vertikalt stående strålskyddande behållare. Denna behållare är anpassad för deponeringsfordonet och för deponeringsprocessen.

Transporten till deponeringstunneln och deponeringen av kapseln utförs av det hjulgående deponeringsfordonet. Fordonet hämtar den strålskyddade kapseln vid omlastningsstationen.

Deponeringshålet har i förväg förberetts med bentonitplugg i botten samt med bentonitringar motsvarande kapselns längd. För detta arbete används ett enklare, hjulgående fordon försett med travers för hantering av bentoniten. Installation av bottenplugg och bentonitringar kan styras och övervakas på plats.

Efter avslutad installation av bentoniten körs bentonithanteringsfordonet ut till central-tunneln där fordonet kan köras undan och parkeras för att ge plats åt deponeringsfordonet.

Fordonet transporterar strålskydd/kapsel stående fram till deponeringshålet där strålskyddet sänks ned mot underlaget och kapseln sänks ned i hålet. Med hjälp av ett spel

firas kapseln ned i hålet. Därefter kör deponeringsfordonet åter till tunnelmynningen och vidare till omlastningsstationen.

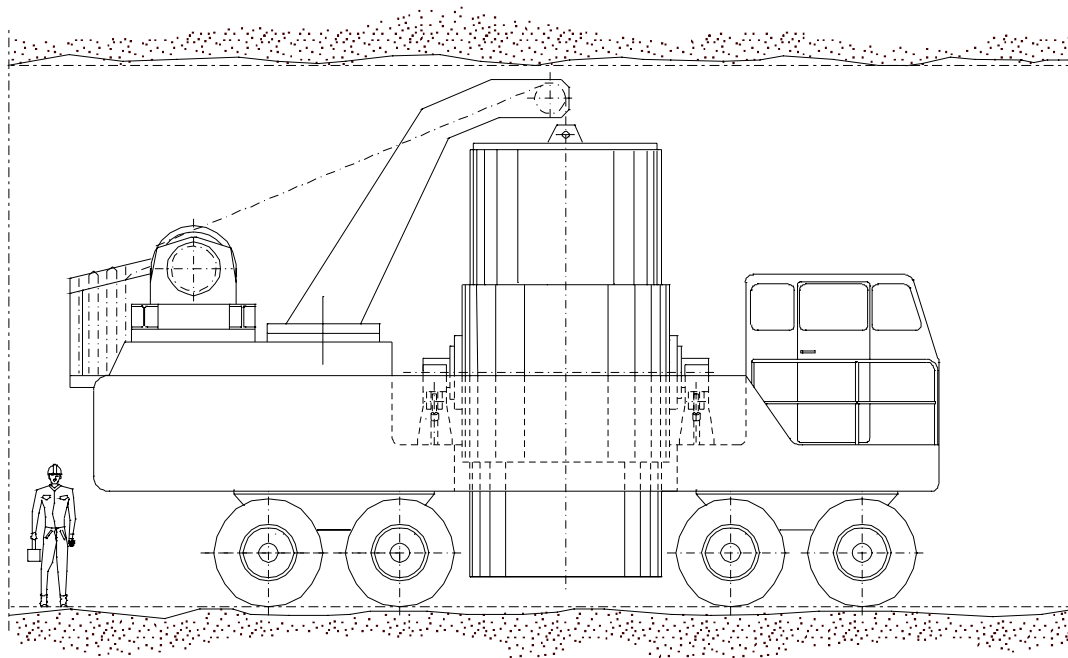
Förslutningen av deponeringshålet med bentonitpluggar görs av den bentonithanteringsutrustning som preparerade deponeringshålet med bentonitringar och bentonitplugg.

Deponering av kapsel görs från en manövercentral som placeras på deponeringsfordonet. Den är försedd med erforderliga kamerasytem och sensorer för övervakning och styrning av utrustningen. Eftersom kapseln är strålskyddad under deponeringsprocessen blir även manuell körning/kontroll möjlig.

Efter avslutad deponering av kapsel och förslutning med bentonitpluggar kan deponeringstunneln åter beträdas.

Nu kan en eventuell efterfyllning av spalter mellan bentoniten och deponeringshålets väggar göras med bentonitgranulat.

2.12 Alt 8b: Deponeringsfordon med stående "helt paket" omsluten av strålskydd



Figur 2.12.1 Deponeringsfordon med stående "helt paket" omsluten av strålskydd.
Se även bilaga 1; SKISS 8B-1 - SKISS 8B-2.

När kapseln anländer till djupförvaret tas den först ner till en omlastningsstation på nivå -500 m. Där flyttas kapseln från transportbehållaren till en specialanpassad vertikal strålskyddande behållare. Denna behållare är anpassad för deponeringsfordonet och för deponeringsprocessen.

Transporten till deponeringstunneln och deponeringen av kapsel/bentonit utförs av det hjulgående deponeringsfordonet. Fordonet hämtar den strålskyddade kapseln vid omlastningsstationen.

Fordonet transporterar strålskydd/kapsel/bentonitpaket stående fram till deponeringshålet där strålskyddet sänks ned mot underlaget och kapsel/bentonitpaket sänks ned i hålet. Med hjälp av ett spel firas kapseln/bentonitpaket ned i hålet.

Därefter kör deponeringsfordonet åter till tunnelmynningen. Förslutningen av deponeringshålet med bentonitpluggar görs av den bentonithanteringsutrustning som preparerade deponeringshålet med bentonitringar och bentonitplugg.

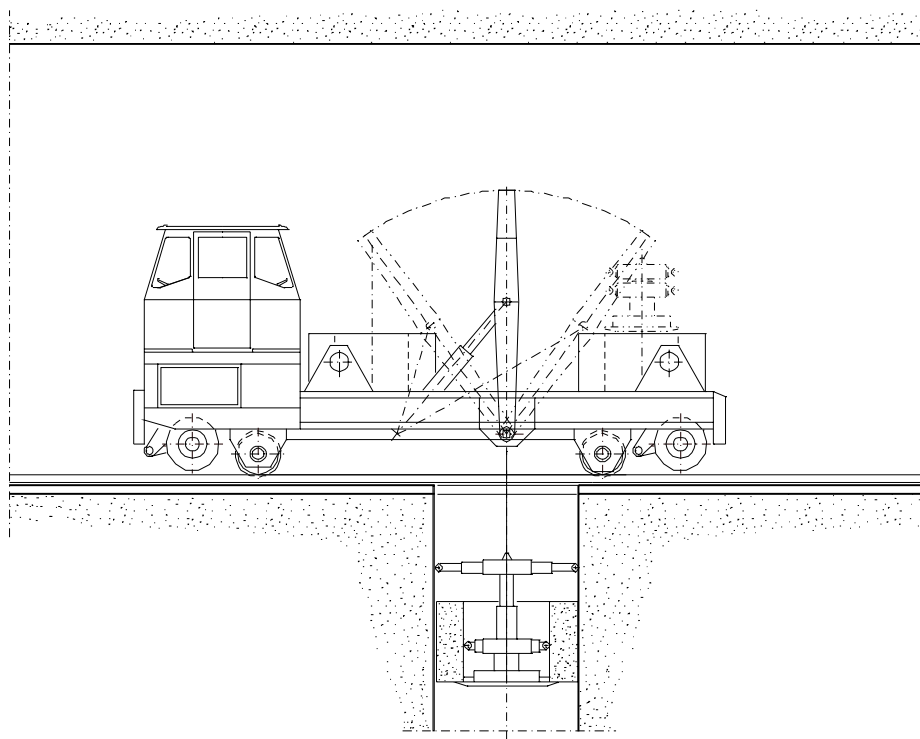
Deponering av kapsel/bentonitpaket görs från en manövercentral som är placerad på deponeringsfordonet. Den är försedd med erforderliga kamerasystem och sensorer för övervakning och styrning av utrustningen. Eftersom kapseln är strålskyddad under deponeringsprocessen blir även manuell körning/kontroll möjlig.

Efter avslutad deponering av kapsel/bentonitpaket och förslutning med bentonitpluggar kan deponeringstunneln åter beträdas.

Nu kan en eventuell efterfyllning av spalter mellan bentoniten och deponeringshålets väggar göras med bentonitgranulat.

2.13 Bentonitinklädnad

2.13.1 Allmänt



*Figur 2.13.1 Bentonithanteringsfordon.
Se även bilaga 1; SKISS 9.*

I deponeringshålet skall kapseln efter deponering vara omgiven av en bentonitinklädnad vars radiella tjocklek enligt förutsättningarna skall vara 290 mm.

Deponeringshålets botten förbereds med ett avjämnande bärlager vilket noggrant avvägs i våg och nivå.

För fortsatta inklädnaden kan exempelvis följande två alternativa metoder tänkas:

Metod 1

Bottenplugg och bentonitringar installeras i deponeringshålet. Att hålrummet för kapseln därefter uppfyller erforderliga toleranskrav kontrolleras med hjälp av en ”tolk”. Om toleranskraven ej uppfylls får proceduren göras om. När inklädnaden godkänts kan kapseln deponeras och de täckande bentonitpluggarna installeras.

För transport och installation av bentonitpluggar respektive bentonitringar kan en kranvagn enligt figur 2.13.1 användas. Pluggarna respektive ringarna hanteras med vacuumlyftdon eller mekaniska gripverktyg. Alternativt kan även tänkas att transporten och installation av bentonitringar respektive pluggar sker med hjälp av ett formrör som beskrivs i metod 2.

Metod 2

Kapsel och omgivande bentonit sammanförs redan i omlastningsstationen till ett "helt paket" vilket transporteras och installeras med hjälp av ett formrör som appliceras strålskyddat på transport- respektive deponeringsfordon.

De täckande bentonitpluggarna installeras därefter separat.

Eventuell vatteninträngning i deponeringshålen under installations- respektive deponeringssekvenserna förorsakar att installerad bentonit börjar svälla vilket i metod 1 är ogynnsamt i detta skede med avseende på frigången mellan kapsel och bentonit.

Acceptabelt tidsförlopp mellan installation av bentonit och deponering av kapsel måste klarläggas. Metod 2 är i dessa avseenden ej lika känslig för vatteninträngning under deponeringsförloppet.

Enligt föreliggande uppgifter har de borrarade deponeringshålens diameter ansatts till $D=1750$ mm och toleranserna angetts enligt följande:

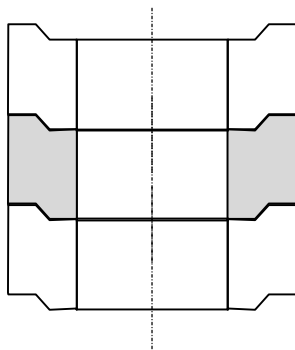
- avvikelser från teoretisk sektion (ovalitet) ± 10 mm
- ytråhet (borr-rillor), differans max/min ± 5 mm
- rakhetsavvikelse från teoretisk centrumlinje $\pm 1\%$ (1:1000)
- riktningsavvikelse från teoretisk centrumlinje $\pm 1\%$ (1:100)

Toleranserna är individuella och oberoende, vilket innebär att sannolikheten att samtliga avvikelser ska adderas är liten.

Det förutsätts att den installerade bentonitinklädnaden har sådan form, rakhet och står så väl i lod att kapseln vid deponering kan sänkas ned utan att tvingas i sådan kontakt med bentonitringarna att skador och/eller fastkilning riskeras.

Likaså förutsätts att formröret i metod 2 på motsvarande sätt kan gå fritt från de borrarade deponeringshålens väggar.

Bentonitringarna bör utföras med en styrkant för enklare centrera mot varandra.



Figur 2.13.2 Bentonitringar med styrkant.

2.13.2 Konsekvenser vid avvikelser från nominell borrhålstorlek i samband med deponering

Två olika deponeringsmetoder studeras:

- deponering av kapsel tillsammans med omgivande bentonit, ”hela paket”, med hjälp av ett formrör, se bilaga 2; ritning M001.
- deponering av kapsel efter det att bentonitringar förts ned i deponeringshålet, se bilaga 2; ritning M004.

2.13.2.1 Deponering med formrör (helt paket), nominell hålstorlek

Av bilaga 2; ritning M001 framgår att nominella måtten för deponeringshålet är $D_1 = 1750$ mm och $L = 7880$ mm.

Formröret har ytterdiametern $D_y = 1640$ mm och godstjockleken $t = 15$ mm. Nedre delen av formröret, klämbacken, har ytterdiametern $D_y = 1730$ mm.

Kapseln har ytterdiametern $D_y = 1050$ mm.

Spel mellan bentonit och kapsel respektive formrör antas minskas från förutsättningarnas 10 mm till 5 mm.

Spel mellan klämback och hålvägg antas vara 10 mm. Klämbackens dimensioner gör att spelet mellan hålväggen och bentoniten måste ökas från 50 mm till 75 mm.

Av bilaga 2; ritning M001 framgår att under dessa förhållanden så skulle bentonitens tjocklek endast få vara 270 mm.

2.13.2.2 Deponering med formrör (helt paket), minsta hålstorlek

Toleranserna enligt ovan kan i sämsta fall ge följande reducering av tillgänglig *vertikal* håldiameter:

- ovalitet	- 20 mm
- ytråhet	- 10mm
- rakhetsavvikelse, $7880/1000 \cong$	- 16mm
- riktningsavvikelse, $7880/100 \cong$	- 79 mm
Summa avvikelse	-125 mm

I det fall formröret skall nedsänkas i vertikal position ger detta en håldiameter av $1750 - 125 = 1625$ mm enligt bilaga 2; ritning M002.

Formrörets ytterdiameter blir då $D_y = 1515$ mm om spel mellan klämback och hålvägg bibehålls till 10 mm vid hålets överkant respektive underkant vid nedsänkning.

Med samma spel mellan bentonit och kapsel resp. formrör som under punkt 2.13.2.1 skulle bentonittjockleken endast kunna bli 207 mm.

2.13.2.3 Deponering med formrör (helt paket), nedsänkning och upptagning i lutande hål

Om man tillåter deponeringshålet att luta maximalt 79 mm (1:100) så kan de övriga toleranserna i värsta fall ge upphov till en minskning av hålets diameter med 46 mm, se bilaga 2; ritn M003. Formrörets yttermått blir då, med samma spel som tidigare, $D_y=1594$ mm.

Vid deponeringen kommer då formröret att glida nerför ena hålsidan och ställa sig på den horisontella botten med 0-spel på ena sidan och 20 mm spel på andra sidan klämbacken.

Vid ett vertikalt lyft av formröret kommer ovandelen av formröret efter ca 890 mm att skrapa i hålväggen. För ett fortsatt lyft krävs en sidoförflyttning av formröret vilket ej är möjligt då denna rörelse är låst av att bentonitringarna och kapseln som står på botten av hålet och förhindrar detta .

En förutsättning för en lyckad deponering med dessa hål- resp formrörsdiametrar är att hålets botten lutar i samma grad som hålets väggar och att lyftet av formröret görs i hålets riktning.

Av bilaga 2; ritning M003 framgår att under dessa förhållanden skulle bentonitens tjocklek endast bli 247 mm.

2.13.2.4 Deponering utan formrör, nominell hålstorlek

Av bilaga 2; ritning M004 framgår att nominella måtten för deponeringshålet är som under punkt 2.13.1.1, dvs. $D_i=1750$ mm och $L=7880$ mm.

Spel mellan bentonit och hålvägg antas vara 50 mm och mellan bentonit och kapsel 10 mm.

Av bilaga 2; ritning M004 framgår att bentonittjockleken når de erforderliga 290 mm.

2.13.2.5 Deponering utan formrör, minsta hålstorlek

Den tillgängliga håldiametern är densamma som under punkt 2.13.2.2, dvs 1625 mm.

Om spelet mellan bentonit och hålvägg reduceras till 10 mm i stället för 50 mm som under punkt 2.13.2.3 och spel mellan kapsel och är oförändrat 10 mm framgår då, enligt bilaga 2; ritning M005, att bentonitens tjocklek blir 267 mm.

Bibehålls spel mellan bentonit och hålvägg 50 mm skulle bentonitens tjocklek endast bli 227 mm.

2.13.3 Inverkan på bentonitens tjocklek vid deponering med formrör och med ändrad riktningsavvikelse

Riktningsavvikelsen kan skärpas till nedanstående:

- riktningsavvikelse från teoretisk centrumlinje $\pm 0,5\%$ (1:200)

2.13.3.1 Deponering med formrör (helt paket), minsta hålstorlek

Toleranserna enligt ovan kan i sämsta fall ge följande reducering av tillgänglig *vertikal* håldiameter:

- ovalitet - 20 mm
- ytråhet - 10mm
- rakhetsavvikelse, 7880/1000 \cong - 16mm
- riktningsavvikelse, 7880/200 \cong - 39 mm
- Summa avvikelse - 85 mm

I det fall formröret skall nedsänkas i vertikal position ger detta en håldiameter av $1750 - 85 = 1665$ mm enligt ritning M006.

Formrörets ytterdiameter blir då $D_y = 1555$ mm om spel mellan klämback och hålvägg bibehålls till 10 mm vid hålets överkant respektive underkant vid nedsänkning.

Med samma spel mellan bentonit och kapsel resp. formrör som under punkt 2.13.2.1 skulle bentonittjockleken endast kunna bli 227 mm.

För att erhålla en bentonittjocklek av 290 mm måste formrörets ytterdiameter vara 1680 mm vilket ger en erforderlig minsta vertikal håldiameter av 1790 mm samt en nominell erforderlig håldiameter av 1875 mm.

2.13.3.2 Deponering med formrör (helt paket), nedsänkning och upptagning i lutande hål

Om man tillåter att deponeringshålet lutar 39 mm så kan de övriga toleranserna i värsta fall ge upphov till en minskning av hålets diameter med 46 mm, se ritning M007. Formrörets yttermått blir då, med samma spel som tidigare, $D_y = 1594$ mm.

Vid deponeringen kommer då formröret att glida nerför ena hålsidan och ställa sig på den horisontella botten med 0-spel på ena sidan och 20 mm spel på andra sidan klämbacken.

Vid ett vertikalt lyft av formröret kommer klämbacken efter ca 4045 mm att skrapa i hålväggen. För ett fortsatt lyft krävs en sidoförflyttning av formröret vilket ej är möjligt då denna rörelse är låst av att bentonitringarna och kapseln som står på botten av hålet och förhindrar detta .

En förutsättning för en lyckad deponering med dessa hål- resp. formrörsdiametrar är att hålets botten lutar i samma grad som hålets väggar och att lyftet av formröret görs i hålets riktning. Av ritning M007 framgår att under dessa förhållanden skulle bentonitens tjocklek endast bli 247 mm.

För att erhålla en bentonittjocklek av 290 mm måste formrörets ytterdiameter vara 1680 mm vilket ger en erforderlig minsta håldiameter av 1790 mm samt en nominell erforderlig håldiameter av 1836 mm.

Slutsatser bentonitinklädning

Deponeringshål utförda med förelagda dimensioner och toleranser medför svårigheter och i vissa fall omöjliggör att med bibehållen bentonittjocklek kunna sänka ned kapseln på avsett sätt i inklädningen om de olika toleranserna samverkar i ogynnsammaste riktning.

Om maximalvärdena på deponeringshålets toleranser adderas kan inte en bentonittjocklek på 290 mm erhållas. Samverkar de olika toleranserna negativt blir bentonitens tjocklek 267 mm. Detta gäller när bentoniten ställs ned i deponeringshålet separat före deponeringen av kapsel.

Sannolikheten att toleranserna samverkar och adderas på ovanstående beskrivna sätt är liten. Det är dock nödvändigt att beakta och bevaka toleranskraven för att kunna minska antalet ej godkända hål till ett minimum.

Toleranserna för deponeringshålet kan skärpas. Finska provborrningar av deponeringshål visar att en rakhetsavvikelse på 1/200 är fullt möjligt att uppnå.

Deponering med "helt paket" ger redan vid nominellt deponeringshål en minskad bentonittjocklek till 270 mm. Om dessutom förutsättningarnas toleranser samverkar negativt kan det ge oacceptabelt många underkända deponeringshål.

Adderas toleranserna ger det i värsta fall en bentonittjocklek på endast 207 mm. Tillåts formröret att "hasa" ned i deponeringshålet kan bentonittjockleken ökas till 247 mm.

Om deponeringshålets diameter får öka till 1875 mm och avvikelsen från centrumlinjen skärps till 1:200 kan bentoniten fortfarande hålla en tjocklek på 290 mm och därmed göra "helt paket" realistiskt ur maskinteknisk synvinkel.

En konsekvens av utökad diameter på deponeringshålet blir att bentonitens svälltryck sjunker. En beräkning på vilken bentonittjocklek och därmed vilken deponeringshåldiameter som krävs för att bibehålla erforderligt svälltryck ingår ej i denna rapport.

2.14 Omlastningsstation

En studie av omlastningsstationen ingår ej i projekt JADE. Denna beskrivning är ett förslag på utformning av omlastningsstationen och är endast till för att ge en förståelse för hur omlastningsstationen är tänkt att fungera i deponeringsprocessen.

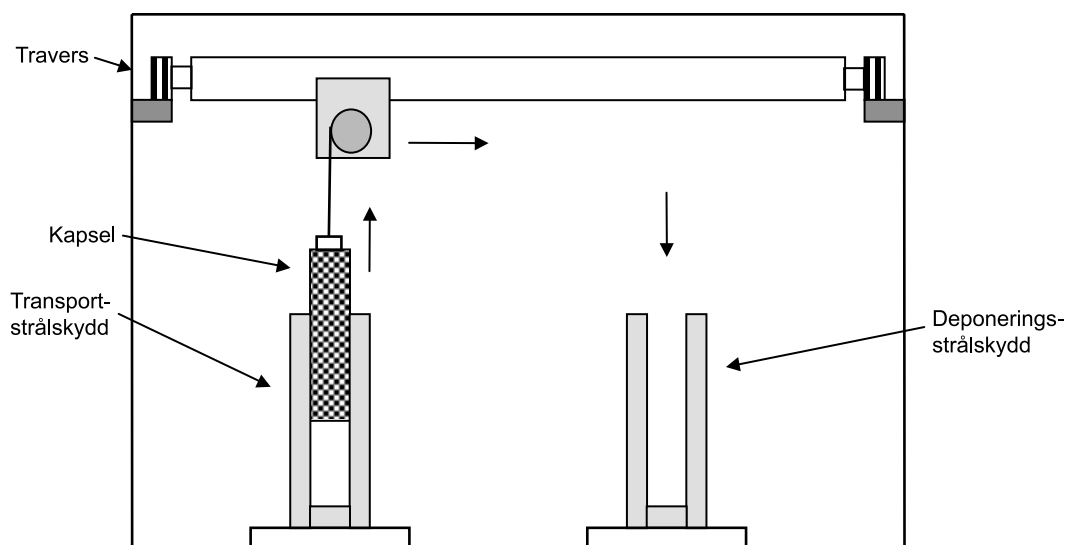
På omlastningsstationen flyttas kapseln från transportstrålskyddet till ett deponeringsstrålskydd som ska användas på nivå -500 m. Detta deponeringsstrålskydd är anpassat för de krav som gäller för transport till deponeringstunneln, förflyttning, alternativt dockning, till deponeringsfordon.

Omlastningsstationen är tänkt att vara placerad på nivå -500 m.

Omlastningsstationen ska utföras i ett helt strålskyddat rum. Alla operationer på stationen ska styras från ett separat manöverrum.

Omlastningen av kapseln sker enklast i stående position. Kapsel och strålskydd hanteras med en fast installerad travers. När kapseln i sitt transportstrålskydd kommer ner till omlastningsstationen placeras den på högkant. Deponeringsstrålskyddet är också placerat vertikalt bredvid transport-strålskyddet.

En manipulator lossar gaveln på transportstrålskyddet och kapseln lyfts ur med hjälp av traversen. Kapseln flyttas över till deponeringsstrålskyddet, varefter kopplingshuvudet för deponeringsstrålskyddet sätts på plats.



Figur 2.14.1 Principskiss omlastningsstation nivå -500 m.

När kapseln är placerad i deponeringsstrålskyddet kan strålskydd/kapsel flyttas till transportfordonet, som sedan är klar att köra ut till aktuell deponeringstunnel.

För deponeringsalternativ 8a resp. 8b ska deponeringsfordonet kunna köras in på omlastningsstationen vid omlastningen eftersom strålskyddet till viss del är fast monterat på deponeringsfordonet.

Se även bilaga 1; SKISS 10.

2.15 Positionering

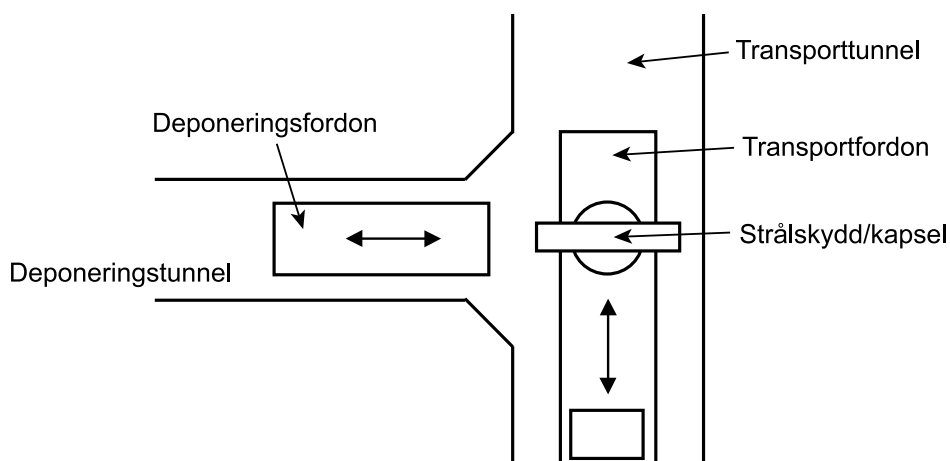
Vid ett flertal tillfällen under kapselns färd från omlastningsstationen till fullgjord deponering ska den flyttas, vridas, firas och manövreras mellan positionsmässigt oberoende, och för varje deponering unika, lägen.

Detta ställer stora krav på positioneringssystemet som ska klara av alla de olika momenten i deponeringsprocessen. Nedan ges en sammanställning av de olika moment som kan förekomma under en deponeringsprocess. Observera att dessa täcker alla deponeringsalternativ (1 - 8) varför vissa moment kan vara unika för respektive alternativ.

Positionering av deponeringsfordon och transportfordon vid överflyttning av strålskydd/kapsel i tunnelmynning.

Transportfordonet kan röra sig i transporttunnelns längsriktning.
Deponeringsfordonet kan röra sig i deponeringstunnelns längsriktning.
Transportfordonet kan höja/sänka sig .

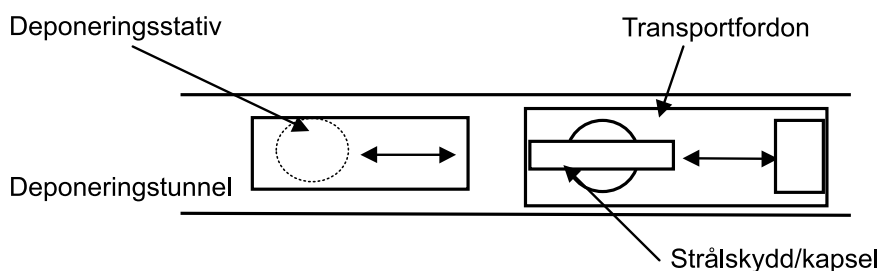
Båda fordonen måste vara i våg alternativt ha samma vinkel mot horisontalplanet så att centrumlinjerna för kapsel och gejderrör sammanfaller.



Positionering av deponeringsfordon och transportfordon vid överflyttning av strålskydd/kapsel vid deponeringshåll.

Transportfordonet kan röra sig i deponeringstunnelns längsriktning.
Deponeringsstativet kan röra sig i sidled.
Deponeringsstativet kan höja/sänka sig.

Deponeringsstativet har i förväg positionerats rätt vid deponeringshålet



Positionering av deponeringsfordon vid deponeringshål.

Deponeringsfordonet ska stanna på ett bestämt avstånd till deponeringshålets centrum. Deponeringsfordonets längsriktning ska sammanfalla med deponeringstunnelns längsriktning.

Positionen i tvärsled justeras mot deponeringshålets centrum.

Positionering av kapsel i deponeringshål vid vridning.

Samtidig kopplad rörelse:

- Strålskydd/kapsel vrider sig från horisontellt läge till vertikalt.
- Deponeringsfordonet rör sig i deponeringstunnelns längsled
- (Strålskydd/kapsel förflyttas axiellt.)

Samtidigt som strålskydd/kapsel vrider sig från horisontellt läge till vertikalt läge rör sig deponeringsfordonet i deponeringstunnelns längsled från utgångspositionen tills dess att kapselns centrum är i centrum av deponeringshålet.

En axiell förflyttning av strålskydd/kapsel sker i slutskedet av vridningen för att ”smyga” ner kapseln i hålet. Denna rörelse är inte nödvändig för funktionen men gör att tunnelhöjden kan minimeras.

Positionering av kapsel i deponeringshål vid nedsänkning.

Kapseln positioneras både i längsled och tvärsled i förhållande till bentonitringarna.

Kapselns centrumlinje ska också sammanfalla med bentonitringarnas centrumlinje, kapseln ska befinna sig i lod innan kapseln firas ned.

Bentonitens placering i deponeringshålet måste mätas upp i förhållande till fixpunkter innan deponeringen börjar. Detta för att kapseln ska kunna positioneras exakt i förhållande till bentoniten i deponeringshålet innan kapseln börjar sänkas ned.

Positioneringsmetoder och referenspunkter.

För att deponeringsfordonet ska hitta rätt position vid deponeringshålet och sänka ner kapseln rätt krävs att deponeringsfordonets styrsystem får information om deponeringshålets och bentonitens läge. Detta kan ske på olika sätt:

- Fasta positionsanslag i tunnelvägg och i kantskoningen runt deponeringshålet. Med dessa kan deponeringsfordonet grovpositioneras manuellt eller med automatik. Detta blir ett utgångsläge för fortsatt finpositionering.
- Lasermätutrustning på deponeringsfordonet som mäter ut fordonets position i förhållande till deponeringshålet. Positionen av bentonitringarna i förhållande till deponeringshålet mäts upp vid bentonitinstallationen och matas in i deponeringsfordonets styrsystem. På grund av deponeringshålets toleranser kan bentonitringarnas centrum komma att avvika från deponeringshålets centrum.
- Övervakningskameror för visuell manövrering/kontroll. Operatören bör under hela deponeringen kunna följa varje rörelse. För de strålskyddade alternativen kan de flesta rörelser följas visuellt av operatören utan behov av monitorer. För kritiska moment, exempelvis nedsänkning av kapseln i bentoniten, måste övervaknings-

kameror eller annat optiskt system användas. Operatörens roll bör vara att starta och övervaka de olika automatiska delsekvenserna i deponeringen.

- Optroniksystem för automatisk positionering och styrning av deponeringsfordon och kapsel. Detta är speciellt lämpligt vid nedsänkningen av kapseln i bentoniten. Med optiken kan bentonitens läge kontrolleras och eventuella korrigeringar av kapselns position kan göras automatiskt vid nedsänkningen.
- Styrsystemet för deponeringsfordonet kan vara uppbyggt kring en PLC (Programmable Logical Computer) och en dator. Själva styrsystemet finns i PLC:n med logikkretsar, reglerkretsar, signalutgångar till verkställande organ som exempelvis reläer, lampor, ventiler, signalgångar från givare, vakter och kommunikation med datorn.

I datorn finns det överordnade styrsystemet med menystyrda styrprogram för att exempelvis mata in koordinater för bentoniten, identifikationsnummer på kapsel och deponeringshål eller starta olika deponeringssekvenser. All datainsamling från deponeringen tas också om hand i datorn, dessa data blir ett av många kvalitetsdokument över deponeringen.

- Operatören kan för de helt strålskyddade alternativen med fördel övervaka och starta de olika delsekvenserna från en bärbar manöverlåda. På manöverlådan finns styrspakar, väljarknappar, knappar för datainmatning, nödstopp, signallampor och liten dataskärm för presentation av körmod, positioner, varningar mm.

Manöverlådan kan kommunicera med styrdatorn via kabel eller radio. På detta sätt är operatören fri att röra sig kring deponeringsfordonet vid körning och deponering.

3 Maskin- och metodbeskrivning

3.1 Alt 1: Deponeringsfordon med kapsel bakom strålskyddsskärm

3.1.1 Maskinbeskrivning

Detta är det alternativ som togs fram av VBB 1992. Förutsättningarna var att få fram ett så lågbyggt fordon som möjligt, detta för att kunna minimera tunnelarean så långt som möjligt.

Fordonet karaktäriseras p.g.a. detta av en högre grad av komplexitet än övriga alternativ.

Deponeringsfordonets utseende se bilaga 1; SKISS 1

Huvuddelarna utgörs av:

En rälsbunden vagn, som bär upp hela utrustningen.

Elmotor drivet hydraulaggregat för kraftförsörjning av deponeringsfordonets olika funktioner.

Drivmaskineri för framdrivning av vagnen, hastigheten kan styras steglöst för att få mjuka start och stoppsekvenser samt för krypkörning vid positionering.

En manipulator som greppar kapseln och drar ut den ur transportbehållaren som är placerad i en vagga på transportfordonet.

En hydrauldriven tippningsmekanism, som reser upp vaggan till vertikalt läge.

Två hydrauldrivna svängarmar med domkrafter för axiell sänkning av kapseln.

Ett spelmaskineri för att fira ned kapseln till deponeringsläget. Spelmaskineriet kan styras steglöst för mjuka start och stoppsekvenser.

Ett griphuvud som kopplar vinschkättingen till kapseln.

En strålskyddsskärm med erforderliga portar placerat på vagnen vänt ut mot transporttunneln.

Positionerings- och övervakningsutrustning för uppriktning och styrning av vagn och kapseln.

3.1.2 Metodbeskrivning

1. Deponeringsfordonet körs fram till mynningen av deponeringstunneln.
2. Transportfordonet med kapseln i transportbehållare dockas till deponeringsfordonet.
3. Kapseln dras ut ur transportbehållaren och in i deponeringsfordonet. Strålskyddsporten på strålskyddsskärmen stängs.
4. Svängarmarna omsluter kapseln samt domkrafterna rör sig mot lyfthuvudets anslagsytor.
5. Deponeringsfordonet kör in till aktuellt deponeringshål och positioneras.
6. Skyddslocket över deponeringshålet tas bort
7. Kapseln reses till vertikalläge samtidigt som domkrafterna sänker kapseln axiellt varefter kopplingshuvudet kopplas till spelmaskineriet. Kapseln frigörs från tippningsvaggan då domkrafterna och svängarmarna återgår till viloläge. Positioneringen kontrolleras.
8. Kapseln firas ned till deponeringsläge.
9. Kopplingshuvudet frigörs från kapseln och spelet körs upp.
10. Deponeringsfordonet kör ut till mynningen av deponeringstunneln.
11. Bentonitplugg tas ombord och hanteras på liknande sätt som kapseln.
12. Deponeringsfordonet åker tillbaks till deponeringshålet .
13. Bentonitpluggen reses till vertikalt läge och kopplas till spelmaskineriet.
14. Bentonitpluggen firas ned och placeras ovanpå kapseln.
15. Pos 8 -12 upprepas tills totalt 3 st bentonitpluggar á 500 mm är installerade.
16. Skyddslocket läggs åter på plats över deponeringshålet.
17. Deponeringen av kapsel är nu avslutad och deponeringsfordonet ställs i ett parkeringsläge bortom deponeringshålet.
18. Nu kan en eventuell efterfyllning av spalter mellan bentoniten och deponeringshålet göras med bentonitgranulat.

3.2 Alt 2: Deponeringsfordon med kapsel omsluten av helt strålskydd

3.2.1 Maskinbeskrivning

Deponeringsfordonets utseende se bilaga 1; SKISS 2.

Huvuddelarna utgörs av:

En rälsbunden vagn, som bär upp hela utrustningen.

Elmotor drivet hydraulaggregat för kraftförsörjning av deponeringsfordonets olika funktioner.

Drivmaskineri för framdrivning av vagnen, hastigheten kan styras steglöst för att få mjuka start- och stoppsekvenser samt för krypkörning vid positionering.

En hydrauldriven gejderfunktion för höjning/sänkning och förflyttning av strålskyddet.

En hydrauldriven vridfunktion , som vrider strålskydd/kapsel till vertikalt läge.

Ett spelmaskineri för att fira ned kapseln till deponeringsläget. Spelmaskineriet kan styras steglöst för mjuka start- och stoppsekvenser.

Positionerings- och övervakningsutrustning för uppriktning och styrning av fordon och kapseln.

Strålskydd med sänkbart kopplingshus/gavellock.

3.2.2 Metodbeskrivning

1. Deponeringsfordonet befinner sig i mynningen av deponeringstunneln.
2. Transportvagnen med kapseln i transportbehållare körs fram till deponeringsfordonet.
3. Den strålskyddande transportbehållaren med kapseln flyttas från transportfordonet till deponeringsfordonet med hjälp av gejderylindrarna.
4. Deponeringsfordonet kör in till aktuellt deponeringshål och positioneras.
5. Skyddslocket över deponeringshålet tas bort.
6. Vid deponeringen lossas först gavellocket på strålskyddet, locket hålls fast av en hållare.
7. Strålskydd/kapsel vrids till vertikalläge. Positioneringen kontrolleras.
8. Kapseln med strålskyddet sänks ned i ett urtag i deponeringsortens underlag med hjälp av gejderylindrarna.

9. Kättingspelet körs i läge ovanför kapseln och kopplas till kopplingshuset/ gavellocket på strålskyddet.
10. Kopplingshuvudet/gavellocket frikopplas från strålskyddsmanteln.
11. Kapseln körs ned till deponeringsläge med kättingspelet.
12. Efter att kapseln placerats i deponeringshålet frigörs kopplingshuvudet/ gavellocket från kapseln.
13. Kopplingshuvudet körs på plats i strålskyddet med kättingspelet som därefter kopplas loss.
14. Strålskyddet körs helt upp med gejdercylindrarna.
15. Strålskyddet vrids till horisontellt läge.
16. Gavellocket fästs åter på strålskyddet.
17. Deponeringsvagnen kör ut till mynningen av deponeringstunneln.
18. Strålskyddet lastas av på transportfordonet.
19. Ett formrör med tre bentonitpluggar a' 500 mm tas ombord från ett transport-fordon på samma sätt som strålskydd/kapsel.
20. Deponeringsfordonet åker tillbaks till deponeringshålet .
21. Formröret med bentonitpluggarna reses till vertikalt läge och kopplas till spelmaskineriet.
22. Bentonitpluggarna firas ned och placeras ovanpå kapseln.
Se bilaga 1; SKISS 9
23. Skyddslocket sätts åter på plats över deponeringshålet.
24. Deponeringsfordonet återvänder till tunnelmynningen och lastar av formröret på transportfordonet.
25. Deponeringen av kapseln är nu avslutad och deponeringsvagnen ställs i ett parkeringsläge bortom deponeringshålet.
26. Nu kan en eventuell efterfyllning av spalter mellan bentoniten och deponeringshålet göras med bentonitgranulat.

3.3 Alt 3: Deponeringsfordon med kapsel omsluten av delbart strålskydd

3.3.1 Maskinbeskrivning

Deponeringsfordonets utseende se bilaga 1; SKISS 3, 3-1, 3-2.

Huvuddelarna utgörs av:

En rälsbunden vagn, som bär upp hela utrustningen.

Elmotor drivet hydraulaggregat för kraftförsörjning av deponeringsfordonets olika funktioner.

Drivmaskineri för framdrivning av vagnen, hastigheten kan styras steglöst för att få mjuka start- och stoppsekvenser samt för krypkörning vid positionering.

En hydrauldriven gejderfunktion för höjning/sänkning och förflyttning av strålskyddet.

En hydrauldriven vridfunktion, som vrider strålskydd/kapsel till vertikalt läge.

Ett spelmaskineri för att fira ned kapseln till deponeringsläget. Spelmaskineriet kan styras steglöst för mjuka start- och stoppsekvenser.

Positionerings- och övervakningsutrustning för uppriktning och styrning av vagn och kapseln.

Delbart strålskydd med sänkbart kopplingshus/gavellock.

3.3.2 Metodbeskrivning

1. Deponeringsfordonet körs fram till mynningen av deponeringstunneln.
2. Transportfordonet med kapseln i den delbara transportbehållaren körs fram till deponeringsfordonet.
3. Den delbara strålskyddande transportbehållaren med kapseln flyttas från transportfordonet till deponeringsfordonet med hjälp av gejdercylindrarna. Se bilaga 1; SKISS 3 - 1
4. Deponeringsfordonet kör in till aktuellt deponeringshål och positioneras.
5. Skyddslocket över deponeringshålet tas bort.
6. Vid deponeringen delas först strålskyddet, den lösa delen hålls fast av en hållare.
7. Strålskydd/kapsel vrids till vertikalläge samtidigt som fordonet rör sig i tunnelns längsriktning. Positioneringen kontrolleras.

8. Kapseln sänks ned ca 2 m i deponeringshålet med hjälp av gejdercylindrarna. Strålskyddet sänks ned mot tunnelunderlaget.
9. Kättingspelet körs i läge ovanför kapseln och kopplas till kopplingshuvudet/ gavellocket på strålskyddet.
10. Kopplingshuvudet/gavellocket frikopplas från strålskyddsmanteln.
11. Kapseln firas ned till deponeringsläge med kättingspelet.
12. Efter att kapseln placerats i deponeringshålet frigörs kopplingshuvudet/ gavellocket från kapseln.
13. Kopplingshuvudet körs på plats i strålskyddet med kättingspelet som därefter kopplas loss.
14. Strålskyddet körs helt upp med gejdercylindrarna.
15. Strålskyddet vrids till horisontellt läge.
16. Den lösa delen av strålskyddet sätts ihop med strålskyddet.
17. Deponeringsfordonet kör ut till mynningen av deponeringstunneln.
18. Strålskyddet lastas av på transportfordonet.
19. Ett formrör med tre bentonitpluggar a' 500 mm tas ombord från ett transportfordon på samma sätt som strålskyddet/kapseln.
20. Deponeringsfordonet åker tillbaks till deponeringshålet .
21. Formröret med bentonitpluggarna reses till vertikalt läge och kopplas till spelmaskineriet.
22. Bentonitpluggarna firas ned och placeras ovanpå kapseln.
Se bilaga 1; SKISS 3 - 2
23. Skyddslocket läggs på plats över deponeringshålet.
24. Deponeringsfordonet återvänder till tunnelmynningen och lastar av formröret på transportfordonet.
25. Deponeringen av kapseln är nu avslutad och deponeringsfordonet ställs i ett parkeringsläge bortom deponeringshålet.
26. Nu kan en eventuell efterfyllning av spalter mellan bentoniten och deponeringshålet göras med bentonitgranulat.

3.4 Alt 4: Deponeringsfordon med "helt paket" bakom strålskyddsskärm

3.4.1 Maskinbeskrivning

Deponeringsfordonets utseende se bilaga 1; SKISS 4.

Huvuddelarna utgörs av:

En rälsbunden vagn, som bär upp hela utrustningen.

Elmotor drivet hydraulaggregat för kraftförsörjning av deponeringsfordonets olika funktioner.

Drivmaskineri för framdrivning av vagnen, hastigheten kan styras steglöst för att få mjuka start- och stoppsekvenser samt för krypkörning vid positionering.

En hydrauldriven gejderfunktion för höjning/sänkning och förflyttning av formröret.

En hydrauldriven vridfunktion , som vrider kapsel/bentonitpaket till vertikalt läge.

Ett spelmaskineri för att fira ned kapsel/bentonitpaket till deponeringsläget. Spelmaskineriet kan styras steglöst för mjuka start- och stoppsekvenser.

Ett formrör med kopplingshuvud . Formröret håller primärt bentoniten, kopplingshuvudet kopplar spelmaskineriet till kapseln.

Positionerings- och övervakningsutrustning för uppriktning och styrning av vagn och kapseln.

En strålskyddsskärm med erforderliga portar placerat på en egen vagn vänt ut mot transporttunneln.

3.4.2 Metodbeskrivning

1. Deponeringsfordonet körs fram till mynningen av deponeringstunneln.
2. Transportvagnen med kapsel/bentonitpaket i transportbehållaren dockas till deponeringsfordon.
3. Kapsel/bentonitpaket flyttas från transportbehållaren och in på deponeringsfordonet. Strålskyddsporten på strålskyddsskärmen stängs.
4. Deponeringsfordonet kör in till aktuellt deponeringshål och positioneras.
5. Skyddslocket över deponeringshålet tas bort.
6. Kapsel/bentonitpaket vrids till vertikalläge. Positioneringen kontrolleras.

7. Kapsel/bentonitpaket i formröret sänks ned ca 2 m i deponeringshålet med hjälp av gejdercylindrarna.
8. Kättingspelet körs i läge ovanför kapsel och kopplas till kopplingshuset på formröret.
9. Kapsel/bentonitpaket firas ned till deponeringsläge med kättingspelet.
10. Efter att kapsel/bentonitpaket placerats i deponeringshålet frigörs kopplingshuvudet från kapseln och formröret från bentoniten.
11. Formröret hissas upp med kättingspelet som därefter kopplas loss.
12. Formröret körs helt upp med gejdercylindrarna.
13. Formröret vrids till horisontellt läge.
14. Deponeringsfordonet kör ut till mynningen av deponeringstunneln.
15. Formröret lastas av på transportfordonet.
16. Ett formrör med tre bentonitpluggar a' 500 mm tas ombord från ett transport-fordon på samma sätt som kapsel/bentonitpaket.
17. Deponeringsfordonet åker tillbaks till deponeringshålet.
18. Formröret med bentonitpluggarna reses till vertikalt läge och kopplas till spelmaskineriet.
19. Bentonitpluggarna firas ned och placeras ovanpå kapseln.
20. Skyddslocket över deponeringshålet sätts åter på plats.
21. Deponeringsfordonet återvänder till tunnelmynningen och lastar av formröret på transportfordonet.
22. Deponeringen av kapseln är nu avslutad och deponeringsfordonet ställs i ett parkeringsläge bortom deponeringshålet.
23. Nu kan en eventuell efterfyllning av spalter mellan bentoniten och deponeringshålet göras med bentonitgranulat.

3.5 Alt 5: Deponeringsfordon med "helt paket" omsluten av delbart strålskydd

3.5.1 Maskinbeskrivning

Deponeringsfordonets utseende se bilaga 1; SKISS 5, 5-1.

Huvuddelarna utgörs av:

En rälsbunden vagn, som bär upp hela utrustningen.

Elmotor drivet hydraulaggregat för kraftförsörjning av deponeringsfordonets olika funktioner.

Drivmaskineri för framdrivning av vagnen, hastigheten kan styras steglöst för att få mjuka start- och stoppsekvenser samt för krypkörning vid positionering.

En hydrauldriven gejderfunktion för höjning/sänkning och förflyttning av strålskyddet.

En hydrauldriven vridfunktion, som vrider strålskydd/kapsel till vertikalt läge.

Ett spelmaskineri för att fira ned kapseln till deponeringsläget. Spelmaskineriet kan styras steglöst för mjuka start- och stoppsekvenser.

Positionerings- och övervakningsutrustning för uppriktning och styrning av vagn och kapseln.

Delbart strålskydd med sänkbart kopplingshus/gavellock.

3.5.2 Metodbeskrivning

1. Deponeringsfordonet körs fram till mynningen av deponeringstunneln.
2. Transportvagnen med kapsel/bentonitpaket i den delbara transportbehållaren körs fram till deponeringsfordonet.
3. Den delbara strålskyddande transportbehållaren med kapsel/bentonitpaket flyttas från transportfordon till deponeringsfordon med hjälp av gejdercylindrarna.
Se bilaga 1; SKISS 5 - 1
4. Deponeringsfordonet kör in till aktuellt deponeringshål och positioneras.
5. Skyddslocket över deponeringshålet tas bort.
6. Vid deponeringen delas först strålskyddet, den lösa delen hålls fast av en hållare.
7. Strålskydd/kapsel/bentonit vrids till vertikalläge. Positioneringen kontrolleras

8. Kapsel/bentonitpaket sänks ned ca 2 m i deponeringshålet med hjälp av gejdercylindrarna.

Strålskyddet går endast ned i ett urtag i deponeringsortens betongsula.
9. Kättingspelet körs i läge ovanför kapseln och kopplas till ett kopplingshuvud på formröret. Formrörets överdel utgör en del av strålskyddet.
10. Kopplingshuvudet frikopplas från strålskyddsmanteln.
11. Kapsel/bentonitpaket firas ned till deponeringsläge med kättingspelet.
12. Efter det att kapseln placerats i deponeringshålet frigörs kopplingshuvudet från kapseln.
13. Kopplingshuvud/formrör hissas åter på plats i strålskyddet med kättingspelet som därefter kopplas loss.
14. Strålskyddet körs helt upp med gejdercylindrarna.
15. Strålskyddet vrids till horisontellt läge.
16. Deponeringsfordonet kör ut till mynningen av deponeringstunneln.
17. Strålskyddet lastas av på ett transportfordon.
18. Ett formrör med tre bentonitpluggar á 500 mm tas ombord i formröret från ett transportfordon.
19. Deponeringsfordonet åker tillbaks till deponeringshålet .
20. Formröret med bentonitpluggarna reses till vertikalt läge och kopplas till spelmaskineriet.
21. Bentonitpluggen firas ned och placeras ovanpå kapseln.
22. Skyddslocket sätts åter på plats över deponeringshålet.
23. Deponeringsfordonet återvänder till tunnelmynningen och lastar av formröret på ett transportfordon.
24. Deponeringen av kapseln är nu avslutad och deponeringsfordonet ställs i ett parkeringsläge bortom deponeringshålet.
25. Nu kan en eventuell efterfyllning av spalter mellan bentoniten och deponeringshålet göras med bentonitgranulat.

3.6 Alt 6a: Deponeringsstativ med kapsel omsluten av helt strålskydd

3.6.1 Maskinbeskrivning

Deponeringsstativets utseende se bilaga 1; SKISS 6A

Huvuddelarna utgörs av:

En strålskyddskammare som bär upp vridhus, spelmaskineri samt övrig utrustning. I underkant av strålskyddskammaren löper två balkar som bildar en ramkonstruktion. Ramen kan med hjälp av hydraulcylindrar röra sig i förhållande till kammaren. Detta i kombination med höj och sänkbara stödben på ramverket gör att stativet kan förflytta sig i deponeringstunneln. Stativet kan även positioneras i sidled med hjälp av justerbara stödben.

Elmotordrivet hydraulaggregat för kraftförsörjning av deponeringsfordonets olika funktioner.

En hydrauldriven gejderfunktion för höjning/sänkning och förflyttning av strålskydd.

En hydrauldriven vridfunktion, som vrider strålskydd till vertikalt läge.

Ett spelmaskineri för att fira ned kapsel/bentonitpaket till deponeringsläget. Spelmaskineriet kan styras steglöst för mjuka start- och stoppsekvenser.

Ett strålskyddsror med sänkbart kopplingshuvud .

Positionerings- och övervakningsutrustning för uppriktning av stativ och styrning av kapseln.

3.6.2 Metodbeskrivning

1. Kapseln flyttas till den strålskyddande transportbehållaren vid omlastningsstationen.
2. Transportfordonet lastat med strålskydd/kapsel kör bort till deponeringshålet och positioneras.

Deponeringsstativet befinner sig på plats vid deponeringshålet och är redan positionerat.

Kapseln är helt strålskyddad inuti strålskyddet. Se bilaga 1; SKISS 6A.

3. Transportfordonet flyttar strålskydd/kapsel över till stativet och kör därifrån.
4. Med kättingspelet tas ett skyddslock bort från deponeringshålet, detta lock är till för att transportfordonen ska kunna köra i deponeringstunneln. Transportfordonens spårvidd är inte tillräckligt stor för att kunna gränsla över deponeringshålet.

5. Vid deponering lossas först gavellocket på strålskyddet och hålls fast av en hållare.
6. Kapseln och strålskyddet vrids till vertikalläge. Positioneringen kontrolleras.
7. Kapseln och strålskyddet sänks ned i ett urtag i deponeringsortens underlag med hjälp av gejdercylindrarna.
8. Kättingspelet körs i läge ovanför kapseln och kopplas till kopplingshuvudet/gavellocket på strålskyddet.
9. Kopplingshuvudet/gavellocket frikopplas från strålskyddsmanteln.
10. Kapseln firas ned till deponeringsläge med kättingspelet.
11. Efter det att kapseln placerats i deponeringshålet frigörs kopplingshuvudet från kapseln
12. Kopplingshuvudet hissas upp med kättingspelet som därefter kopplas loss.
13. Strålskyddet körs helt upp med gejdercylindrarna.
14. Strålskyddet vrids till horisontellt läge.
15. Strålskyddet lastas av och körs iväg av ett transportfordon.
16. Ett transportfordon lastat med tre bentonitpluggar á 500 mm i ett formrör kör in till deponeringshålet.
17. Formröret med bentonitpluggarna lastas på stativet.
18. Bentonitpluggarna placeras ovanpå kapseln på samma sätt som kapseln placerades i hålet.
19. Skyddslocket läggs åter på plats.
20. Ett transportfordon hämtar formröret och kör ut ur tunneln.
21. Deponeringen av kapseln är nu avslutad.
22. Deponeringsstativet körs (vandrar) till parkeringsläge bortom deponeringshålet.
23. Nu kan en eventuell efterfyllning av spalter mellan bentoniten och deponeringshålet göras med bentonitgranulat.

3.7 Alt 6b: Deponeringsstativ med kapsel omsluten av delbart strålskydd

3.7.1 Maskinbeskrivning

Deponeringsstativets utseende se bilaga 1; SKISS 6B-1 - SKISS 6B-8.

Huvuddelarna utgörs av:

En strålskyddskammare som bär upp vridhus, spelmaskineri samt övrig utrustning. I underkant av strålskyddskammaren löper två balkar som bildar en ramkonstruktion. Ramen kan med hjälp av hydraulcylindrar röra sig i förhållande till kammaren. Detta i kombination med höj och sänkbara stödben på ramverket gör att stativet kan förflytta sig i deponeringstunneln. Stativet kan även positioneras i sidled med hjälp av justerbara stödben.

Elmotordrivet hydraulaggregat för kraftförsörjning av deponeringsfordonets olika funktioner.

En hydrauldriven gejderfunktion för höjning/sänkning och förflyttning av strålskydd. Gejderfunktionen används bl a för att ”smyga” ner kapseln i deponeringshålet vid vridning av strålskydd/kapsel från horisontalläge till vertikalt läge. Detta gör att tunnelhöjden kan hållas nere.

En hydrauldriven vridfunktion, som vrider strålskydd till vertikalt läge.

Ett spelmaskineri för att fira ned kapsel/bentonitpaket till deponeringsläget. Spelmaskineriet kan styras steglöst för mjuka start- och stoppsekvenser.

Ett delbart strålskydd med sänkbart kopplingshuvud/gavellock.

Positionerings- och övervakningsutrustning för uppriktning av stativ och styrning av kapseln.

3.7.2 Metodbeskrivning

1. Kapseln flyttas till den strålskyddande transportbehållaren vid omlastningsstationen.
2. Transportfordonet lastat med strålskydd/kapsel kör bort till deponeringshålet och positioneras.

Deponeringsstativet befinner sig på plats vid deponeringshålet och är redan positionerad.

Kapseln är helt strålskyddad inuti strålskyddet. Se bilaga 1; SKISS 6B - 1

3. Deponeringsfordonet flyttar strålskydd/kapsel över till stativet varefter transportfordonet kör därifrån. Se bilaga 1; SKISS 6B - 2

4. Med kättingspelet tas ett skyddslock bort från deponeringshålet, detta lock är till för att transportfordonen ska kunna köra i deponeringstunneln. Transportfordonens spårvidd är inte tillräckligt stor för att kunna gränsla över deponeringshålet.
5. Vid deponering delas först strålskyddet och gaveln hålls fast av en hållare.
6. Kapseln och strålskyddet vrids till vertikalläge. Positioneringen kontrolleras.
7. Kapseln sänks ned ca 2 m i deponeringshålet med hjälp av gejdercylindrarna. Strålskyddet sänks ned mot tunnelunderlaget.
8. Kättingspelet körs i läge ovanför kapseln och kopplas till kopplingshuvudet/gavellocket på strålskyddet.
9. Kopplingshuvudet/gavellocket frikopplas från strålskyddsmanteln.
10. Kapseln firas ned till deponeringsläge med kättingspelet.
11. Efter det att kapseln placerats i deponeringshålet frigörs kopplingshuvudet från kapseln
12. Kopplingshuvudet hissas upp med kättingspelet som därefter kopplas loss.
13. Strålskyddet körs helt upp med gejdercylindrarna.
14. Strålskyddet vrids till horisontellt läge.
15. Strålskyddet lastas av och körs iväg av ett transportfordon.
16. Ett fordon lastat med tre bentonitpluggar á 500 mm i ett formrör kör in till deponeringshålet.
17. Formröret med bentonitpluggarna lastas på stativet.
18. Bentonitpluggarna placeras ovanpå kapseln på samma sätt som kapseln placerades i hålet.
19. Skyddslocket läggs åter på plats.
20. Ett transportfordon hämtar formröret och kör ut ur tunneln.
21. Deponeringen av kapseln är nu avslutad.
22. Deponeringsstativet körs (vandrar) till parkeringsläge bortom deponeringshålet
23. Nu kan en eventuell efterfyllning av spalter mellan bentoniten och deponeringshålet göras med bentonitgranulat.

3.8 Alt 6c: Deponeringsstativ med "helt paket" omsluten av delbart strålskydd

3.8.1 Maskinbeskrivning

Deponeringsstativets utseende se bilaga 1; SKISS 6C

Huvuddelarna utgörs av:

En strålskyddskammare som bär upp vridhus, spelmaskineri samt övrig utrustning. I underkant av strålskyddskammaren löper två balkar som bildar en ramkonstruktion. Ramen kan med hjälp av hydraulcylindrar röra sig i förhållande till kammaren. Detta i kombination med höj och sänkbara stödben på ramverket gör att stativet kan förflytta sig i deponeringstunneln. Stativet kan även positioneras i sidled med hjälp av justerbara stödben.

Elmotordrivet hydraulaggregat för kraftförsörjning av deponeringsfordonets olika funktioner.

En hydrauldriven gejderfunktion för höjning/sänkning och förflyttning av strålskydd.

En hydrauldriven vridfunktion, som vrider strålskydd till vertikalt läge.

Ett spelmaskineri för att fira ned kapsel/bentonitpaket till deponeringsläget. Spelmaskineriet kan styras steglöst för mjuka start- och stoppsekvenser.

Ett delbart strålskydd med sänkbart kopplingshuvud/gavellock.

Formröret som håller bentoniten utgör en del av strålskyddet.

Positioneringsutrustning och övervakningsutrustning för uppriktning av stativ och styrning av kapseln.

3.8.2 Metodbeskrivning

1. Kapseln och ett formrör med bentonit flyttas till den strålskyddande transportbehållaren vid omlastningsstationen.
2. Transportfordonet lastat med strålskydd/kapsel/bentonit kör bort till deponeringshålet och positioneras.

Deponeringsstativet befinner sig på plats vid deponeringshålet och är redan positionerat.

Kapseln är helt strålskyddad inuti strålskyddet. Se bilaga 1; SKISS 6C

3. Transportfordonet flyttar strålskydd/kapsel/bentonit över till stativet och kör därifrån.

4. Med kättingspelet tas ett skyddslock bort från deponeringshålet, detta lock är till för att transportfordonen ska kunna köra i deponeringstunneln. Transportfordonens spårvidd är inte tillräckligt stor för att kunna gränsla över deponeringshålet.
5. Vid deponering delas först strålskyddet och gaveln hålls fast av en hållare.
6. Kapseln och strålskyddet vrids till vertikalläge. Positioneringen kontrolleras.
7. Kapsel/bentonitpaket i formröret sänks ned i deponeringshålet med hjälp av gejdercylindrarna. Strålskyddet går ned i ett urtag i deponeringsortens underlag.
8. Kättingspelet körs i läge ovanför kapseln och kopplas till kopplingshuvudet/gavellocket på strålskyddet.
9. Kopplingshuvudet/gavellocket frikopplas från strålskyddsmanteln.
10. Kapsel/bentonitpaket firas ned till deponeringsläge med kättingspelet.
11. Efter det att kapseln placerats i deponeringshålet frigörs kopplingshuvudet från kapseln och formröret frigörs från bentoniten.
12. Kopplingshuvudet och formröret hissas upp med kättingspelet som därefter kopplas loss.
13. Strålskyddet och formröret körs helt upp med gejdercylindrarna.
14. Strålskyddet och formröret vrids till horisontellt läge.
15. Formröret lastas av och körs iväg av ett transportfordon.
16. Ett fordon lastat med tre bentonitpluggar á 500 mm i ett formrör kör in till deponeringshålet.
17. Formröret med bentonitpluggarna lastas på stativet.
18. Bentonitpluggarna placeras ovanpå kapseln på samma sätt som kapseln placerades i hålet.
19. Skyddslocket läggs åter på plats.
20. Ett transportfordon hämtar formröret och kör ut ur tunneln.
21. Deponeringen av kapseln är nu avslutad.
22. Deponeringsstativet körs (vandrar) till parkeringsläge bortom deponeringshålet.
23. Nu kan en eventuell efterfyllning av spalter mellan bentoniten och deponeringshålet göras med bentonitgranulat.

3.9 Alt 7: Deponeringsstativ med kapsel bakom strålskyddsskärm

3.9.1 Maskinbeskrivning

Deponeringsstativets utseende se bilaga 1; SKISS 7.

Huvuddelarna utgörs av:

En kammare som bär upp vridhus, spelmaskineri samt övrig utrustning. I underkant av kammaren löper två balkar som bildar en ramkonstruktion. Ramen kan med hjälp av hydraulcylindrar röra sig i förhållande till kammaren. Detta i kombination med höj och sänkbara stödben på ramverket gör att stativet kan förflytta sig i deponeringstunneln. Stativet kan även positioneras i sidled med hjälp av justerbara stödben.

Elmotor drivet hydraulaggregat för kraftförsörjning av deponeringsstativets olika funktioner.

En hydrauldriven gejderfunktion för höjning/sänkning och förflyttning av kapseln.

En hydrauldriven vridfunktion, som vrider kapseln till vertikalt läge.

Ett spelmaskineri för att fira ned kapsel till deponeringsläget. Spelmaskineriet kan styras steglöst för mjuka start- och stoppsekvenser.

Ett griphuvud som kopplar vinschkättingen till kapseln.

En separat strålskyddsskärm med erforderliga portar som placeras vid stativet vänt ut mot transporttunneln.

Positionerings- och övervakningsutrustning för uppriktning av stativ och styrning av kapseln.

3.9.2 Metodbeskrivning

1. Deponeringsstativet positioneras vid deponeringshålet.
2. En truck kör in med det separata strålskyddet till deponeringsstativet.
3. Kapseln flyttas till en strålskyddsbehållare på ett transportfordon vid omlastningsstationen.
4. Transportfordonet med kapseln i strålskyddsbehållare dockar till strålskyddsskärmen.
5. Kapseln flyttas från strålskyddsbehållaren över till deponeringsstativet.
6. Strålskyddsporten på strålskyddsskärmen stängs.

7. Med kättingspelet på stativet tas ett skyddslock bort från deponeringshålet, detta lock är till för att transportfordonen ska kunna köra i deponeringstunneln. Transportfordonens spårvidd är inte tillräckligt stor för att kunna gränsla över deponeringshålet.
8. Kapseln vrids till vertikalläge. Positioneringen kontrolleras.
9. Kapseln och strålskyddet sänks ned ca 2 m i deponeringshålet med hjälp av gejdercylindrarna.
10. Kättingspelet körs i läge ovanför kapseln och kopplas med griphuvudet till kapseln.
11. Kapseln firas ned till deponeringsläge med kättingspelet.
12. Efter det att kapseln placerats i deponeringshålet frigörs kopplingshuvudet från kapseln
13. Kopplingshuvudet hissas upp med kättingspelet.
14. Gejderrör vrids till horisontellt läge.
15. Ett fordon lastat med tre bentonitpluggar á 500 mm i ett formrör kör in till deponeringshålet.
16. Formröret med bentonitpluggarna dockas till strålskyddsskärmen och förs över till stativet.
17. Bentonitpluggarna placeras ovanpå kapseln på samma sätt som kapseln placerades i hålet.
18. Skyddslocket läggs åter på plats med kättingspelet.
19. Formröret hämtas av transportfordonet och körs ut i centraltunneln.
20. Deponeringen av kapseln är nu avslutad.
21. Strålskyddsskärmen körs nu bort av en truck.
22. Deponeringsstativet körs (vandrar) till parkeringsläge bortom deponeringshålet.
23. Nu kan en eventuell efterfyllning av spalter mellan bentoniten och deponeringshålet göras med bentonitgranulat.

3.10 Alt 8a: Deponeringsfordon med stående kapsel omsluten av strålskydd

3.10.1 Maskinbeskrivning

Deponeringsfordonets utseende se bilaga 1; SKISS 8Aa-1 - SKISS 8Aa-2.

Huvuddelarna utgörs av:

Ett hjulgående fordon, som bär upp hela utrustningen.

Elmotor drivet hydraulaggregat för kraftförsörjning av deponeringsfordonets olika funktioner.

Drivmaskineri för framdrivning av vagnen, hastigheten kan styras steglöst för att få mjuka start- och stoppsekvenser samt för krypkörning vid positionering.

En hydrauldriven höj/sänk funktion för hantering av strålskyddet.

Ett spelmaskineri för att fira ned kapseln till deponeringsläget. Spelmaskineriet kan styras steglöst för mjuka start- och stoppsekvenser.

Positionerings- och övervakningsutrustning för uppriktning och styrning av fordon och kapseln.

Strålskydd med sänkbart kopplingshus/gavellock.

3.10.2 Metodbeskrivning

1. Den strålskyddande behållaren med kapseln flyttas till deponeringsfordonet på omlastningsstationen.
2. Deponeringsfordon med strålskydd/kapsel kör bort till deponeringshålet.
3. Vid deponeringen lyfts först skyddslocket bort från deponeringshålet, locket hålls fast av en hållare.
4. Positioneringen kontrolleras.
5. Strålskyddet sänks ned mot underlaget och kapseln och sänks ned i deponeringshålet.
6. Spelmaskineriet kopplas till kopplingshuvudet/gavelloket på strålskyddet.
7. Kopplingshuvudet/gavelloket frikopplas från strålskyddsmanteln.
8. Kapseln firas ned till deponeringsläge med spelet.
9. Efter det att kapseln placerats i deponeringshålet frigörs kopplingshuvud/ gavellock från kapseln.

10. Kopplingshuvudet hissas upp på plats i strålskyddet med kättingspelet som därefter kopplas loss.
11. Strålskyddet körs helt upp.
12. Deponeringsfordonet kör ut till tunnelmynningen.
13. Deponeringsfordonet kör till omlastningsstationen.
14. Ett bentonitvagn med tre bentonitpluggar á 500 mm kör in i deponeringstunneln.
15. Bentonitvagnen åker in till deponeringshålet .
16. Bentonitpluggarna firas ned och placeras ovanpå kapseln.
17. Skyddslocket över deponeringshålet sätts åter på plats.
18. Deponeringen av kapseln är nu avslutad och bentonitvagnen kan köras undan.
19. Nu kan en eventuell efterfyllning av spalter mellan bentoniten och deponeringshålet göras med bentonitgranulat.

3.11 Alt 8b: Deponeringsfordon med stående ”helt paket” omsluten av strålskydd

3.11.1 Maskinbeskrivning

Deponeringsfordonets utseende se bilaga 1; SKISS 8B-1 - SKISS 8B-2.

Huvuddelarna utgörs av:

Ett hjulgående fordon, som bär upp hela utrustningen.

Elmotor drivet hydraulaggregat för kraftförsörjning av deponeringsfordonets olika funktioner.

Drivmaskineri för framdrivning av vagnen, hastigheten kan styras steglöst för att få mjuka start- och stoppsekvenser samt för krypkörning vid positionering.

En hydrauldriven höj/sänk funktion för hantering av strålskyddet.

Ett spelmaskineri för att fira ned kapseln alt kapsel/bentonitpaket till deponeringsläget. Spelmaskineriet kan styras steglöst för mjuka start- och stoppsekvenser.

Positionerings- och övervakningsutrustning för uppriktning och styrning av fordon och kapseln.

Strålskydd med formrör med sänkbart kopplingshus/gavellock.

3.11.2 Metodbeskrivning

1. Den strålskyddande behållaren med formröret och kapsel/bentonit flyttas till deponeringsfordonet på omlastningsstationen.
2. Deponeringsfordon med strålskydd/kapsel/bentonitpaket kör bort till deponeringshålet.
3. Vid deponeringen lyfts först skyddslocket bort från deponeringshålet, locket hålls fast av en hållare.
4. Positioneringen kontrolleras.
5. Kapsel/bentonit med formröret sänks ned i deponeringshålet. Strålskyddet sänks ned mot deponeringsortens underlag.
6. Spelmaskineriet kopplas till kopplingshuvudet/gavellocket på strålskyddet.
7. Formröret frikopplas från strålskyddsmanteln.
8. Formröret med kapsel/bentonitpaket firas ned till deponeringsläge med spelet.

9. Efter det att kapseln och bentoniten placerats i deponeringshålet frigörs formrörets kopplingshuvud från kapseln.
10. Kopplingshuvudet med formröret hissas upp på plats i strålskyddet med spelet som därefter kopplas loss.
11. Strålskyddet körs helt upp.
12. Deponeringsfordonet kör ut till tunnelmynningen.
13. Deponeringsfordonet kör till omlastningsstationen.
14. En bentonitvagn lastad med tre bentonitpluggar á 500 mm kör in i deponeringstunneln.
15. Bentonitvagnen åker till deponeringshålet .
16. Bentonitpluggarna firas ned och placeras ovanpå kapseln.
17. Skyddslocket sätts åter på plats över deponeringshålet.
18. Deponeringen av kapseln är nu avslutad och bentonitvagnen kan köras undan.
19. Nu kan en eventuell efterfyllning av spalter mellan bentoniten och deponeringshålet göras med bentonitgranulat.

3.12 Bentonithanteringsutrustning

3.12.1 Maskinbeskrivning

Bentonitfordonets utseende se bilaga 1; SKISS 9.

Hanteringsutrustningen för bentonit är uppbyggd på en vagn som inne i deponeringstunneln kan köras antingen räl- eller hjulgående. Vagnen är dessutom försedd med styrbara gummihjul som kan fällas ned, då den efter slutförd installation ska kunna köras ut ur deponeringstunneln och parkeras.

Bentonitfordonet är försett med flak för förvaring av bottenplugg och bentonitringar samt en travers för hantering och installation av dessa.

Allt arbete på bentonitvagnen kan styras och övervakas på plats.

3.12.2 Metodbeskrivning

1. Bentonitvagnen lastas med bottenplugg samt bentonitringar för ett helt deponeringshål.
2. Bentonitvagnen körs fram till den aktuella deponeringstunneln och därefter in i tunneln. Om deponeringstunneln är försedd med räls skiftar bentonitvagnen från gummihjulsdrift till spårhjulsdrift.
3. Bentonitvagnen kör fram till deponeringshålet.
4. Skyddslocket över deponeringshålet tas bort.
5. Installation av bottenplugg och bentonitringar utförs.
(Deponeringshålet måste tidigare blivit kontrollerat och godkänt m a p vatteninträning, sprickor, dimensioner, raket, planhet av botten mm.)
6. Kontroll av bentonitinstallationen görs. Bentonitringarnas position i förhållande till deponeringshålets centrum mäts upp. Dessa koordinater kan matas in i deponeringsfordonets styrsystem.
7. Bentonitvagnen körs ut ur deponeringstunneln och parkeras i transporttunneln.
8. Deponeringsfordonet lämnar parkeringsläget och kör ut till tunnelmynningen och lastar på ett centrumrör (dummy) från ett transportfordon.
9. Deponeringsfordonet återvänder till deponeringshålet.
10. För kontroll av bentonitringarna centrering ställs centrumröret ned i deponeringshålet med hjälp av deponeringsfordonet.
11. Centrumröret lyfts upp efter fullgjord kontroll.

12. Deponeringshålet slutkontrolleras.
13. Skyddslocket över deponeringshålet sätts på plats.
14. Deponeringsfordonet återvänder till tunnelmynningen och lastar av centrumröret på transportfordonet.

3.13 Reversering

Reversering av deponeringsprocessen är möjlig i alla skeden fram tills dess att kapseln kopplats loss från kopplingshuvudet/gavelloket.

Reverseringsprocessen är olika komplicerad för respektive deponeringsalternativ. För deponeringsfordon med stående strålskydd är reversering enklare med få rörelser jämfört med lågbyggt deponeringsfordon med horisontell kapsel där de kopplade axiella, tangentiella och vertikala rörelserna måste reverseras vilket innebär ytterligare krav på mät-, positionering- och mätutrustningen.

4 Felfunktionsanalys TSR

Felfunktionsanalysen syftar till att identifiera de ur strålskyddssynpunkt kritiska momenten i deponeringsprocessen. Den ska också vara ett av urvalsinstrumenten för jämförelse och val av de olika deponeringsalternativen.

4.1 Felfunktionsmatris, uppbyggnad

I felfunktionsanalysen delas deponeringsprocessen upp i diskreta steg; aktiviteter. Dessa aktiviteter kan få en felfunktion som leder till att deponeringsprocessen stannar. Felfunktionen antas vara av värsta tänkbara slag. Vad som orsakar felfunktionen tas inte upp. Det kan vara en godtycklig komponent som inte fungerar korrekt i det delsystem som utför operationen. För att deponeringen ska kunna fortsätta krävs en insats som är kopplad till att hänsyn måste tas till förekomst av strålning.

En värdering görs av insatsen med avseende på Tidsåtgång för avhjälpande, Säkerhet vid avhjälpandet och Resursbehov för avhjälpandet. Värderingen görs på en tregradig skala för respektive bedömningskriterium.

Tidsåtgång:

T = 1: ≤ 1 dag

T = 2: 2-10 dagar

T = 3: > 10 dagar - 2 månader

Säkerhet:

S = 1: Inga extra säkerhetsåtgärder med avseende på strålning krävs.

S = 2: Vissa extra säkerhetsåtgärder med avseende på strålning krävs.

S = 3: Betydande extra säkerhetsåtgärder med avseende på strålning krävs.

Resursbehov:

R = 1: Driftspersonal

R = 2: Reparationspersonal

R = 3: Extraordinära materiella och personella insatser

Dessa så kallade TSR-koder summeras och bearbetas så att de olika deponeringsalternativen kan jämföras ur strålskyddssynpunkt. Graderingen av TSR-koderna är en relativ skala och ska endast användas för att jämföra de olika deponeringsalternativen i denna rapport. Denna rapport är koncentrerad på de felfunktioner som genererar en eller flera teor. Se bilaga 5.

De olika alternativen har även analyserats ur strålskyddsteknisk synvinkel av Bengt Lönnerberg på ABB Atom. Som underlag för sin analys fick han åtta stycken beskrivningar av deponeringsalternativen. Se bilaga 3; Strålskyddsunderlag 1 - 8.

Bengt Lönnerbergs kommentarer har använts för att belysa svaga punkter för respektive deponeringsalternativ och initierat förändringar för de olika deponeringsalternativen för att uppnå en högre säkerhetsnivå.

Bengt Lönnerbergs analyser av deponeringsalternativen se bilaga 4,
SKB - Projekt JADE - Strålskyddsaspekter vid deponering - VBB Anläggning.

4.2 Resultat av felfunktionsanalysen

Vid åtgärdande av fel är operationen olika komplicerad för de studerade alternativen. De stående strålskyddade alternativen är i händelse av en felfunktion enklast att åtgärda ur strålskyddssynpunkt. Därefter kommer de horisontella alternativen med helt respektive delbart strålskydd. Resultatet visar på en mindre skillnad mellan helt strålskydd och delbart strålskydd. Ur strålskyddssynpunkt ger alternativet med kapsel bakom strålskyddsskärm mer komplicerade åtgärder för vissa felfunktioner.

Det som gör att horisontellt helt eller delbart strålskydd blir något mindre fördelaktigt än vertikalt strålskydd är framför allt att konsekvenserna blir större om kapseln släpper från sitt grepp i kopplingshuvudet. Om detta sker under vridningsrörelsen åker kapseln delvis ur strålskyddet. Den då delvis bara kapseln måste då skärmas provisoriskt innan åtgärd kan ske.

Skillnaden mellan horisontellt helt och delbart strålskydd är främst konsekvenserna om kapseln skulle kila fast i deponeringshålet. Med helt strålskydd är det relativt lätt att göra manuella åtgärder, medan det delade strålskyddet först kan kräva någon form av skärmning av den bara kapseldelen innan åtgärder kan vidtas.

Det ska dock påpekas att om kapseln på något sätt skulle kila fast i deponeringshålet har deponeringsfordonen stora inbyggda möjligheter att få loss kapseln:

- Fordonet kan förflyttas i tunnelns längs- och tvärsriktning.
- Kapselns lutning i förhållande till deponeringshålet kan också justeras.
- Kapseln kan med hjälp av gejdercylindrarna förflyttas i axiell led.
- Kapseln kan vridas med vridmotorerna.
- Spelmaskineriet kan användas för att lyfta kapseln. Spelet kan dessutom förflyttas i tunnelns längdriktning.

Det finns med andra ord stora möjligheter att få loss en fastkilad kapsel med hjälp av deponeringsfordonet även om något av ovanstående delsystem inte fungerar. Deponeringsfordonet är i sig en "muskelmaskin".

Deponeringsfordon med kapsel bakom strålskyddsskärm är känsliga för felfunktioner. Även relativt små fel kan få stora konsekvenser vad gäller insatser för att åtgärda felet.

Dockningssekvensen är en källa till problem, fel under dockningen är inte bara svåra att åtgärda då, transporttunneln kan dessutom bli blockerad vid ett stopp under dockningsproceduren.

Hela deponeringsproceduren måste fjärrstyras, det finns ingen möjlighet till manuell kontroll.

Åtkomligheten för fjärrstyrda ”reparationsrobotar” är på grund av strålskyddsskärmen starkt begränsad om ej tunneln vidgas för felåtgärder.

Slutsats:

Alla alternativ med vertikalt strålskyddad kapsel, horisontellt helt strålskydd eller delbart strålskydd är fördelaktiga ur strålskyddssynpunkt. Det finns skillnader ur strålskyddssynpunkt mellan alternativen men dessa kan minimeras med hjälp av tekniska lösningar och redundanta systemlösningar.

Deponeringsfordon med kapsel bakom strålskyddsskärm ger betydligt mer komplicerade åtgärder vid felfunktioner och är därför sämre ur strålskyddssynpunkt.

5 Jämförelse av alternativ 1-8

5.1 Jämförelsematrix deponeringsalternativ 1 - 8

Jämförelsematrisen i detta kapitel är en sammanställning av deponeringsalternativen med de viktigaste urvalskriterierna och grundläggande data.

Rubrik:	Förklaring:
<i>VBB-Bedömning</i>	Deponeringsalternativ med bäst utvecklingspotential enligt VBBs bedömning. Se vidare kap. 6
<i>Strålskydd</i>	Typ av strålskydd på deponeringsfordonet: Strålskyddsskärm, Helt strålskydd, Delbart strålskydd
<i>Fordonsslag</i>	Typ av fordon: Spårbundet, Hjulgående, Stativ
<i>Helt Paket</i>	Samtidig deponering av kapsel och omgivande bentonit. I övriga alternativ placeras bentoniten separat i deponeringshålet varefter kapsel deponeras.
<i>Liggande eller Stående kapsel</i>	Transportläge av kapsel på deponeringsfordon
<i>Dockning av <u>bar</u> kapsel eller Förflyttning av <u>strålskyddad</u> kapsel från transportfordon till deponeringsfordon</i>	Överföringssätt av kapsel från transportfordon till deponeringsfordon. Vid dockning flyttas kapseln från strålskyddet på transportfordonet till ett deponeringsfordon med strålskyddsskärm. Vid förflyttning flyttas kapsel i sitt strålskydd från transportfordonet till deponeringsfordonet.
<i>Servicebarhet under deponeringsdrift</i>	Bedömning av servicebarhet, möjlighet att under drift göra service och reparationer utan att behöva vidta extra säkerhetsåtgärder m a p strålning.
<i>Flexibilitet i deponeringskedjan</i>	Bedömning av möjlighet att välja hål och tunnel vid deponeringstillfället.
<i>Komplexitet i deponeringskedjan</i>	Bedömning av deponeringskedjans komplexitet med avseende på antalet omlastningar av kapseln.
<i>Felfunktionsanalys Nyckeltal TSR_A</i>	Summering av antalet $T=3, S=3, R=3$.
<i>Felfunktionsanalys Tid $T=3$</i>	Antalet $T=3$ i Felfunktionsanalysen; Bedömning av att tiden för att åtgärda felfunktionen är 10 dagar-2 månader.
<i>Felfunktionsanalys Säkerhet $S=3$</i>	Antalet $S=3$ i Felfunktionsanalysen; Betydande extra säkerhetsåtgärder m a p strålning behöver vidtas innan åtgärd görs.
<i>Felfunktionsanalys Resurs $R=3$</i>	Antalet $R=3$ i Felfunktionsanalysen; Extraordinära personella och materiella insatser behövs för att åtgärda felfunktionen.
<i>Tunnelhöjd</i>	Uppskattad tunnelhöjd i meter.
<i>Tunnelbredd</i>	Uppskattad tunnelbredd i meter.
<i>Tunnelarea</i>	Uppskattad tunnelarea i kvadratmeter
<i>Deponeringsfordonets storlek $l \times b \times h$</i>	längd x bredd x höjd

5.1 Jämförelsematrix deponeringsalternativ 1-8

		1	2	3	4	5	6a	6b	6c	7	8a	8b
VBB – bedömning		Referens alternativ		Utveck- lingsbar				Utveck- lingsbar			Utveck- lingsbar	
Strålskydd		Skärm	Helt	Delbart	Skärm	Delbart	Helt	Delbart	Delbart	Skärm	Helt	Helt
Fordonsslag		Spår	Spår	Spår	Spår	Spår	Stativ	Stativ	Stativ	Stativ	Hjul	Hjul
"Helt Paket"					HP	HP			HP			HP
Liggande eller Stående kapsel		L	L	L	L	L	L	L	L	L	S	S
Dockning av <u>bar</u> kapsel eller Förflyttning av <u>strålskyddad</u> kapsel från transportfordon till deponeringsfordon.		D	FF	FF	D	FF	FF	FF	FF	D	Trpt direkt.	Trpt direkt.
Servicebarhet under deponeringsdrift		Låg	Hög	God	Låg	God	Hög	God	God	Låg	Hög	Hög
Flexibilitet i deponeringskedjan		Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	God	God	God	God	Hög	Hög
Komplexitet i deponeringskedjan 1=enkel, 2=komplex		2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
Felfunktionsanalys TSR Nyckeltal TSR _A		20	5	7	20	7	5	7	7	19	2	2
Felfunktionsanalys TSR T=3	antal	3	1	1	3	1	1	1	1	3	0	0
Felfunktionsanalys TSR S=3	antal	9	1	3	10	3	1	3	3	9	0	0
Felfunktionsanalys TSR R=3	antal	8	3	3	7	3	3	3	3	7	2	2
Tunnelhöjd	m	4.5	7	5	5.8	6.2	6	4.7	6	4.7	6.1	7
Tunnelbredd	m	4	4,5	4.2	4.2	4.7	4.2	4.2	4.7	4	4.5	4.8
Tunnelarea	m ²	17	29	19	22	27	23	18	26	17	25	31
Deponeringsfordonets storlek l x b x h	m	13x3x4	7.5x3.5x5	8x3.5x4.7	10.5x 3.5x5	8x4x 5.5	8x3.3x4.5	8x3x4	8.5x4x5	10x2.9x4	10.5x 3.6x5.5	11x3.7x6.5

5.2 Fördelar respektive nackdelar

5.2.1 Alt 1: Deponeringsfordon med kapsel bakom strålskyddsskärm.

5.2.1.1 Fördelar

Deponeringstunnelns dimensioner kan hållas nere eftersom maskinen hanterar kapseln utan något omgivande strålskydd.

5.2.1.2 Nackdelar

Omlastning av kapseln med dockningsprocedur krävs vid tunnelmynningen.

Dockningsproceduren kräver en extra omlastning av kapseln.

Eftersom maskinen hanterar en oskyddad kapsel måste hela deponeringsprocessen ske fjärrstyrt. (Alla alternativ kan fjärrstyras, för detta alternativ finns ej något val)

Under deponeringsprocessen är tillträde till en väsentlig del av utrustningen ej möjlig, vilket medför att eventuella fel och störningar endast kan åtgärdas fjärrstyrt från strålningskyddad zon.

Strävan efter låg bygghöjd gör att maskinen karaktäriseras av en hög grad av komplexitet, vilket i sig ger högre sannolikhet för fel.

Deponeringsmaskinen är förhållandevis lång. Längd ca 10 m.

Strålskyddet är ca 3 m långt, strålskyddet består av en strålskyddsskärm och en dockningskammare.

Längden gör att den blir svår att förflytta mellan deponeringstunnlarna.

Strålskyddsskärmen, vilken sitter i ena änden av fordonet, väger ca 25 ton. Detta gör att det ena boggiparet får ta en stor del av lasten, vilket kan innebära att det behövs en extra boggi enbart för strålskyddsskärmen.

Ett alternativ till strålskyddsskärmen kan vara att ersätta den med en strålskyddsport i tunnelmynningen. Detta gör att konstruktionen förenklas och att verksamhet i transporttunneln kan fortgå obehindrat. All styrning av deponeringsmaskinen måste dock fortfarande ske fjärrstyrt från tunnelmynningen.

Kättingspelet måste kopplas helt automatiskt.

Positionering måste ske fjärrstyrt, kan ej kontrolleras manuellt.

Reverseringen blir komplicerad på grund av att dockningsprocessen måste köras baklänges.

5.2.2 Alt 2: Deponeringsfordon med kapsel omsluten av helt strålskydd

5.2.2.1 Fördelar

Hela strålskyddet med kapsel flyttas från transportfordon till deponeringsfordon, inget dockningsförfarande.

Kapseln är helt strålskyddad under största delen av deponeringsprocessen.

Eftersom kapseln till största delen under deponeringsprocessen är strålskyddad blir även manuell körning/kontroll tidvis möjlig.

Konstruktionen av detta fordon är robustare än alternativ 1.

5.2.2.2 Nackdelar

Ena gaveln är strålmässigt oskyddad från det att gavellocket skiljts från strålskyddet tills dess att vridningen är fullbordad och strålskyddet/kapsel sänkts ned i betongsulan.

Vid eventuell hjuldrift ställs större krav på arrangemang för positionering i sidled av strålskydd/kapsel än vid spårdrift.

Strålskyddets dimensioner gör att deponeringshålet inte går att utnyttja vid vridrörelsen, vilket gör att tunnelhöjden blir mycket hög.

5.2.3 Alt 3: Deponeringsfordon med kapsel omsluten av delbart strålskydd

5.2.3.1 Fördelar

Hela strålskyddet med kapsel flyttas från transportfordon till deponeringsfordon, inget dockningsförfarande.

Kapseln är helt strålskyddad under stora delar av deponeringsprocessen.

Konstruktionen av detta fordon är robustare än alternativ 1.

Tunnelhöjden kan göras betydligt lägre än i alternativ 2.

5.2.3.2 Nackdelar

Ena gaveln och ena änden på kapseln är strålmässigt oskyddad från det att strålskyddet har delats tills dess att vridningen är fullbordad och strålskyddet med kapsel sänkts ned i deponeringshålet.

För att kompensera för den oskyddade kapseländan är fordonet försett med strålskyddande väggar mm som gör det möjligt att vara vid fordonet även när strålskyddet är delat.

Samtidig vridning och horisontell förflyttning krävs vid deponering av kapseln. (Den horisontella förflyttningen är proportionell mot vridningen).

5.2.4 Alt 4: Deponeringsfordon med "helt paket" bakom strålskyddsskärm

5.2.4.1 Fördelar

Både kapsel och bentonit kommer på plats samtidigt.
Ingen extra bentonithanteringsutrustning behövs.
Problematik sammanhängande med inträngande vatten minskar.

5.2.4.2 Nackdelar

Omlastning av kapsel/bentonitpaket med dockningsprocedur krävs vid tunnelmynningen. Dockningsproceduren är en svår och komplicerad process som dessutom kräver en extra omlastning av kapseln.

Eftersom maskinen hanterar en oskyddad kapsel måste hela deponeringsprocessen ske fjärrstyrt. (Bentoniten ger endast ett begränsat strålskydd.)

Under deponeringsprocessen är tillträde till utrustningen ej möjlig, vilket medför att eventuella fel och störningar endast kan åtgärdas fjärrstyrt från strålningskyddad zon.

Deponeringsmaskinen är förhållandevis lång. Längd ca 10.5 m.

Strålskyddsskärmen, som sitter i ena änden av fordonet, väger ca 25 ton. Detta gör att det behövs en extra boggi enbart för strålskyddsskärmen.

Ställer stora krav på deponeringshålets toleranser m a p rakhet, ovalitet, vinkelriktighet eftersom formröret med kapsel/bentonit ska ner i deponeringshålet. Med nuvarande storlek och toleranser på deponeringshålet kan inte en bentonittjocklek på 290 mm hållas.

Kättingspelet måste kopplas helt automatiskt.

Positionering måste ske fjärrstyrt, kan ej kontrolleras manuellt.

Reverseringen blir komplicerad på grund av att dockningsprocessen måste köras baklänges.

5.2.5 Alt 5: Deponeringsfordon med "helt paket" omsluten av delbart strålskydd

5.2.5.1 Fördelar

Både kapsel och bentonit kommer på plats samtidigt.
Problematik sammanhängande med inträngande vatten minskar.
Inget separat bentonithanteringsfordon behövs.

Hela det delbara strålskyddet med kapsel/bentonitpaket flyttas från transport-fordon till deponeringsfordon, inget dockningsförfarande.

Kapseln är helt strålskyddad under stora delar av deponeringsprocessen.

5.2.5.2 Nackdelar

Ena gaveln och viss kapsellängd är strålmässigt oskyddad från det att strålskyddet har delats till dess att vridningen är fullbordad och strålskyddet/ kapsel/bentonitpaket sänkts ned i deponeringshålet.

Samtidig vridning och horisontell förflyttning krävs för kapseln.
(Den horisontella förflyttningen är proportionell mot vridningen)

Ställer stora krav på deponeringshålets toleranser m a p rakhet, ovalitet, vinkelriktighet eftersom formröret med kapsel/bentonit ska ner i deponeringshålet. Med nuvarande storlek och toleranser på deponeringshålet kan inte en bentonittjocklek på 290 mm hållas.

Kräver relativt stora tunneldimensioner.

5.2.6 Alt 6a: Deponeringsstativ med kapsel omsluten av helt strålskydd

5.2.6.1 Fördelar

Bentonitinstallation och kapseldeponering kan eventuellt göras av en och samma utrustning.

Stativet kan positioneras vid deponeringshålet innan strålskydd/kapsel lastas på.

Transportfordon av den typ som används idag kan användas.

Det behövs ingen räls, stativet kan vandra i deponeringstunneln.

5.2.6.2 Nackdelar

Ena gaveln är strålmässigt oskyddad från det att gavellocket skilts från strålskyddet tills dess att vridningen är fullbordad och strålskyddet/kapsel sänkts ned i betongsulan.

Stativ och transportfordon ställer krav på att underlaget i tunneln klarar de yttryck som uppstår.

Samtidig vridning och horisontell förflyttning krävs för kapseln.
(Den horisontella förflyttningen är proportionell mot vridningen)

Deponeringstunnlarnas öppning måste vara vida för att transportfordonet ska kunna köra in.

5.2.7 Alt 6b: Deponeringsstativ med kapsel omsluten av delbart strålskydd

5.2.7.1 Fördelar

Bentonitinstallation och kapseldeponering kan eventuellt göras av en och samma utrustning.

Stativet kan positioneras vid deponeringshålet innan strålskydd/kapsel lastas på.

Transportfordon av den typ som används idag kan användas.

Det behövs ingen räls, stativet kan vandra i deponeringstunneln.

Tack vare delningen av strålskyddet kan kapseln ”smygas” ner i deponeringshålet vid vridning från horisontalläge till vertikalt läge. Detta ger relativt små tunneldimensioner.

5.2.7.2 Nackdelar

Ena gaveln och viss kapsellängd är strålmässigt oskyddad från det att strålskyddet har delats tills dess att vridningen är fullbordad och strålskyddet/ kapsel sänkts ned i deponeringshålet.

För att kompensera för den oskyddade kapseländen är stativet försett med strålskyddande väggar som gör det möjligt att vara vid stativet även när strålskyddet är delat.

Den oskyddade kapseländen gör att möjlighet till manuell styrning/kontroll minskar något jämfört med alt 6a.

Stativ och transportfordon ställer krav på att underlaget i tunneln klarar de yttryck som uppstår.

Samtidig vridning och horisontell förflyttning krävs för kapseln.
(Den horisontella förflyttningen är proportionell mot vridningen)

Deponeringstunnlarnas öppning måste vara vida för att transportfordonet ska kunna köra in.

5.2.8 Alt 6c: Deponeringsstativ med "helt paket" omsluten av delbart strålskydd

5.2.8.1 Fördelar

Bentonitinstallation och kapseldeponering kan eventuellt göras av en och samma utrustning.

Stativet kan positioneras vid deponeringshålet innan strålskydd/kapsel lastas på.

Både kapsel och bentonit kommer på plats samtidigt.

Problematik sammanhängande med inträngande vatten minskar.

Transportfordon av den typ som används idag kan användas.

Det behövs ingen räls, stativet kan vandra i deponeringstunneln.

5.2.8.2 Nackdelar

Ena gaveln och viss kapsellängd är strålmässigt oskyddad från det att strålskyddet har delats till dess att vridningen är fullbordad och strålskyddet/ kapsel sänkts ned i deponeringshålet.

Den oskyddade kapseländen gör att möjlighet till manuell styrning/kontroll minskar något jämfört med alt 6a.

Stativ och transportfordon ställer krav på att underlaget i tunneln klarar de ytryck som uppstår.

Ställer stora krav på deponeringshålets toleranser m a p rakhet, ovalitet, vinkelriktighet eftersom formröret med kapsel/bentonit ska ner i deponeringshålet. Med nuvarande storlek och toleranser på deponeringshålet kan inte en bentonittjocklek på 290 mm hållas.

Samtidig vridning och horisontell förflyttning krävs för kapseln.
(Den horisontella förflyttningen är proportionell mot vridningen.)

Deponeringstunnlarnas öppning måste vara vida för att transportfordonet ska kunna köra in.

Kräver relativt stora tunneldimensioner.

5.2.9 Alt 7: Deponeringsstativ med kapsel bakom strålskyddsskärm

5.2.9.1 Fördelar

Transportfordon av den typ som används idag kan användas.

Stativet kan positioneras vid deponeringshålet innan strålskydd/kapsel lastas på.

Det behövs ingen räls, stativet kan vandra i deponeringstunneln, vilket även det minskar den totala tunnelkostnaden.

Deponeringstunnelns dimensioner kan hållas nere eftersom maskinen hanterar kapseln utan något omgivande strålskydd.

5.2.9.2 Nackdelar

Omlastning av kapsel med dockningsprocedur krävs vid deponeringshålet.

Dockningsproceduren är en svår och komplicerad process som dessutom kräver en extra omlastning av kapseln.

Eftersom maskinen hanterar en oskyddad kapsel måste hela deponeringsprocessen ske fjärrstyrt.

Under deponeringsprocessen är tillträde till utrustningen ej möjlig, vilket medför att eventuella fel och störningar endast kan åtgärdas fjärrstyrt från strålningskyddad zon.

Kättingspelet måste kopplas helt automatiskt.

Positionering måste ske fjärrstyrt, kan ej kontrolleras manuellt.

Reverseringen blir komplicerad på grund av att dockningsprocessen måste köras baklänges.

Deponeringstunnlarnas öppning måste vara vida för att transportfordonet ska kunna köra in.

5.2.10 Alt 8a: Deponeringsfordon med stående kapsel omsluten av helt strålskydd

5.2.10.1 Fördelar

Kapseln lyfts in i deponeringsfordonets strålskydd redan i omlastningsstationen och transporteras stående till deponeringsstället. Varken resning av kapseln eller dockningar eller omlastningar erfordras ute i tunnelsystemet.

Kapseln är helt strålskyddad under deponeringsprocessen.

Eftersom kapseln är strålskyddad under deponeringsprocessen blir även manuell körning/kontroll möjlig.

Ingen vridning av strålskydd/kapsel behöver göras, detta gör konstruktionen enklare och innebär att kapseln är strålmässigt skyddad under deponeringsprocessen

5.2.10.2 Nackdelar

Deponeringsfordonets storlek, vilket ger relativt stora tunneldimensioner.

Under transportfasen kan kapselgreppet komma att utsättas för dynamiska påkänningar vilket måste beaktas vid dimensioneringen.

Vid hjuldrift ställs större krav på arrangemang för positionering i sidled än vid spårdrift.

Den stående kapseln kräver dock ett högbyggt fordon som med kapseln ger en något hög tyngdpunkt. Detta ställer stora krav på att körunderlaget är anpassat med avseende på bärighet och jämnhet samt då fordonet är frigående i tunnelsystemet erfordras god frigång till bergväggar.

5.2.11 Alt 8b: Deponeringsfordon med stående "helt paket" omsluten av strålskydd

5.2.11.1 Fördelar

Hela paketet lyfts in i deponeringsfordonets strålskydd redan i omlastningsstationen och transporteras stående till deponeringsstället. Varken resning av kapseln eller dockningar eller omlastningar erfordras ute i tunnelsystemet.

Både kapsel och bentonit kommer på plats samtidigt. Ingen extra bentonithanteringsutrustning behövs. Problem sammanhängande med eventuellt in- trängande vattens påverkan på bentoniten minimeras.

Kapseln är helt strålskyddad under deponeringsprocessen.

Eftersom kapseln är strålskyddad under deponeringsprocessen blir även manuell körning/kontroll möjlig.

Ingen vridning av strålskydd/kapsel behöver göras, detta gör konstruktionen enklare och innebär att kapseln är strålmässigt skyddad under deponeringsprocessen

5.2.11.2 Nackdelar

Deponeringsfordonets storlek, vilket ger stora tunneldimensioner.

Eftersom även formröret skall sänkas ned i deponeringshålet under deponeringssekvensen erfordras antingen större håldiameter eller reducerad bentonittjocklek.

Under transportfasen kan kapselgreppet komma att utsättas för dynamiska påkänningar vilket måste beaktas vid dimensioneringen.

Vid hjuldrift ställs större krav på arrangemang för positionering i sidled än vid spårdrift.

Den stående kapseln kräver dock ett högbyggt fordon som med kapseln ger en något hög tyngdpunkt. Detta ställer stora krav på att körunderlaget är anpassat med avseende på bärighet och jämnhet samt då fordonet är frigående i tunnelsystemet erfordras god frigång till bergväggar.

6 Redovisning och slutsatser

6.1 Inledning

I metod- och maskinbeskrivningen har beskrivits åtta deponeringsalternativ med varianter för deponering av en kapsel av KBS-3 typ i ett vertikalt deponeringshåll.

De alternativ vilka beskrivs i denna rapport bedöms alla som utvecklingsbara och bygger på beprövad maskinteknik. Samtliga medtagna alternativ uppfyller med varierande grad av komplexitet kraven på erforderlig säkerhet och teknisk tillförlitlighet samt har bearbetats för att ge minsta möjliga erforderliga tunnelareor.

Nuvarande förutsättningar och genomförda feleffektsanalyser, strålskyddsbedömningar, flexibilitets- och komplexitetsanalyser för deponeringskedjan samt beräknade erforderliga tunnelareor visar att följande två huvudprinciper för vertikal deponering ur teknisk synvinkel framstår som fördelaktigare:

Transport med horisontell kapsel vilken vid deponeringsrörelsen reses till vertikal position. Kapseln är vid transporten och resningsrörelsen strålskyddad. Strålskyddet kan vara helt eller delbart.

Transport med stående kapsel. Kapseln är vid transport och deponering omgiven av ett helt strålskydd med teleskopisk nederdel. Denna princip har få och enkla mekaniska rörelser.

6.2 Redovisning

På efterföljande sidor följer en redovisning av de deponeringsalternativ som bedöms som bäst utvecklingsbara inom ovanstående två huvudprinciper samt slutsatser avseende:

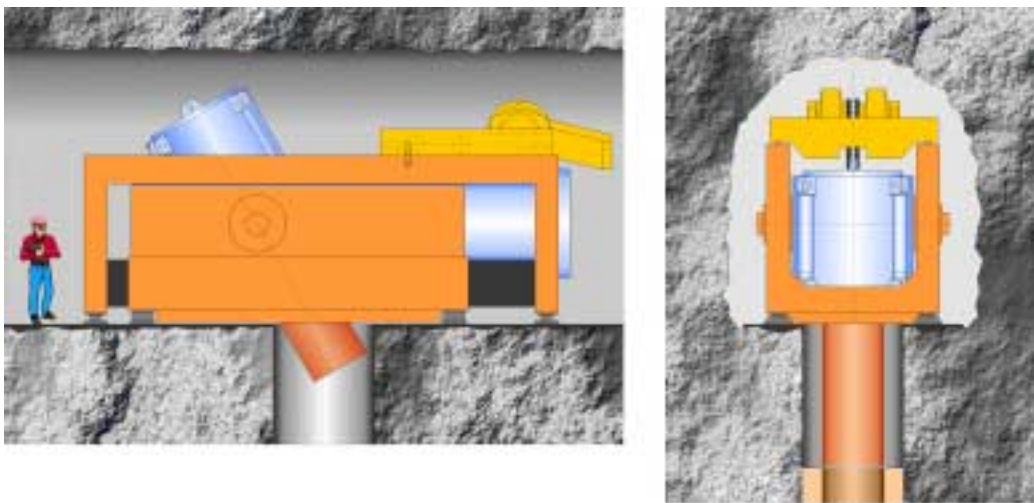
- bentonitinklädnad
- felfunktionsanalys
- spårdrift kontra hjuldrift
- positionering
- alternativa kapselgrepp
- alternativt strålskydd

6.2.1 Deponeringsalternativ enligt huvudprincipen med liggande kapsel

Alternativ 6b: Deponeringsstativ med kapsel omsluten av delbart strålskydd.

Deponeringsstativ med delbart strålskydd ger en bra kombinationen av god säkerhet, kompakt konstruktion och flexibelt deponeringssystem. Tunneldimensionerna blir: bredd ca = 4.2 m höjd ca = 4.7 m. Ingen räls behöver läggas i deponeringstunnlarna.

Alt 6b kan ses som en vidareutveckling av alternativ 1. (kapsel bakom strålskyddsskärm). Den delvis bara kapseln (när strålskyddet är delat) hanteras nu i en strålskyddskammare på fordonet.



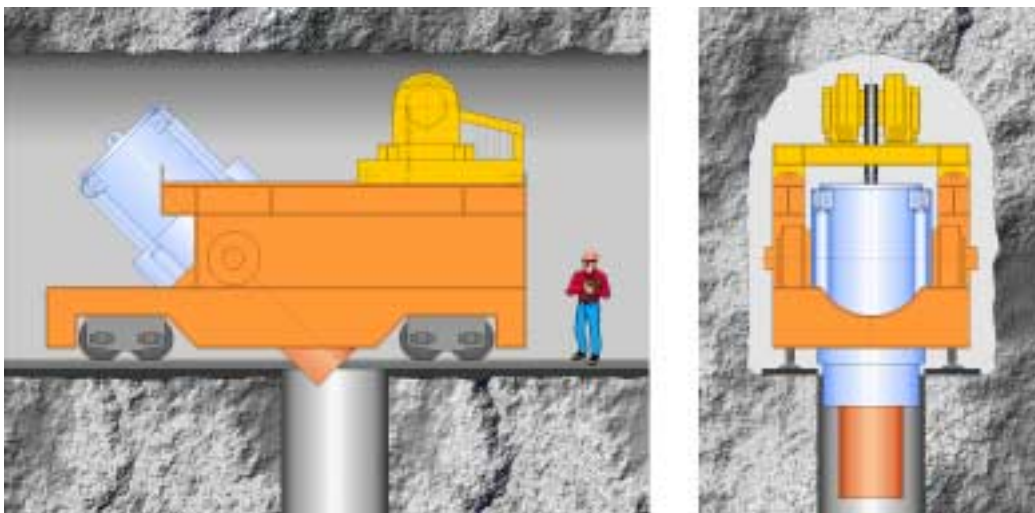
Figur 6.2.1 Deponeringsstativ.

Transportfordonet kräver att underlaget är anpassat med avseende på bärighet och jämnhet. Manövrering av stativet vid deponeringshålet, överflyttning av den strålskyddade kapseln från transportfordon till deponeringsstativ samt styrning av själva deponeringen kan göras via en bärbar manöverlåda med kabelförbindelse till styrsystemet på stativet.

Alt 3: Deponeringsfordon med kapsel omsluten av delbart strålskydd.

Alternativ 3 är ett deponeringsstativ (alt 6b) men med hjul för spårdrift. Säkerhetsmässigt är det likvärdigt med alt 6b men inte så flexibelt eftersom spår behövs. Tunneldimensionerna blir också något större.

Detta alternativ blir intressant om spårdrift bedöms som fördelaktigare än ett farbart underlag eller om spårdrift kan användas för exempelvis borrarutrustning samt bentonithanteringsfordon. Se figur 6.2.2.



Figur 6.2.2 Deponeringsfordon.

Utvecklingsbar kombination.

En kombination av alternativ 3 och 6b visas i bilaga 1, SKISS 13. Det är ett hjulförsett fordon med ett horisontellt delbart strålskydd. Kapseln i det delbara strålskyddet lastas på deponeringsfordonet i omlastningsstationen, fordonet kör sedan till deponeringshålet där strålskyddet delas och kapseln reses till vertikalt läge och deponeras. Detta fordon kombinerar det delbara strålskyddets fördelar vad gäller låga tunnelhöjder med det stående strålskyddets fördel där transport sker direkt från omlastningsstation till deponeringshål utan omlastningar.

6.2.2 Deponeringsalternativ enligt huvudprincipen med stående kapsel

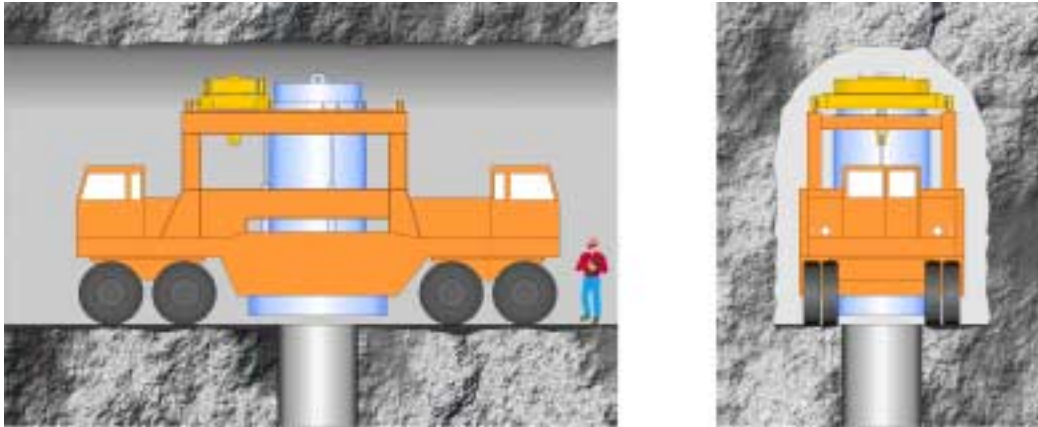
Alternativ 8a: Deponeringsfordon med stående kapsel omsluten av strålskydd.

Tekniskt det minst komplexa alternativet. Det har en hög flexibilitet tack vare hjulgående. Inga omlastningar behövs i tunnelarna. Kapseln transporteras strålskyddad direkt från omlastningsstationen till deponeringshålet. Frånvaron av tippningsrörelser förenklar konstruktionen. Styrning av fordonet och deponeringen sker från fordonet, alternativt via en manöverlåda med kabel i direkt anslutning till fordonet.

Den stående kapseln kräver dock ett högbyggt fordon som med kapseln ger en något högre tyngdpunkt. Detta ställer stora krav på att körunderlaget är anpassat med avseende på bärighet och jämnhet samt då fordonet är frigående i tunnelsystemet erfordras god frigång till bergväggar.

Vidare krävs troligtvis någon anordning som avlastar kapselns lyftgrepp under transporten så att kapselns egenvikt ej utsätter lyftgreppet för dynamiska påkänningar.

Erforderlig tunnelarea blir jämförelsevis stor. Tunneldimensioner: bredd = 4.5 m, höjd = 6.1 m. Se figur 6.2.3.



Figur 6.2.3 Deponeringsfordon.

6.2.3 Slutsats avseende bentonitinklädnad

Deponeringshål utförda med förelagda dimensioner och toleranser medför svårigheter och i vissa fall omöjliggör att med bibehållen bentonittjocklek kunna sänka ned kapseln på avsett sätt i inklädnaden om de olika toleranserna samverkar i ogynnsammaste riktning.

Om maximalvärdena på deponeringshållets toleranser adderas kan inte en bentonittjocklek på 290 mm erhållas. Samverkar de olika toleranserna negativt blir bentonitens tjocklek 267 mm. Detta gäller när bentoniten ställs ned i deponeringshålet separat före deponeringen av kapsel.

Sannolikheten att toleranserna samverkar och adderas på ovanstående beskrivna sätt är liten. Det är dock nödvändigt att beakta och bevaka toleranskraven för att kunna minska antalet ej godkända hål till ett minimum.

Toleranserna för deponeringshålet kan skärpas. Finska provborrningar av deponeringshål visar att en rakhetsavvikelse på 1/200 är fullt möjligt att uppnå.

Deponering med ”helt paket” ger redan vid nominellt deponeringshål en minskad bentonittjocklek till 270 mm. Om dessutom förutsättningarnas toleranser samverkar negativt kan det ge oacceptabelt många underkända deponeringshål.

Adderas toleranserna ger det i värsta fall en bentonittjocklek på endast 207 mm. Tillåts formröret att ”hasa” ned i deponeringshålet kan bentonittjockleken ökas till 247 mm.

Om deponeringshållets diameter får öka till 1875 mm och avvikelsen från centrumlinjen skärps till 1:200 kan bentoniten fortfarande hålla en tjocklek på 290 mm och därmed göra ”helt paket” realistiskt ur maskinteknisk synvinkel.

En konsekvens av utökad diameter på deponeringshålet blir att bentonitens svälltryck sjunker. En beräkning på vilken bentonittjocklek och därmed vilken deponeringshål-diameter som krävs för att bibehålla erforderligt svälltryck ingår ej i denna rapport.

6.2.4 Resultat av felfunktionsanalysen

Vid åtgärdande av fel är operationen olika komplicerad för de studerade alternativen. De stående strålskyddade alternativen är i händelse av en felfunktion enklast att åtgärda ur strålskyddssynpunkt. Därefter kommer de horisontella alternativen med helt respektive delbart strålskydd. Resultatet visar på en mindre skillnad mellan helt strålskydd och delbart strålskydd. Ur strålskyddssynpunkt ger alternativet med bar kapsel och strålskyddsskärm mer komplicerade åtgärder för vissa felfunktioner.

Det som gör att horisontellt helt eller delbart strålskydd blir något mindre fördelaktigt än vertikalt strålskydd är framför allt att konsekvenserna blir svårare om kapseln släpper från sitt grepp i kopplingshuvudet. Sker detta under vridningsrörelsen åker kapseln delvis ur strålskyddet. Den då delvis bara kapseln måste skärmas provisoriskt innan åtgärd kan ske.

Skillnaden mellan horisontellt, helt och delbart strålskydd är främst konsekvenserna om kapseln skulle kila fast i deponeringshålet. Med helt strålskydd är det relativt lätt att göra manuella åtgärder, medan det delade strålskyddet först kan kräva någon form av skärmning av den bara kapseldelen innan åtgärder kan vidtas.

Det ska dock påpekas att om kapseln på något sätt skulle kila fast i deponeringshålet har deponeringsfordonen stora inbyggda möjligheter att få loss kapseln.

- Fordonet kan förflyttas i tunnelns längs- och tvärsriktning.
- Kapselns lutning i förhållande till deponeringshålet kan också justeras i två plan.
- Kapseln kan med hjälp av gejderylindrarna förflyttas i axiell led.
- Kapseln kan vridas med vridmotorerna.
- Spelmaskineriet kan användas för att lyfta kapsel, spelet kan dessutom förflyttas i tunnelns längdriktning.

Det finns med andra ord stora möjligheter att få loss en fastkilad kapsel med hjälp av deponeringsfordonet även om något av ovanstående delsystem inte fungerar. (Deponeringsfordonet är i sig en "muskelmaskin")

Deponeringsfordon med bar kapsel bakom strålskyddsskärm är mer känsliga för felfunktioner. Även relativt små fel kan få stora konsekvenser vad gäller insatser för att åtgärda felet. Dockningssekvensen är en källa till problem. Fel under dockningen är inte bara svåra att åtgärda, transporttunneln kan dessutom bli blockerad vid ett stopp under dockningsproceduren.

Hela deponeringsproceduren måste fjärrstyras, eftersom ingen möjlighet finns till manuell kontroll.

Åtkomligheten för fjärrstyrda "reparationsrobotar" är på grund av strålskyddsskärmen starkt begränsad.

Alla alternativ med vertikalt strålskyddad kapsel, horisontellt helt strålskydd eller delbart strålskydd är fördelaktiga ur strålskyddssynpunkt. Det finns skillnader ur

strålskyddssynpunkt mellan alternativen men dessa kan minimeras med hjälp av tekniska lösningar och redundanta systemlösningar.

Deponeringsfordon med kapsel bakom strålskyddsskärm ger betydligt mer komplicerade åtgärder vid felfunktioner och är därför sämre ur strålskyddssynpunkt.

6.2.5 Spårdrift kontra körbart tunnelunderlag

Det finns olika alternativa underlag i tunneln som var och en ger olika fördelar respektive nackdelar:

- Spårdrift med konventionella slipers på grus/makadambädd.
- Spårdrift med längsgående stöd, vilka är undergjutna på plats. Underlaget mellan spåren är ej tänkt för fordonsdrift.
- Körbart underlag av grus/makadam som prepareras så att hjulförsedda fordon kan köra i tunnlarna.
- Körbart underlag av grus/makadam och betong. Betongen kan vara i form av element som läggs på plats alternativt gjuts på plats.

Spårdrift gör grovpositioneringen av deponeringsfordonet enkel. Spåren kan dessutom användas av borrhutrustningen.

Spår kräver att andra fordon vilka ska trafikera tunnlarna måste vara både räl och gummihjulsgående om de ska kunna köra i transporttunneln, alternativt måste gaturäl anläggas.

Förflyttning mellan deponeringstunnlarna är i princip likvärdig för spårbundna deponeringsfordon och deponeringsstativ.

Det spårbundna fordonet kör ut till tunnelmynningen där en truck lyfter upp dess framdel och drar ut fordonet så långt att en hjulförsedd trailer kan skjutas under. Trailern är försedd med hydrauliska domkrafter vilka lyfter upp fordonet varefter en vändskiva vrider ekipaget och ett dragfordon bogserar det till önskad deponeringstunnel.

Stativet förflyttar sig ut i transporttunneln och höjs till sitt översta läge varefter en hjulförsedd trailer skjuts under. Stativet sänks ned på trailern varefter det vrids med en vändskiva. Ett dragfordon bogserar stativet till nästa deponeringstunnel. Stativet kan i och för sig vrida sig 90° och själv förflytta sig till nästa deponeringstunnel, men eftersom vridfunktionen görs i steg av ca 2° krävs 45 operationer bara för att vrida stativet rätt i transporttunneln.

Ett körbart underlag måste klara de yttryck som fordonen ger. Det dimensionerande fordonet är deponeringsfordonet. Beräknad total last av fordonet inklusive kapsel och strålskydd är ca 100 ton. Ett hjulgående fordon eller ett deponeringsstativ ger ett yttryck på ca 1.5-3.0 MPa.

Spårbunden transport

Fördelar:

1. Funktionssäkerheten blir mycket högre.
2. Rälsbanan kan användas redan i ett tidigt skede vid vertikal borrning av deponeringshålet, med god positionsnoggrannhet.
3. Rälsbanan kan användas i samband med tolkning av deponeringshål och kontroll av positionering. (den verkliga deponeringen blir en upprepning).
4. Rälsbanan kan användas av bentonithanteringsfordon i samband med bentonitplacering.
5. Rälsbanan kan användas av kapseldeponeringsfordon.
6. Rälsbanan kan vara billigare att anordna än körbana för hjulgående fordon på grund av dess höga krav.

Nackdelar:

1. En omlastning måste ske i tunnelmynningen av kapselstrålskyddspaketet, som kräver en viss uppriktning av transportfordonet alt. att en ”laddningsutrustning” används, se DEMO-projektet.
2. Förflyttningen av dep.utrustningen mellan olika deponeringstunnlar blir komplicerad.
3. Även vid bentonithantering krävs en omlastning vid tunnelmynningen alternativt ett fordon som är frigående men som har möjlighet att även köra på räls.
4. Eventuella övriga frigående fordon kan ej köra in i deponeringstunnlarna.
5. Reparationer och underhåll på deponeringsutrustningen måste ske i deponeringstunneln, vid större ingrepp krävs en förflyttning till en närbelägen verkstad med erforderlig utrustning.
6. Vid deponering finns ej möjlighet att välja någon annan deponeringstunnel en den nu aktuella som av olika skäl kan vara olämplig för ”stunden”, flexibilitet saknas i deponeringskedjan.
7. Rälsbanan kan i sig bli dyrare om man sammantar alla kostnader för montage, demontage av rälsen utrustning för omlastning, reparation och underhåll av deponeringsutrustning.
8. Dock kan eventuell deponeringstunneln göras med en mindre tvärsnittarea d.v.s. med mindre frigång mellan bergvägg och deponeringsutrustning vid det rälsbundna alternativet. Detta innebär troligtvis ekonomiska fördelar totalt sett.
9. Vid den stegvisa fyllningen/förslutningen av deponeringstunneln måste rälsen demonteras på den aktuella sträckan, deponeringsfordonet måste tas bort så att fyllnadsmaterialet kan transporteras fram.

Frigående fordon på körbana

Fördelar:

1. Flexibilitet se pkt. 6 ovan.
2. Fordonet kan ev. köra från en omlastningsstation belägen vid marknivån via en ramp ner till -500m nivån vidare direkt till aktuell deponeringstunnel och håll. Omlastning krävs ej.
3. Reparation och underhåll kan utföras väsentligt lättare.
4. Alla övriga transporter i deponeringstunneln kan ske med standardfordon ex. transport av borrhärdar, borrhärdar, installationer (vent. el. mek. etc.) bentonitringar och pluggar, återfyllnadsmaterial etc.
5. Körbanan kan givetvis användas av det frigående deponeringsfordonet.
6. Det stegvisa demontaget av det körbara underlaget ter sig betydligt enklare och snabbare.
7. Det körbara underlaget kan vara billigare att anordna då upprikningen i våg och plan ej är väsentligt, då detta kompenseras av fordonet/stativet.

Nackdelar:

1. Tunnelkostnaden blir troligtvis högre då ett frigående fordon kräver något mer i frigång speciellt vid inkörningsmanövern i tunnelmynningen.
2. Ett frigående fordon blir givetvis mer komplicerat varvid funktionssäkerheten blir lägre, betraktar man hela deponeringscykeln inklusive omlastning etc. är skillnaden i funktionssäkerhet troligtvis ej så stor.
3. Ett frigående fordon måste kunna kompensera avvikelser i underlaget i samband med deponeringsrörelsen vilket komplicerar fordonet/utrustningen till viss del. (gäller ev. även rälsalternativet)
4. Framförandet av fordonet i deponeringstunneln kräver ett mer aktivt och komplicerat styr- och övervakningssystem.
5. Fordonet med stativ, strålskydd, kapsel samt övrig utrustning kan bli relativt tungt.

Ovan nämnda fördelar och nackdelar för det frigående respektive det rälsbundna alternativet är erfarenheter från liknande tillämpningar och anläggningar samt kvalificerade bedömningar.

Vissa egenskaper för de olika alternativen måste dock studeras djupare innan en helt korrekt slutsats kan dras.

6.2.6 Positionering och kompensering

Eftersom tunnlarna kan luta 1:50 både i längsled och eventuellt i tvärsled måste det finnas kompensationsmöjligheter på fordonet. Detta gäller både för lutningskompensering och för horisontell finjustering i längs- och tvärsled.

Lutningskompensering i längsled finns inbyggd i fordon med vridningsrörelse och för fordon med stående kapsel kan dels själva fordonet byggas med lutning 1:50 och dels bör en mindre kompensering möjlighet finnas.

I tvärsled måste lutningskompensering byggas in på alla typer av fordon, även spårbundna fordon. Visserligen kan spåren ställas in för varje deponeringstillfälle men detta kan inte anses realistiskt i praktiken. Efter deponeringen måste spåret justeras tillbaka till ursprungsposition varefter justering kan påbörjas för nästa deponeringshål. Denna justering blir dessutom individanpassad för ett speciellt deponeringsfordon. Ett byte av deponeringsmaskin skulle innebära att spåren måste justeras om.

6.2.7 Alternativa kapselgrepp

Vid hantering av kapseln i omlastningsstation och vid deponering används kapselns lyftgrepp. Lyftgreppet består av en invändig fals på kapselns övre gavel.

I falsen fastlåses ett kopplingshuvud som i sin tur kopplas till traversen vid omlastningsstationen respektive lyftanordningen på deponeringsfordonet. Kopplingshuvudet består av en hydrauliskt manövrerad låsmekanism vilken kräver en viss extra tunnelhöjd under resningsrörelsen av kapseln till vertikal position. För att minimera erforderlig tunnel-takhöjd har två alternativa lyftgrepp studerats.

Principen för respektive metod är att kapseln antingen hålls av friktionen från omslutande hydrauliska armar eller att kapseln bärs i en vagga, där kapseln vilar på dess nedre gavel. Se bilaga 1, SKISS 11 resp SKISS 12. Dessa metoder gör att tunnelhöjden kan reduceras jämfört med det traditionella sättet att hålla kapseln. Metoden att hålla kapseln i en vagga kan även utnyttjas som ett komplement till det normala kapselgreppet för att öka säkerheten.

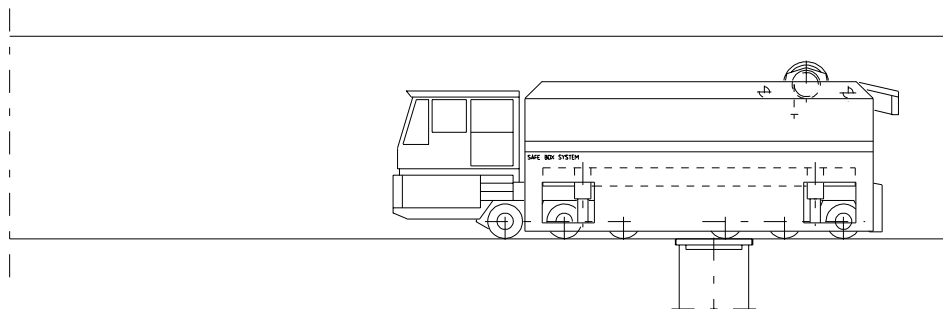
6.2.8 Alternativt strålskydd

”Box”- strålskyddet är en utveckling av det omslutande delbara strålskyddet med strålskyddsväggar. Här har det delbara strålskyddet tagits bort och strålskyddsväggarna gjorts om till en hel strålskyddscell runt kapseln.

Resultatet blir att tunnelhöjden kan minskas och att kapseln kan transporteras i strålskyddsboxen direkt från omlastningsstationen till deponeringshålet. Inuti strålskyddsboxen finns förutom kapseln ett gejderrör och gejdercylindrar. All annan mekanik befinner sig utanför strålskyddsboxen. Detta gör att i stort sett all mekanik är lättåtkomlig även under deponeringsprocessen. Se bilaga 1, SKISS 14-1 - SKISS 14-8.

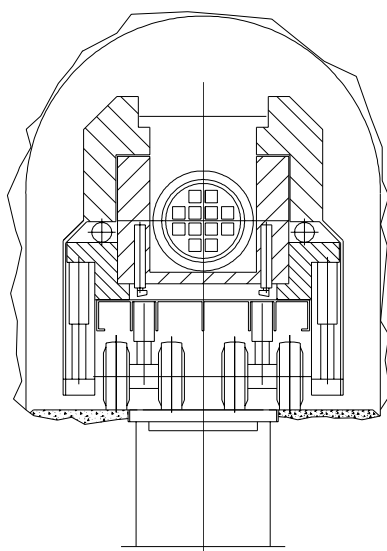
Kapseln placeras i "boxen" på omlastningsstationen varefter alltihop körs på en lågbyggd trailer till deponeringstunneln. Det är hela tiden ur strålskyddssynpunkt möjligt att befinna sig vid boxen.

Alternativet är uppbyggt kring ett frigående fordon av den typen som används vid SFR i Forsmark. Fordonet kan förflytta sig från omlastningsstationen till valfritt aktuellt deponeringshål. En eventuell möjlighet är också att fordonet kör via en ramp direkt från marknivå till deponeringspositionen. Tunnelbotten består av kompakterad grus och asfalt, som ger ett plant körbart underlag för aktuella hjultryck.



Figur 6.2.4 Transportfordon med box.

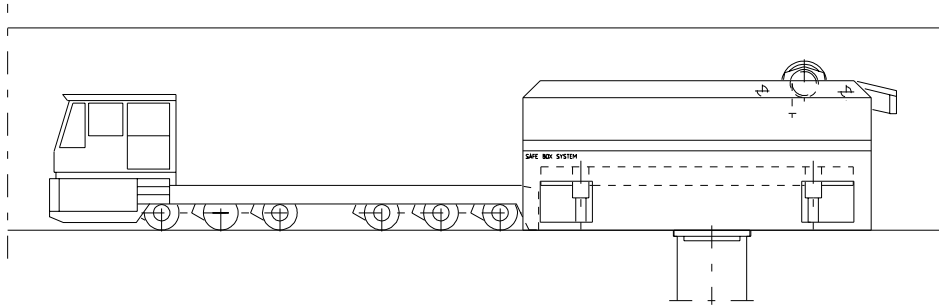
På fordonet fraktas ett stativ som består av en strålskyddsbox vilken omsluter kapseln. Ett lyftbord gör att kapseln ligger i en låg position inför deponeringsrörelsen, vilket i kombination med vridrörelse samt axiell åkrörelse av kapselhållarenheten leder till en låg tunnelhöjd.



Figur 6.2.5 Transportfordon med box, snitt

Deponeringshålet är täckt med ett lock, varvid fordonet kan köra till rätt position samt placera stativet på tunnelbotten. Locket fungerar också som skydd mot inringning av vatten när hålet är förberett med bentonitringar.

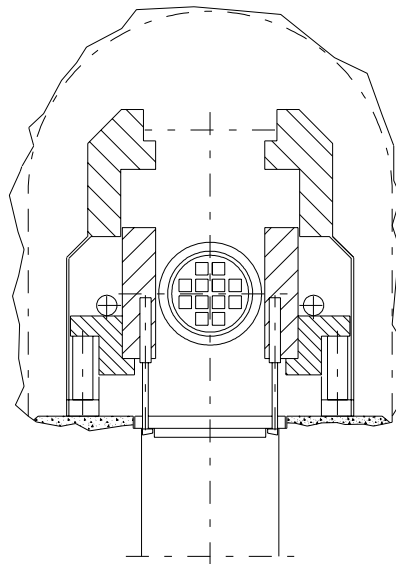
Fordonet kör nu framåt till positionen som figur nedan visar. Här tjänstgör nu fordonets bakre del som strålskydd vid den kommande deponeringsrörelsen.



Figur 6.2.6 Positionering av box.

Lyftbordet sänks ned i låg position varefter hydraulcylindrar med vred greppar locket och lyfter detta.

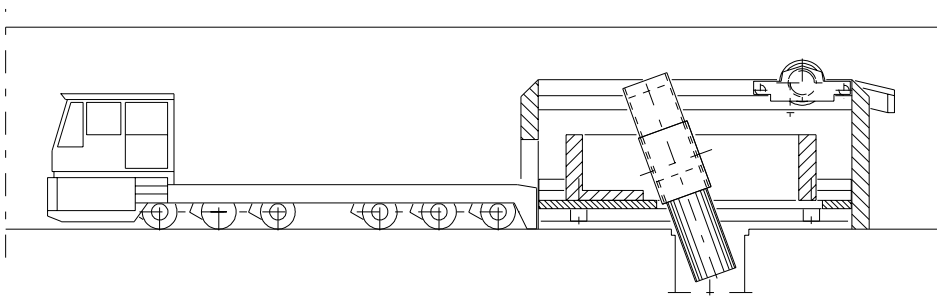
Den axiella åkrörelsen av kapselhållarenheten där ovan nämnda cylindrar är infästa utnyttjas att förflytta locket till en viloposition, se figurer nästa sida.



Figur 6.2.6 Nedsänkning av kapselhållarenhet.

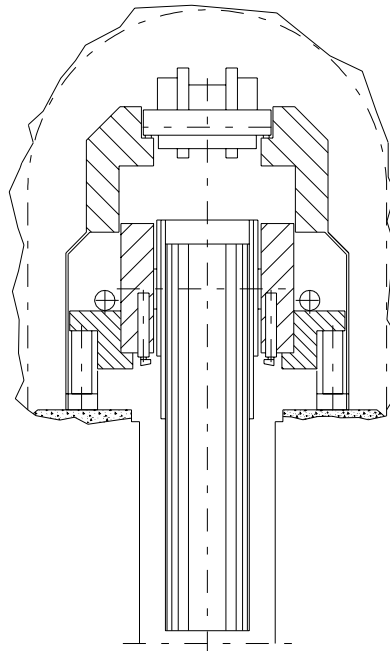
Kapseln kan nu resas samtidigt som den axiella rörelsen av kapselbehållarenheten utförs av liggande hydraulcylindrar. När kapseln närmar sig den vertikala positionen sänker gejderylindrarna kapseln djupare ned i deponeringshålet.

Dessa rörelser ger förutom en låg tunnelhöjd nu möjlighet till dockning av spelmaskineriutrustningen, varefter kapseln kan firas ned i deponeringshålet.



Figur 6.2.8 Deponering.

Figur ovan visar deponeringsrörelsen som sker i den strålskärmda boxen. Processen fjärrstyrs från tunnelmynningen eller vid fordonshytten. Utrustningen är dock till största del åtkomlig om fel uppstår under drift. Kraftmatningen sker med hjälp av strömavtagare i tunneltaket till fordonets hytt vars undre del utgörs av motor och hydraulenhet som driver hela fordonet och utrustningen på stativet.



Figur 6.2.9 Kapseln i vertikal position med kopplat spel klar för nedfirning i deponeringshålet.

6.3 Slutsats

Ur teknisk synvinkel är deponering med ett omgivande strålskydd att föredra framför deponering med kapsel bakom en strålskyddsvägg. Då dessutom SKB har tagit principbeslutet att deponeringen skall utföras med ett fullständigt strålskydd runt kapselns närhet kan detta alternativ ej accepteras.

Huvudprincipen med stående kapsel ger den ur maskinteknisk synvinkel enklaste lösningen, dock kräver den ett högbyggt fordon som med kapsellasten ger en något högre tyngdpunkt. Detta ställer stora krav på körunderlaget samt då fordonet är frigående i tunnelsystemet erfordras god frigång till bergväggar.

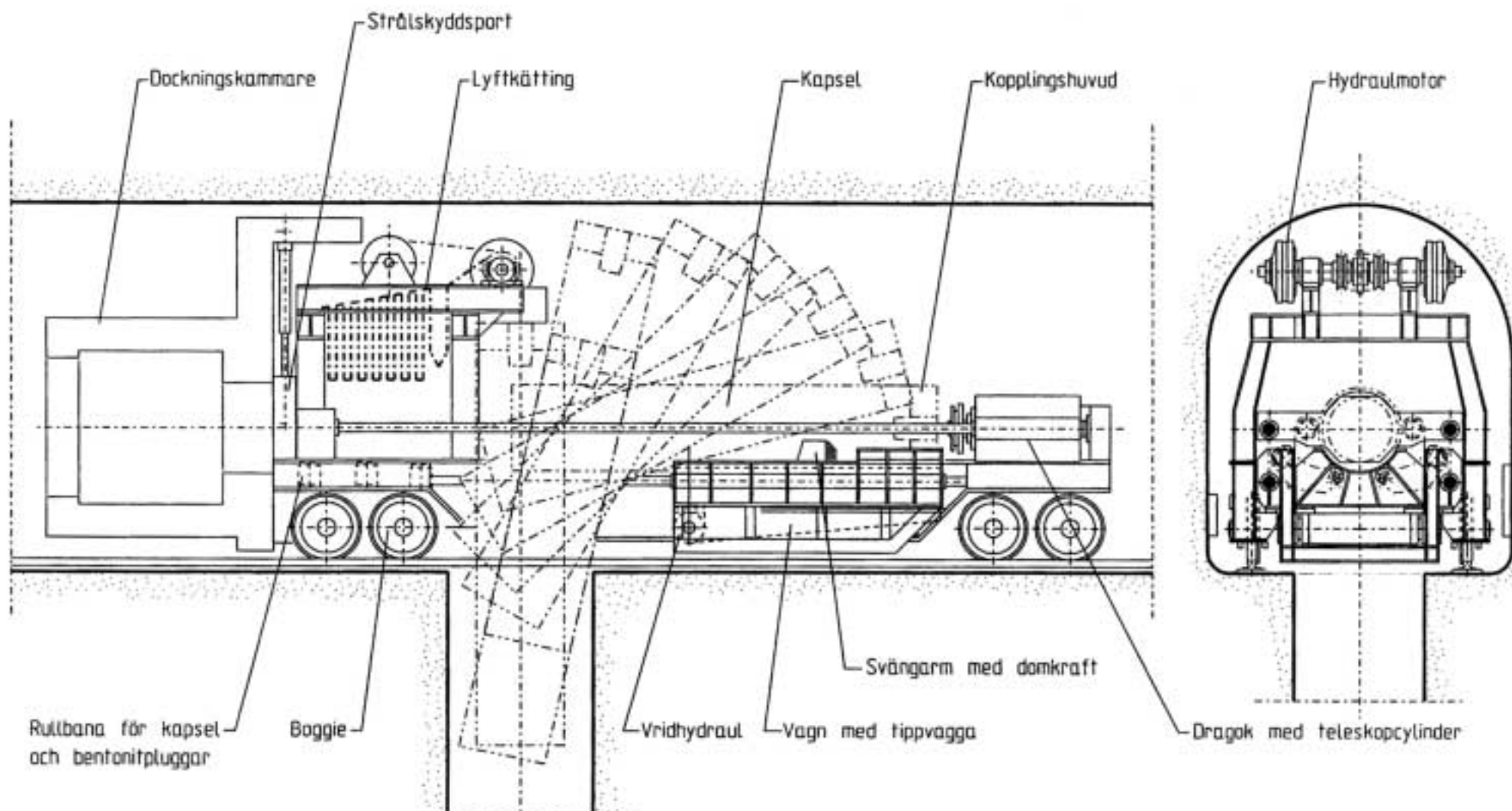
Transport av liggande kapsel ger ej dessa nackdelar men kräver en omlastning vid deponeringstunnelns mynning, detta tillsammans med resningsrörelsen av kapseln ger en något mer komplex hanteringsutrustning. Principen bygger dock på beprövad maskinteknik vilket gör att en god tillförlitlighet nås med en hög säkerhetsnivå.

I valet mellan stående och liggande strålskyddad kapselhantering finns ej några avgörande fördelar respektive nackdelar sett ur strikt teknisk synvinkel som kan påverka bedömningen, valet kan dock påverkas av övrig hantering av kapsel, tunneldimensioner samt av ekonomiska aspekter.

BILAGA 1

Ritningsbilaga: Deponeringsutrustning

Ritning	Beskrivning
SKISS 1	Deponeringsfordon med kapsel bakom strålskyddsskärm.
SKISS 2	Deponeringsfordon med kapsel omsluten av helt strålskydd.
SKISS 3	Deponeringsfordon med kapsel omsluten av delbart strålskydd.
SKISS 4	Deponeringsfordon med "helt paket" bakom strålskyddsskärm.
SKISS 5	Deponeringsfordon med "helt paket" omsluten av delbart strålskydd.
SKISS 6A	Deponeringsstativ med kapsel omsluten av helt strålskydd.
SKISS 6B-1	Deponeringsstativ med kapsel omsluten av delbart strålskydd.
SKISS 6B-2	Deponeringsstativ med kapsel omsluten av delbart strålskydd, plan.
SKISS 6B-3	Deponeringsstativ med kapsel omsluten av delbart strålskydd, snitt.
SKISS 6B-4	Deponeringsstativ med kapsel omsluten av delbart strålskydd, vridrörelse.
SKISS 6B-5	Deponeringsstativ med kapsel omsluten av delbart strålskydd, omlastning.
SKISS 6B-6	Deponeringsstativ med kapsel omsluten av delbart strålskydd, förflyttning av deponeringsstativ.
SKISS 6B-7	Deponeringsstativ med kapsel omsluten av delbart strålskydd, förflyttning av deponeringsstativ.
SKISS 6B-8	Deponeringsstativ med kapsel omsluten av delbart strålskydd, förflyttning av transportfordon.
SKISS 6C	Deponeringsstativ med "helt paket" omsluten av delbart strålskydd.
SKISS 7	Deponeringsstativ med kapsel bakom strålskyddsskärm.
SKISS 8Aa-1	Deponeringsfordon med stående kapsel omsluten av strålskydd.
SKISS 8Aa-2	Deponeringsfordon med stående kapsel omsluten av strålskydd, planvy.
SKISS 8B-1	Deponeringsfordon med stående "helt paket" omsluten av strålskydd.
SKISS 8B-2	Deponeringsfordon med stående "helt paket" omsluten av strålskydd.
SKISS 9	Bentonihanteringsfordon.
SKISS 10	Omlastningsstation.
SKISS 11	Deponeringsfordon för kapsel med alternativt grepp
SKISS 12	Deponeringsfordon med klämgrepp för bar kapsel
SKISS 13	Deponeringsfordon med delbart strålskydd
SKISS 14-1	Deponeringsfordon för strålskyddad kapsel, box-alternativ.
SKISS 14-2	Deponeringsfordon för strålskyddad kapsel, box-alternativ.
SKISS 14-3	Deponeringsfordon för strålskyddad kapsel, box-alternativ.
SKISS 14-4	Deponeringsfordon för strålskyddad kapsel, box-alternativ.
SKISS 14-5	Deponeringsfordon för strålskyddad kapsel, box-alternativ.
SKISS 14-6	Deponeringsfordon för strålskyddad kapsel, box-alternativ.
SKISS 14-7	Deponeringsfordon för strålskyddad kapsel, box-alternativ.
SKISS 14-8	Deponeringsfordon för strålskyddad kapsel, box-alternativ.



Rullbana för kapsel och bentonitpluggar

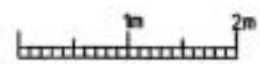
Boggie


Svängarm med domkraft

Vridhydraul

Vagn med tippvagg

Dragok med teleskopcylander



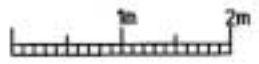
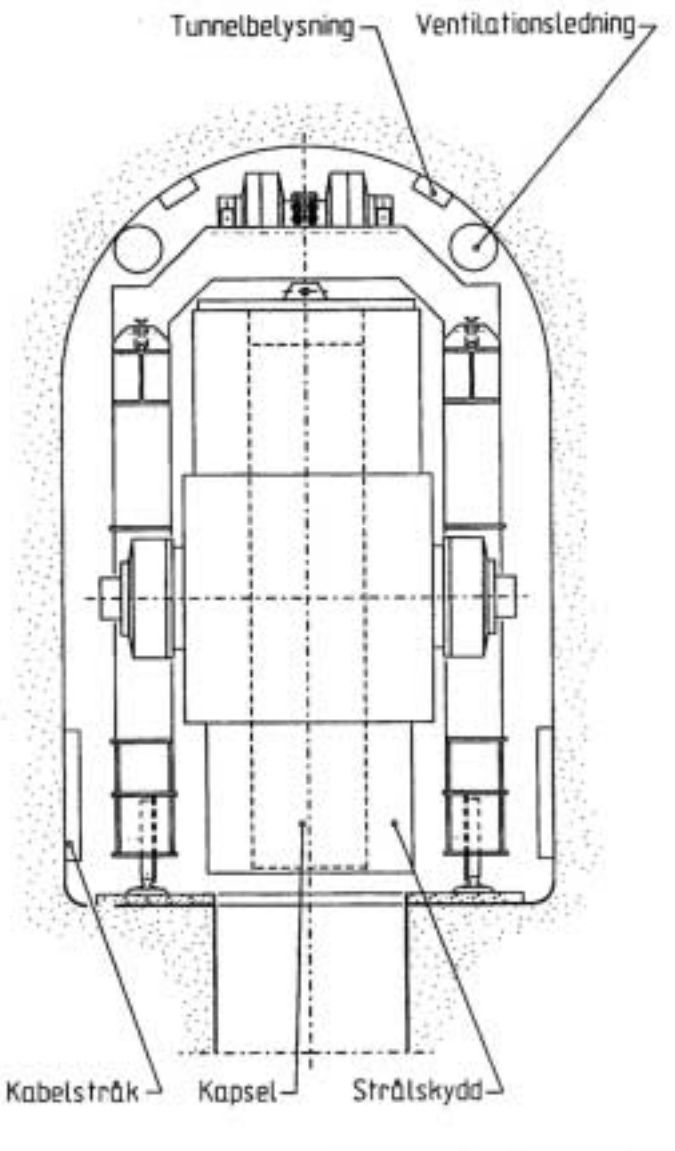
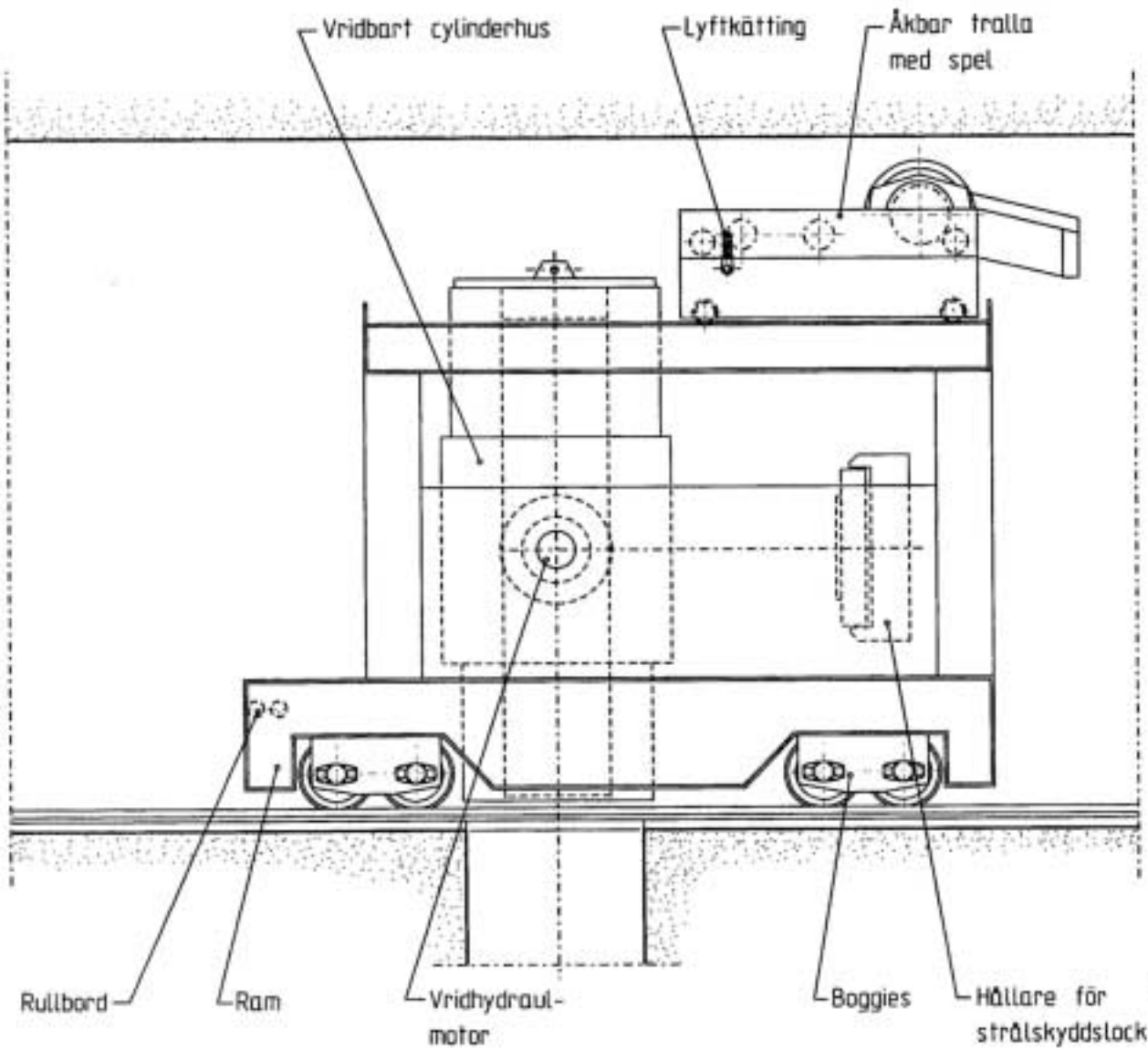

VBB Anläggning
 VBB Anläggning AB
 Gölvvettpalen 72, Box 34044, 100 26 Stockholm
 Tel. 08-6754000

AVTÄNDRING AV	TEKNIKER AV	ARBETSDAGEN
HAJ	HAJ	21006103
BYGG N:	1997-01-15	

alt'rit.dgn

SKB
 Reparationsutrustning
 Reparationsfordon för bar kapsel

SKALA:	
SKISS 1	



VBB Anläggning
 VBB Anläggning AB
 Gårdsvägen 22, Box 31844, 190 26 Stockholm
 Tel. 08-6956000

DRAG AV: HÖRSTEN AV: GRANSKAD AV: ÅRSSTÄLLNING
 HAJ HAJ 21006103

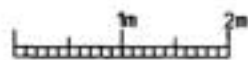
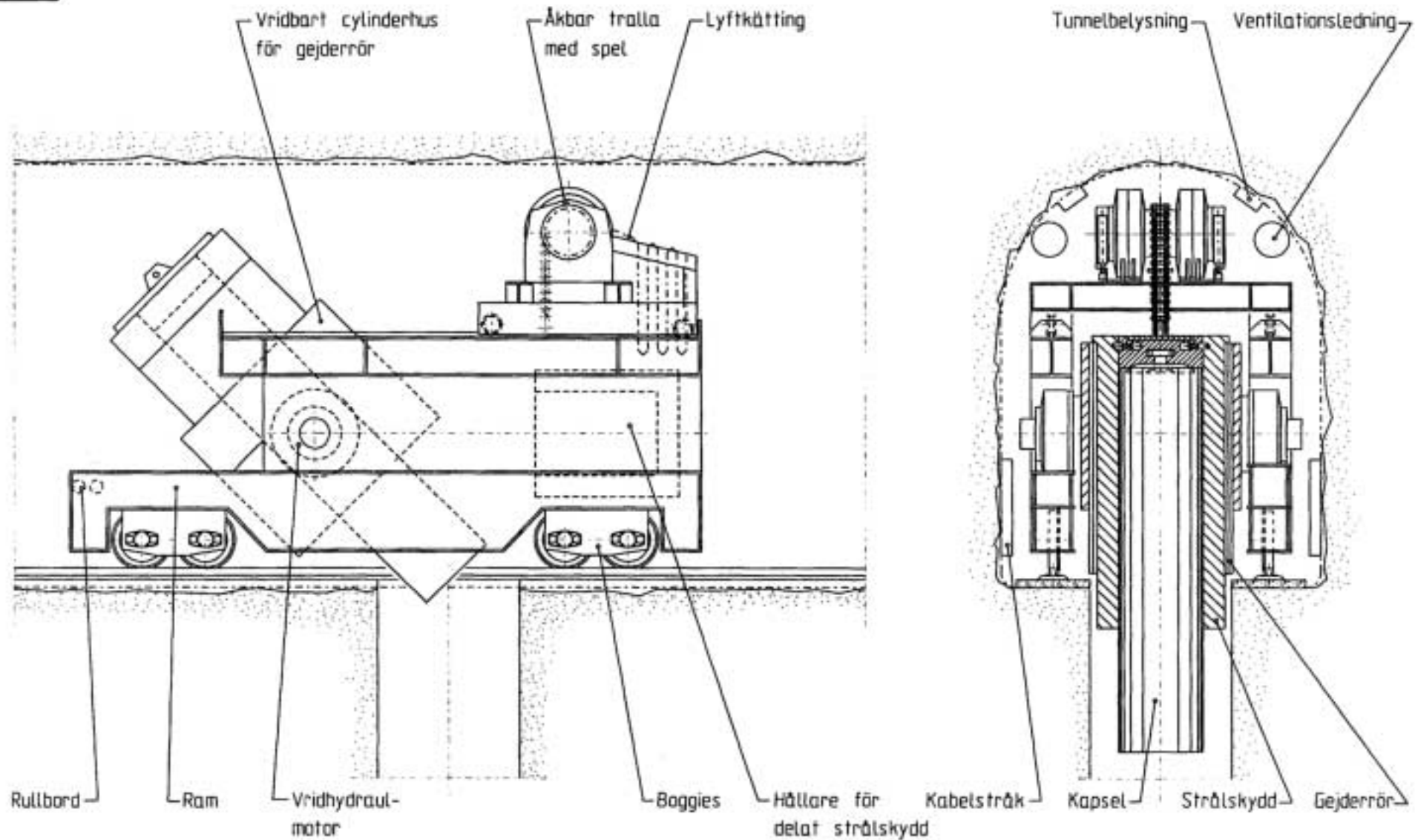
BYGGN. Nr. 1997-01-10

alt2rit.dgn

SKB
 Deponeringsutrustning
 Deponeringsfordon för strålskyddad
 kapsel

SKALA:
SKISS 2

ANDR. RIT



VBB Anläggning

VBB Anläggning AB
 Gårsvägen 72, Box 31044, 100 26 Stockholm
 Tel. 08-6754000

BYGG AV: HAJ HAJ
 GRANSKAD AV: HAJ HAJ
 ANSÖKNUMMER: 21006103

BYGG N: alt3rit.dgn
 1997-01-09

SKB

Deponeringsutrustning

Deponeringsfordon med delbart strålskydd

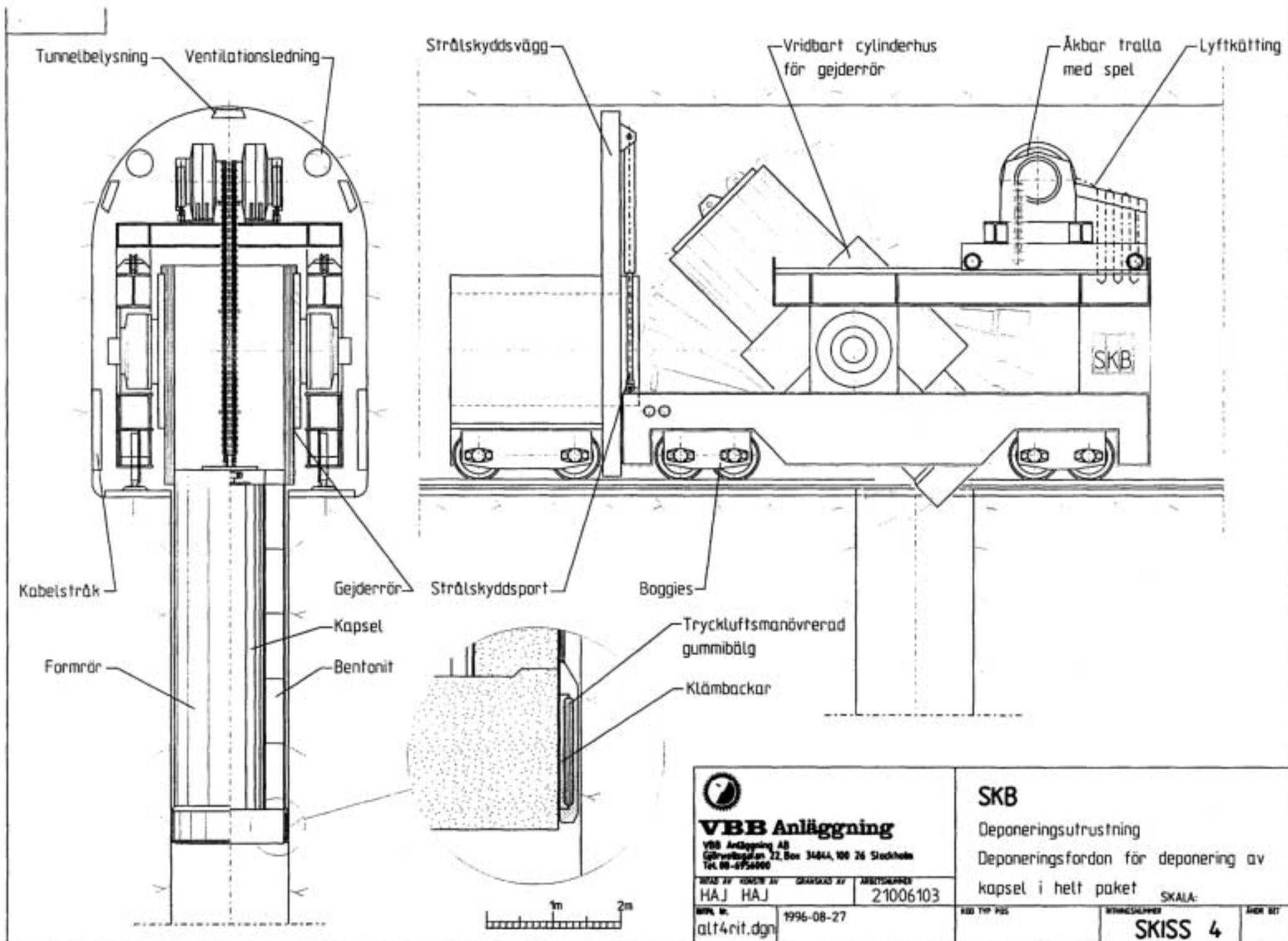
SKALA:

SKISS 3

600 TYP P05

BYGGNINGSNUMMER

ÅGER BY

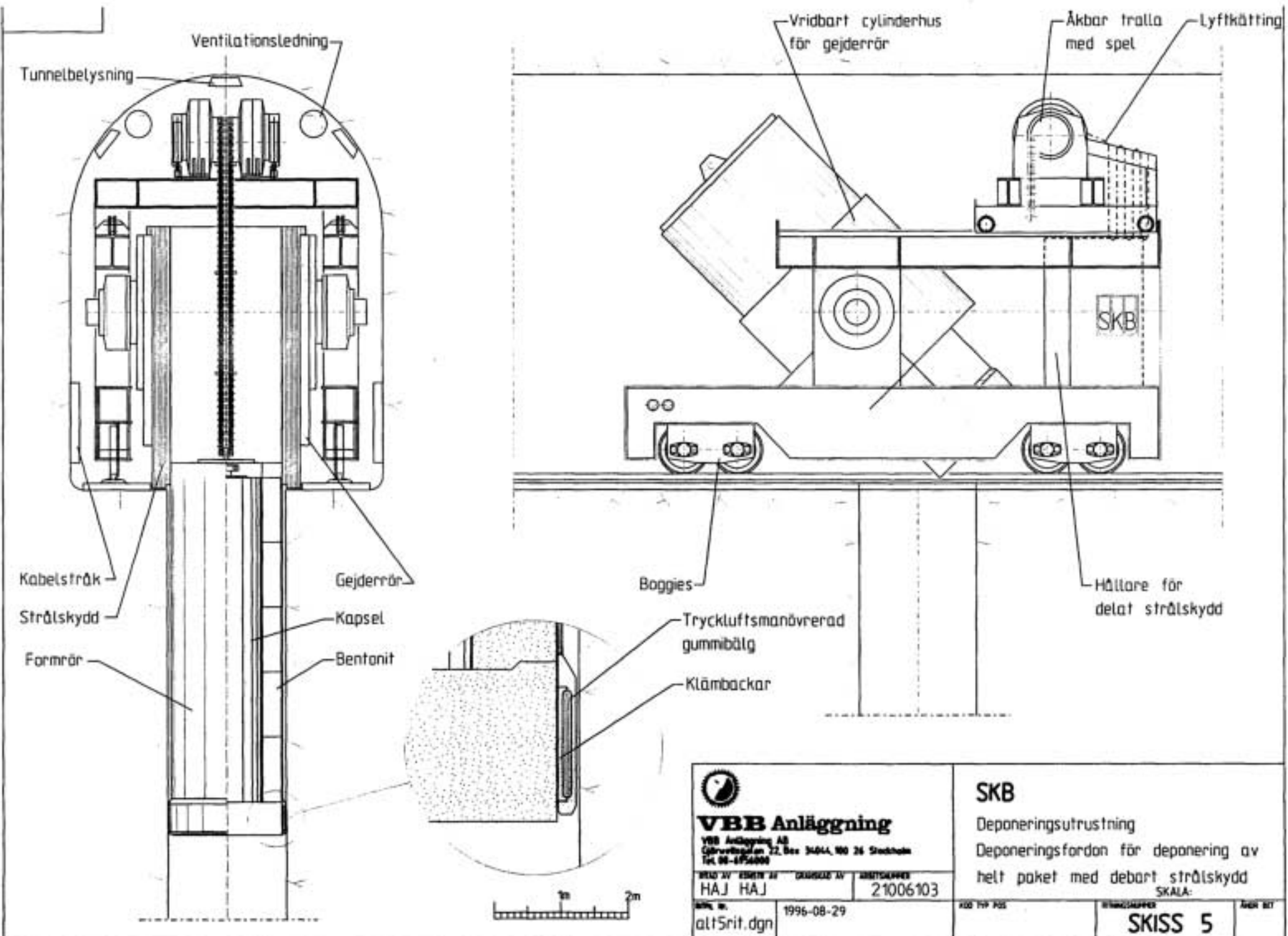



VBB Anläggning
 VBB Anläggning AB
 Görnvångsgatan 27, Box 31844, 106 26 Stockholm
 Tel. 08-6754000

AVTAL AV KÖP AV	DRAGSKISS AV	ARBETSNUMMER
HAJ HAJ		21006103
BYGG. N:	1996-08-27	
alt4rit.dgn		

SKB
 Deponeringsutrustning
 Deponeringsfordon för deponering av
 kapsel i helt paket

SKALA:
 SKISS 4





VBB Anläggning

 VBB Anläggning AB

 Gölvväggen 12, Box 3404, 100 26 Stockholm

 Tel. 08-6754000

 DRAGNING AV: HAJ HAJ

 ARBETSNUMMER: 21006103

 DATE: 1996-08-29

 FILE: alt5rit.dgn

SKB

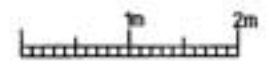
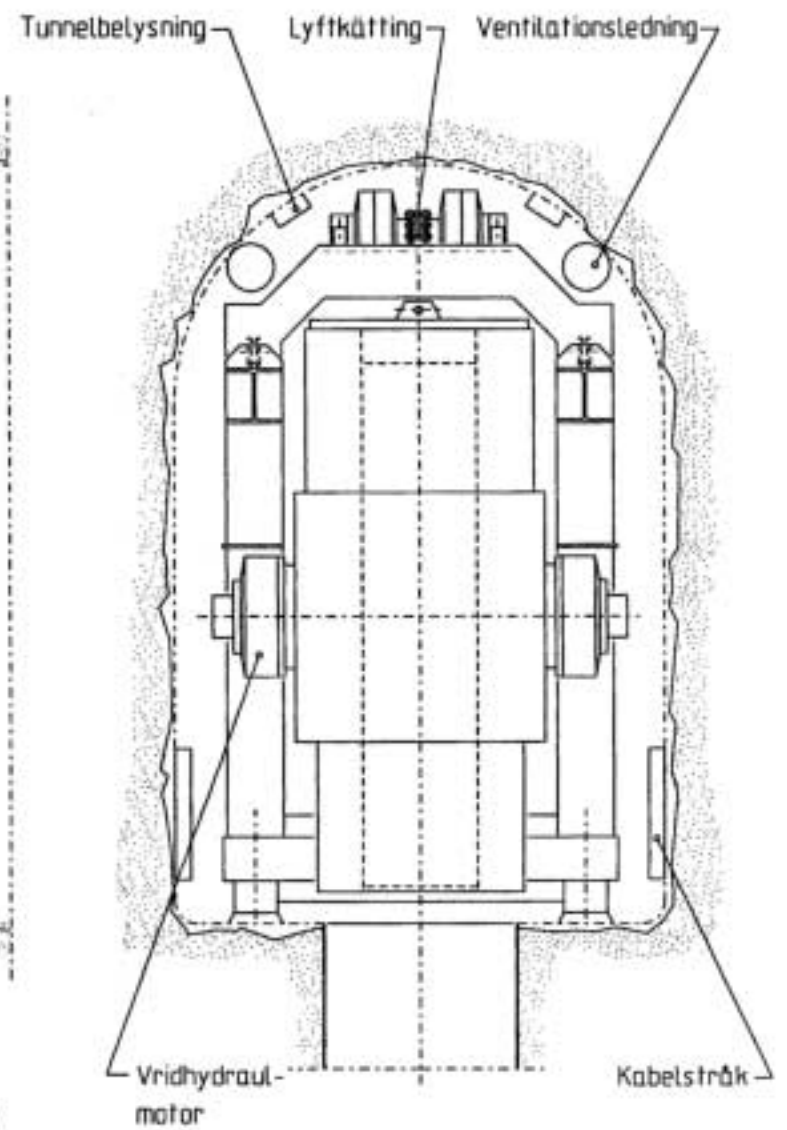
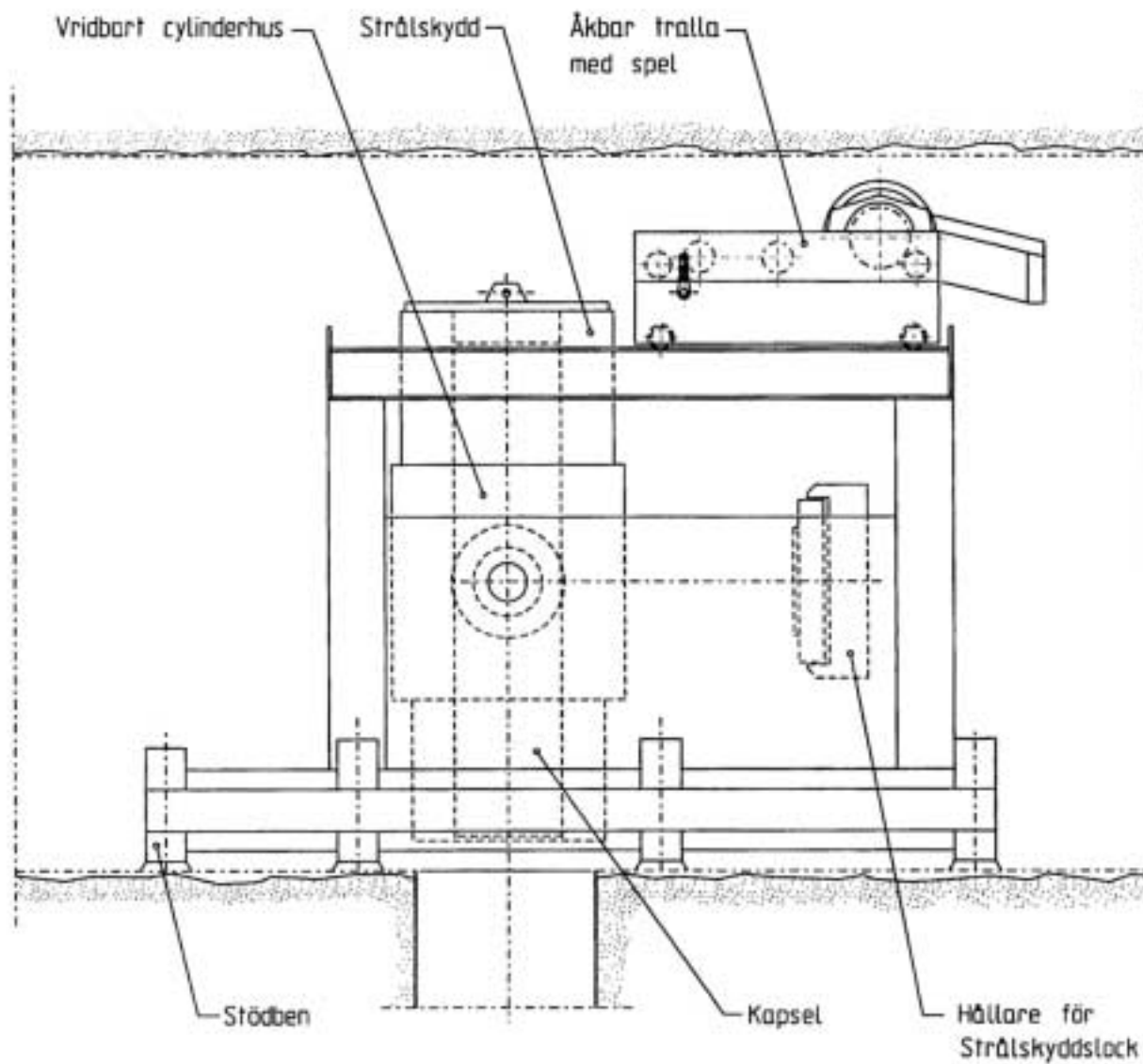
 Deponeringsutrustning

 Deponeringsfordon för deponering av

 helt paket med delat strålskydd

 SKALA:

SKISS 5



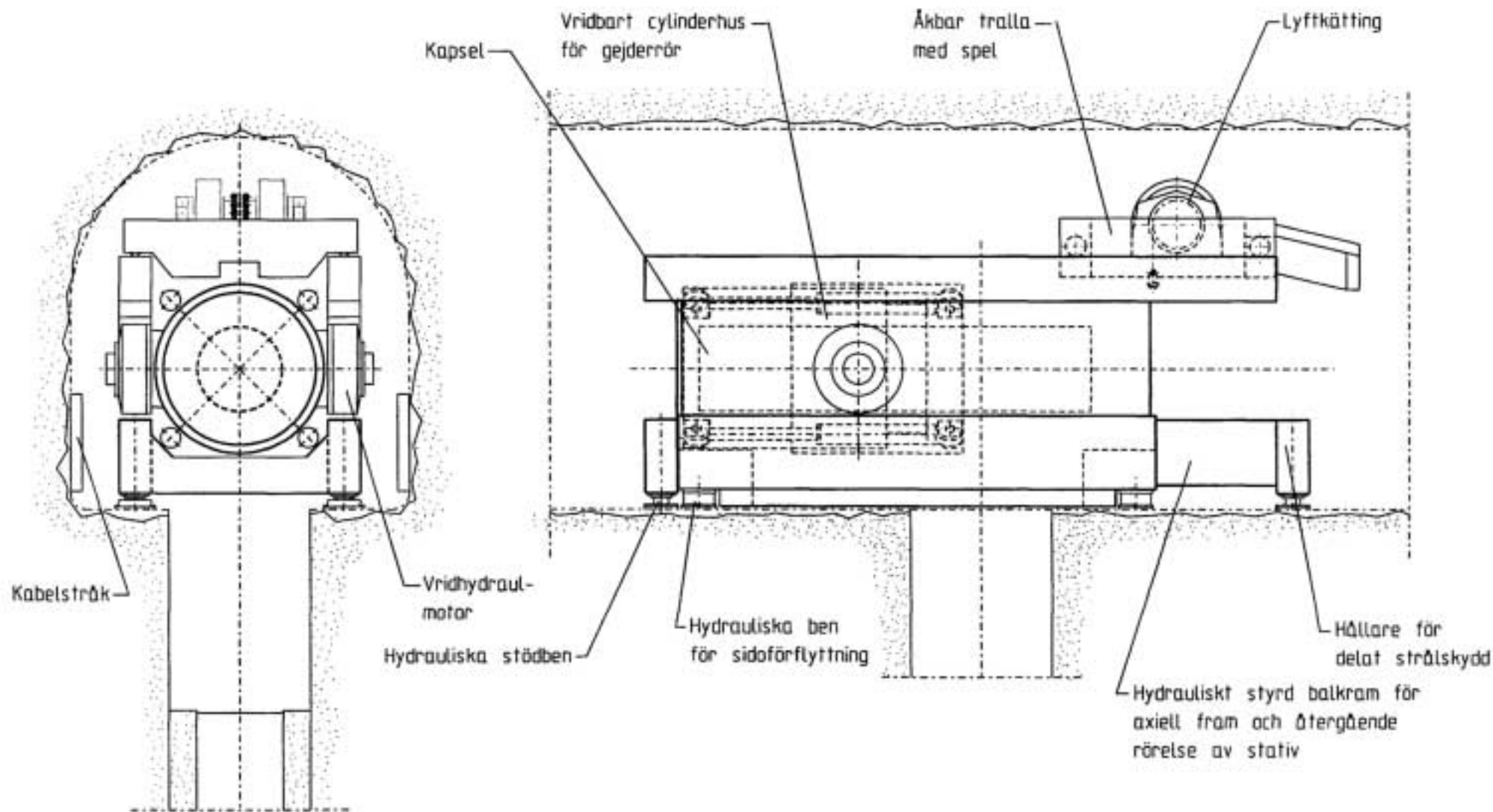

VBB Anläggning
 VBB Anläggning AB
 Görvågsgatan 22, Box 34044, SE 26 Stockholm
 TEL 08-4754000


REVISOR AV KONST AV	GRANSKAD AV	ARBETSNUMMER
HAJ HAJ		21006103
Bl. nr.	1997-01-15	
alt6a.dgn		

SKB
 Deponeringsutrustning
 Deponeringsstativ med strålskyddad
 kapsel

SKALA:
SKISS 6A

SKB TYP PDS
 SKISS/GRANSKAD
 SKB 501




VBB Anläggning
 VBB Anläggning AB
 Görvälnsplan 22, Box 31844, 100 26 Stockholm
 Tel. 08-4754000

BRÅD 21	KONSTR AV	DRÅGSKIZ AV	ARBETSDOKUMENT
HAJ	HAJ		21006103
BYGG. NR.	1995-10-31	BYGG. TYP FÖR	BYGGNADSKLIPPET
al16b.dgn			

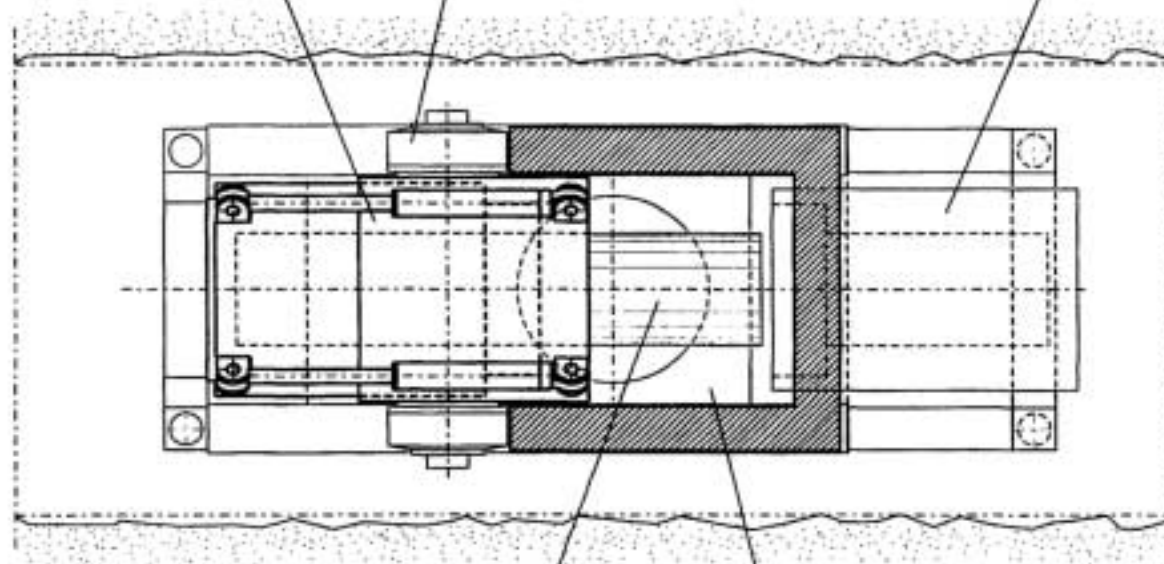
SKB
 Deponeringsutrustning
 Deponeringsstativ med delbart strålskydd

SKALA:
SKISS 6B-1

Vridbart cylinderhus
för gejderrör

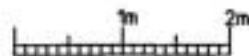
Vridhydraul-
motor

Delat strålskydd



Kapsel

Strålskyddskammare



VBB Anläggning

VBB Anläggning AB
Gjörvågsgatan 22, Box 34844, 100 26 Stockholm
Tel. 08-4954000

BRÅD AV EDSTAV AV GRANSKAD AV ARBETSUPPER
HAJ HAJ 21006103

BYG. Nr. 1995-10-31
alt6b.dgn

SKB

Deponeringsutrustning

Deponeringsstativ med delbart strål-
skydd, plan

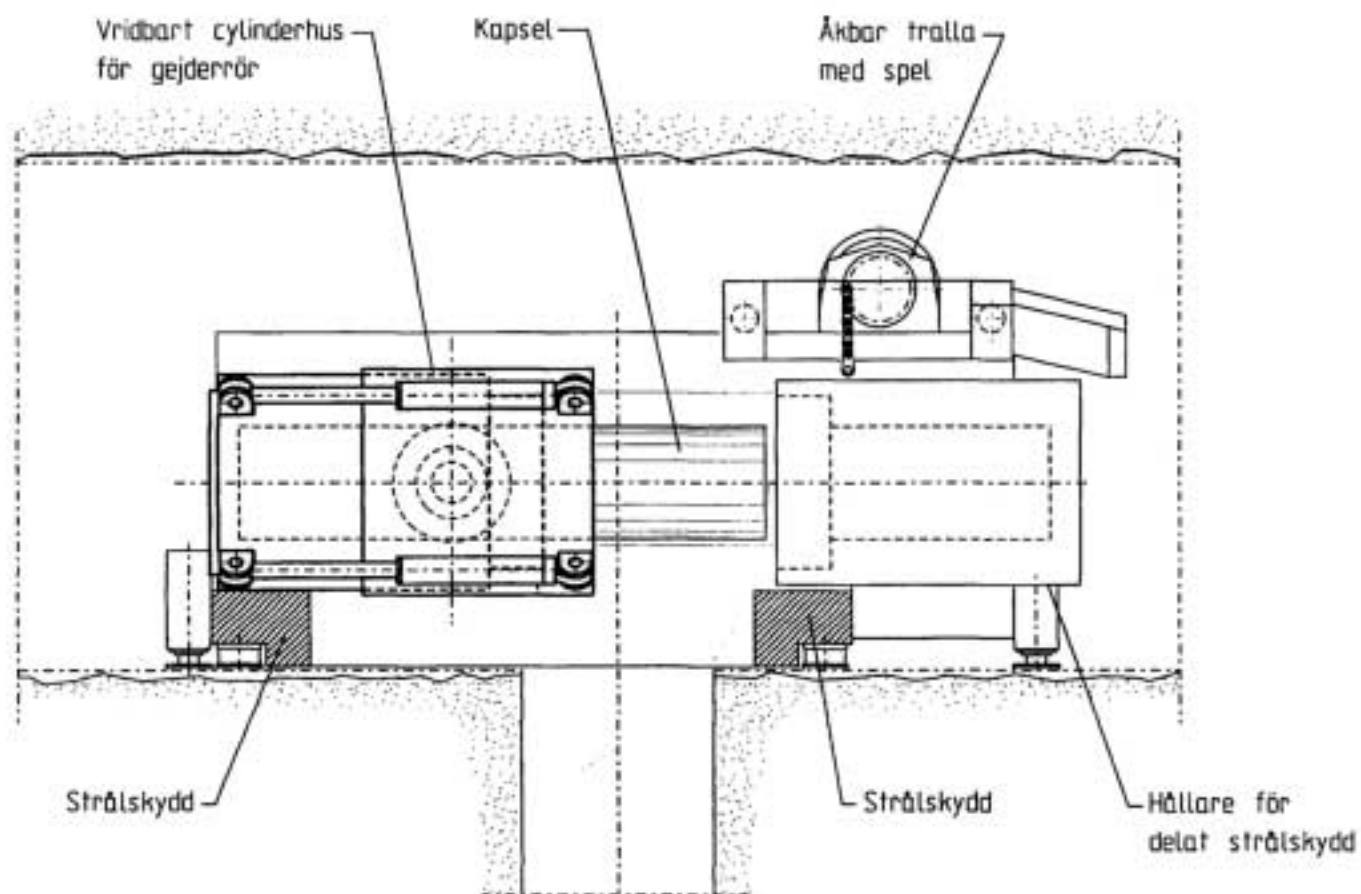
SKALA:

ARB. TYP NOS

BYGGSKUPPEN

ÅRER SET

SKISS 6B-2



VBB Anläggning

VBB Anläggning AB
Görvägstråtan 22, Box 34844, 100 24 Stockholm
Tel. 08-6756000

DRAG AV: KROK AV: ÖVERSIKT AV: ANORDNINGEN
HAJ HAJ 21006103

BYGG. N. 1996-10-31
alt6b.dgn

SKB

Deponeringsutrustning

Deponeringsstativ med delbart strålskydd, snitt

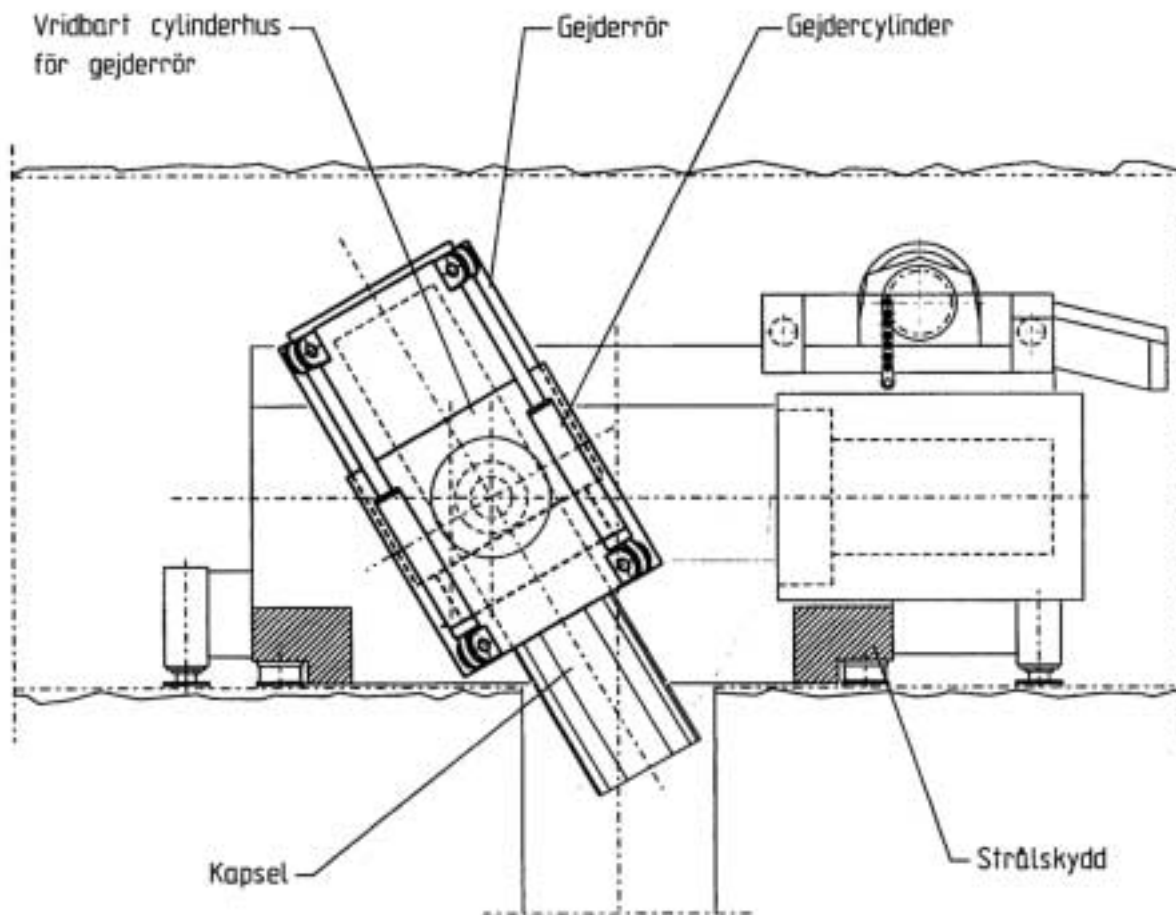
SKALA:

400 TYP F05

BYGGNINGSPAPP

SKISS 6B-3

ANDR. 01



VBB Anläggning

VBB Anläggning AB
 Görvallsgränd 22, Box 31044, 100 26 Stockholm
 Tel. 08-6754000

BEAD AV KONST AV SKISSAV AV ARBETSNUMMER
 HAJ HAJ 21006103

SKISS Nr. 1996-10-31
 alt6b.dgn

SKB

Deponeringsutrustning

Deponeringsstativ med delbart strålskydd, vridrörelse

SKALA:

KOB TYP P02

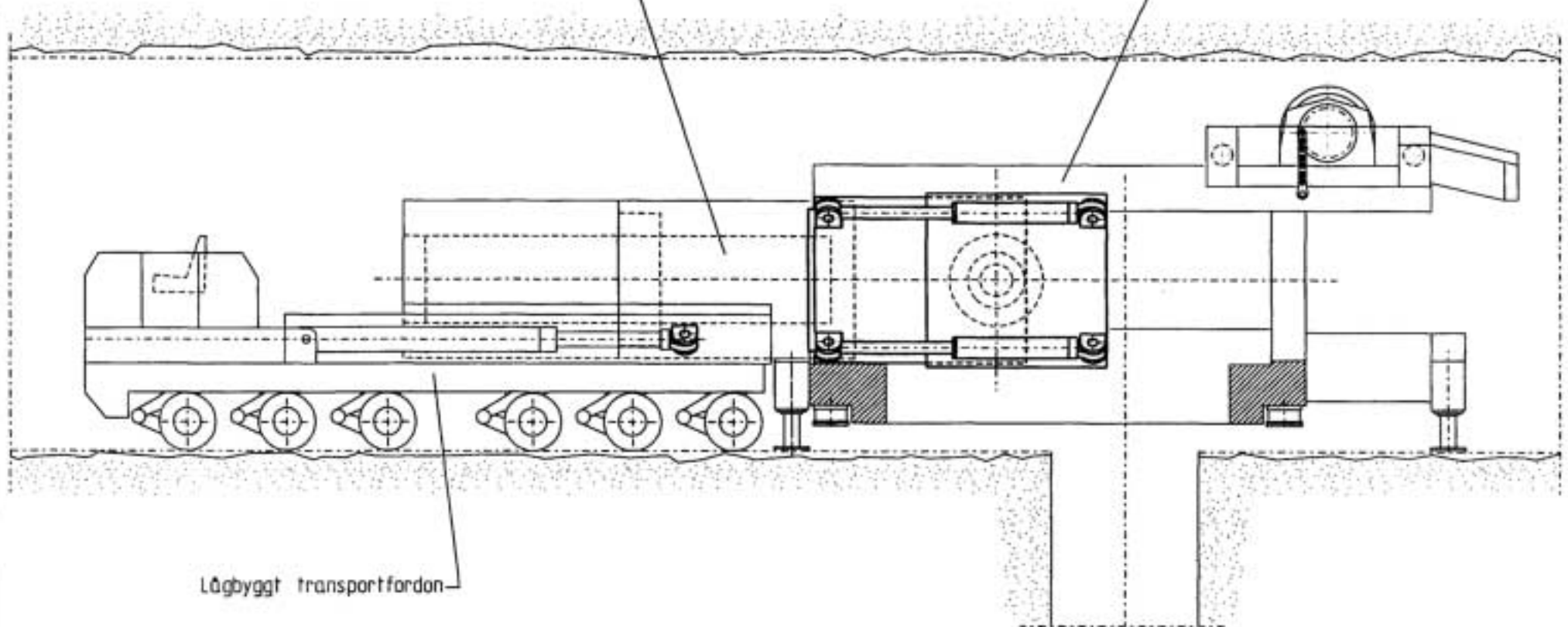
ARBETSNUMMER

SKISS 6B-4

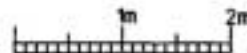
SKISS Nr.

Kapsel i delbart strålskydd

Deponeringsstativ



Lågbyggt transportfordon



VBB Anläggning

VBB Anläggning AB
Göteborgsgatan 27, Box 31644, 100 26 Stockholm
Tel. 08-6756000

BYGG AV KONSTR AV GRANSKAD AV ANMÄLNINGEN
HAJ HAJ 21006103

BYGG N. 1996-10-31
alt6b.dgn

SKB

Deponeringsutrustning

Deponeringsstativ med delbart strålskydd, omlastning

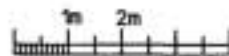
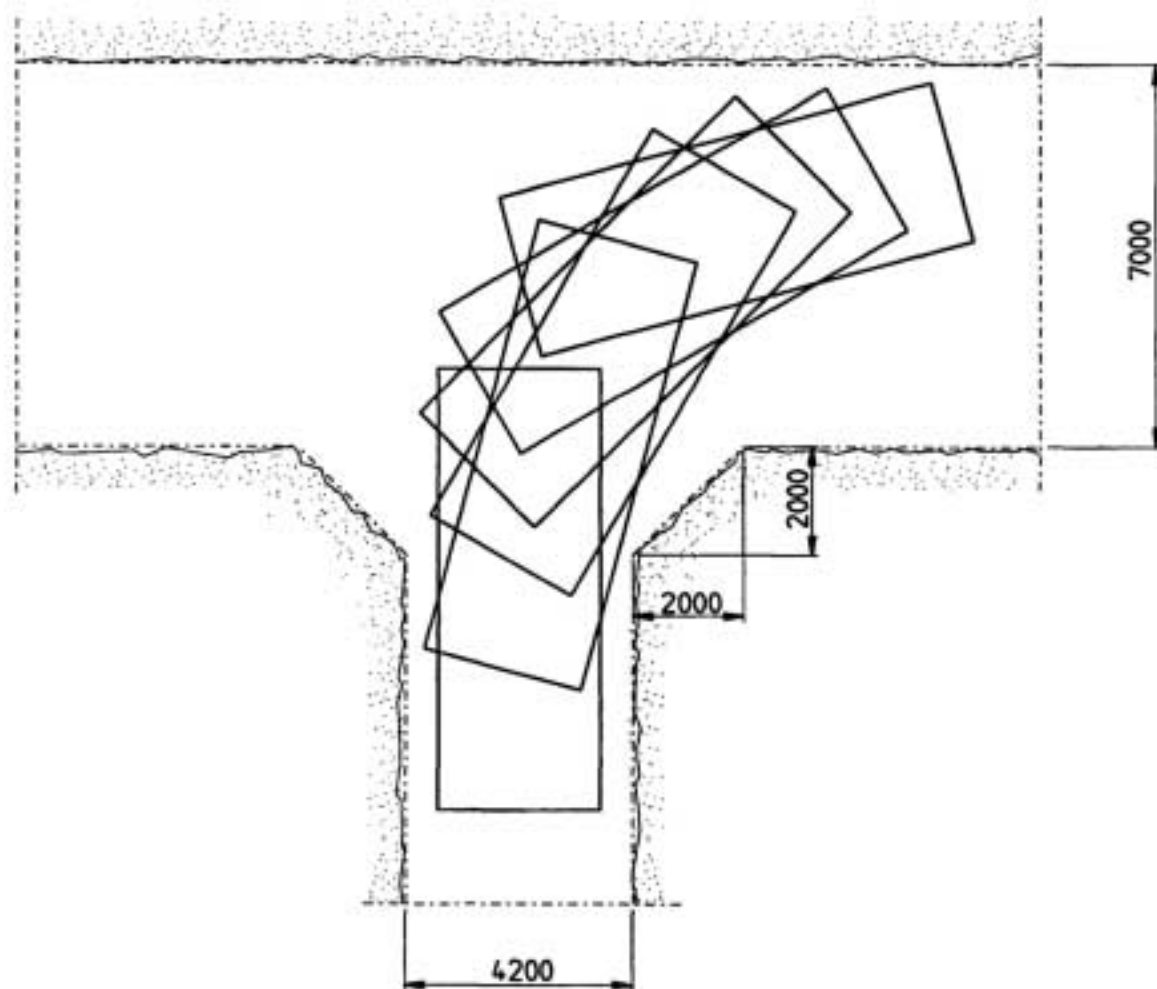
SKALA:

KOD TYP PDS

BYGGNADSRIS

SKISS 6B-5

ÅRER 001



VBB Anläggning

VBB Anläggning AB
 Gårveväg 22, Box 34844, 100 26 Stockholm
 Tel. 08-4754000

BERÄD AV: HAJ HAJ GRANSKAD AV: ARBETSNUMMER: 21006103

SKISS Nr. 1996-10-31
 a1f6b.dgn

SKB

Deponeringsutrustning

Deponeringsstativ med delbart strål-
 skydd, förflyttning av dep.stativ

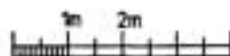
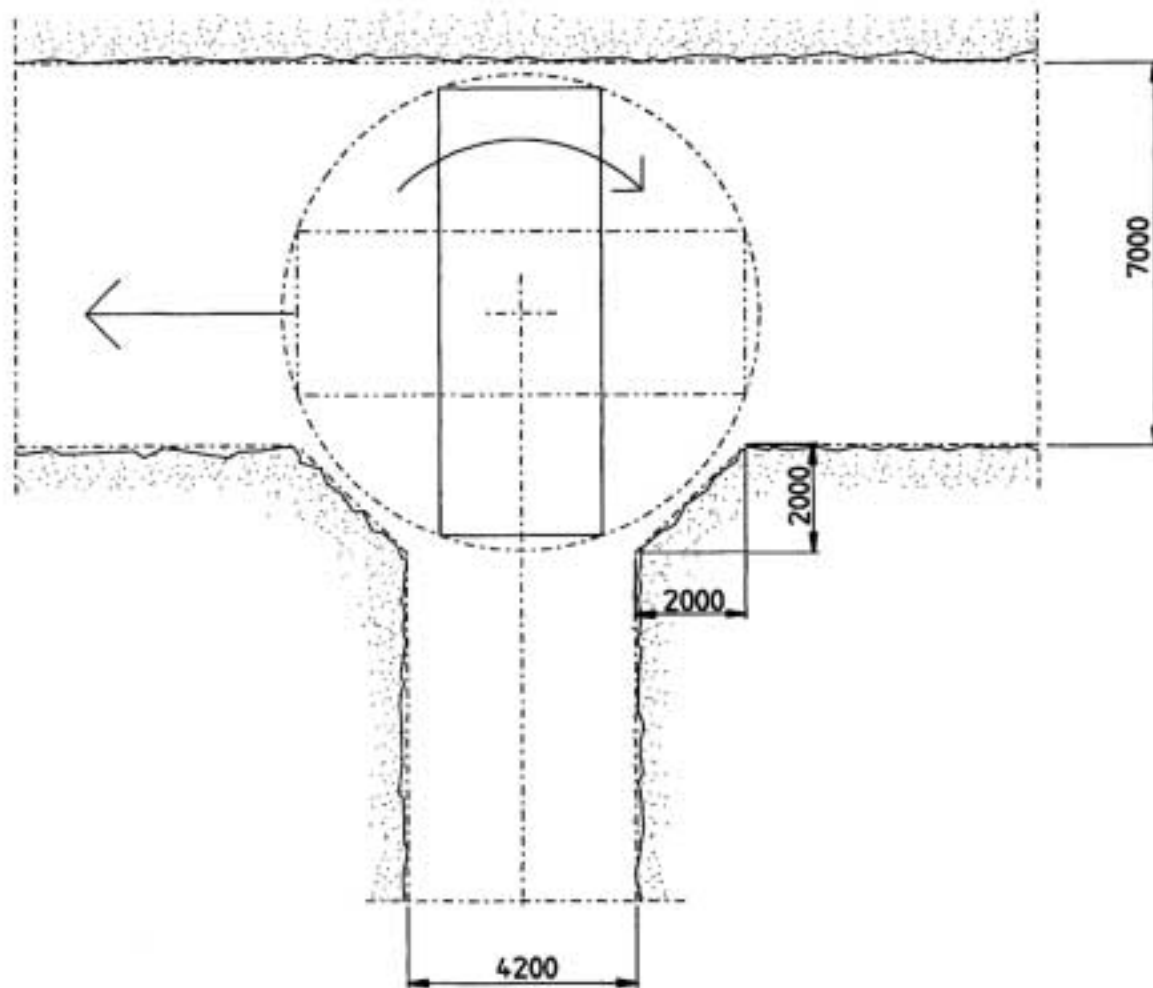
SKALA:

KOD TYP PÅS

BYGGSKAPEN

ANDR SET

SKISS 6B-6



VBB Anläggning

VBB Anläggning AB
 Gårdsvägen 22, Box 3484, 100 26 Stockholm
 Tel. 08-6754000

BYGG AV	KONTROLL AV	ARBETSNUMMER
HAJ	HAJ	21006103

BYGG. Nr.	1996-10-31
altf6b.dgn	

SKB

Deponeringsutrustning

Deponeringsstativ med delbart strålskydd, förflyttning av dep.stativ

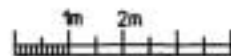
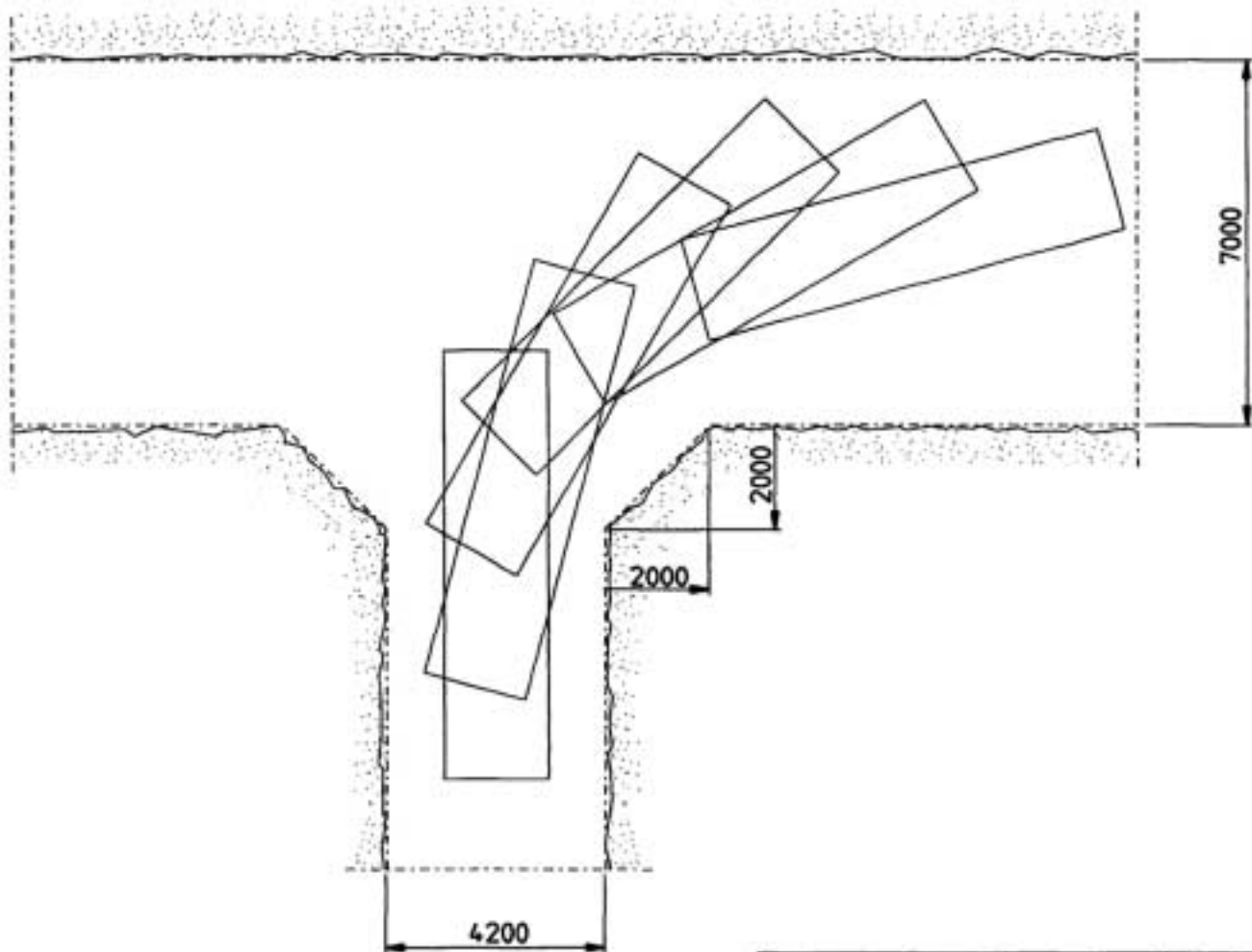
SKALA:

400 TYP 703

BYGGNINGEN

SKISS 6B-7

BYGG. BYT



VBB Anläggning

VBB Anläggning AB
Görvallsgränd 22, Box 34044, 100 26 Stockholm
Tel. 08-4756000

REVISOR AV KONTOR AV GRANSKAD AV ARBETSSTÄLLEN
HAJ HAJ 21006103

BYGG. Nr. 1996-10-31
altf6b.dgn

SKB

Deponeringsutrustning

Deponeringsstativ med delbart strål-
skydd, förflyttning av transportfordon

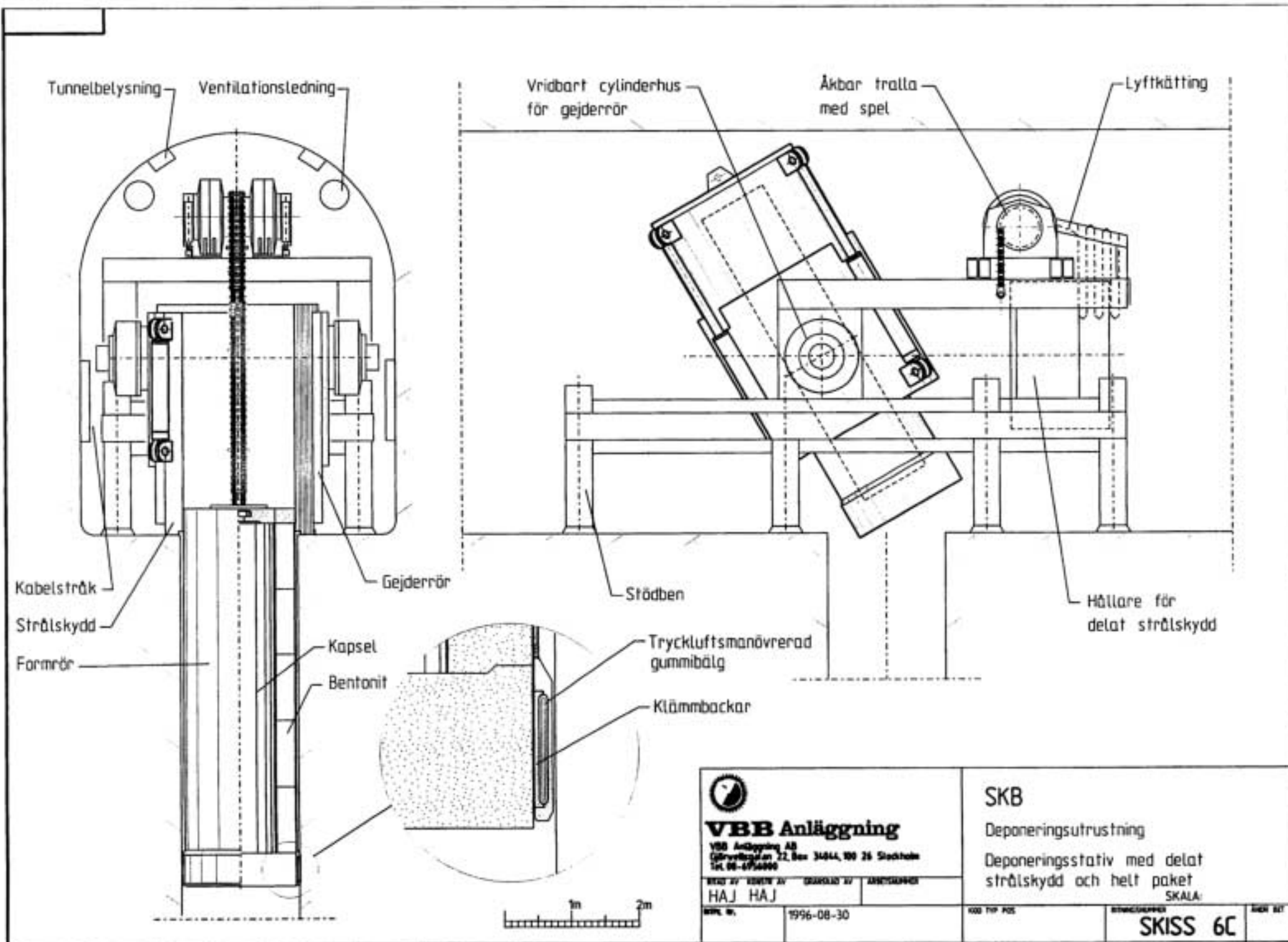
SKALA:


KOD TYP PDS

BYGGSKAPEN

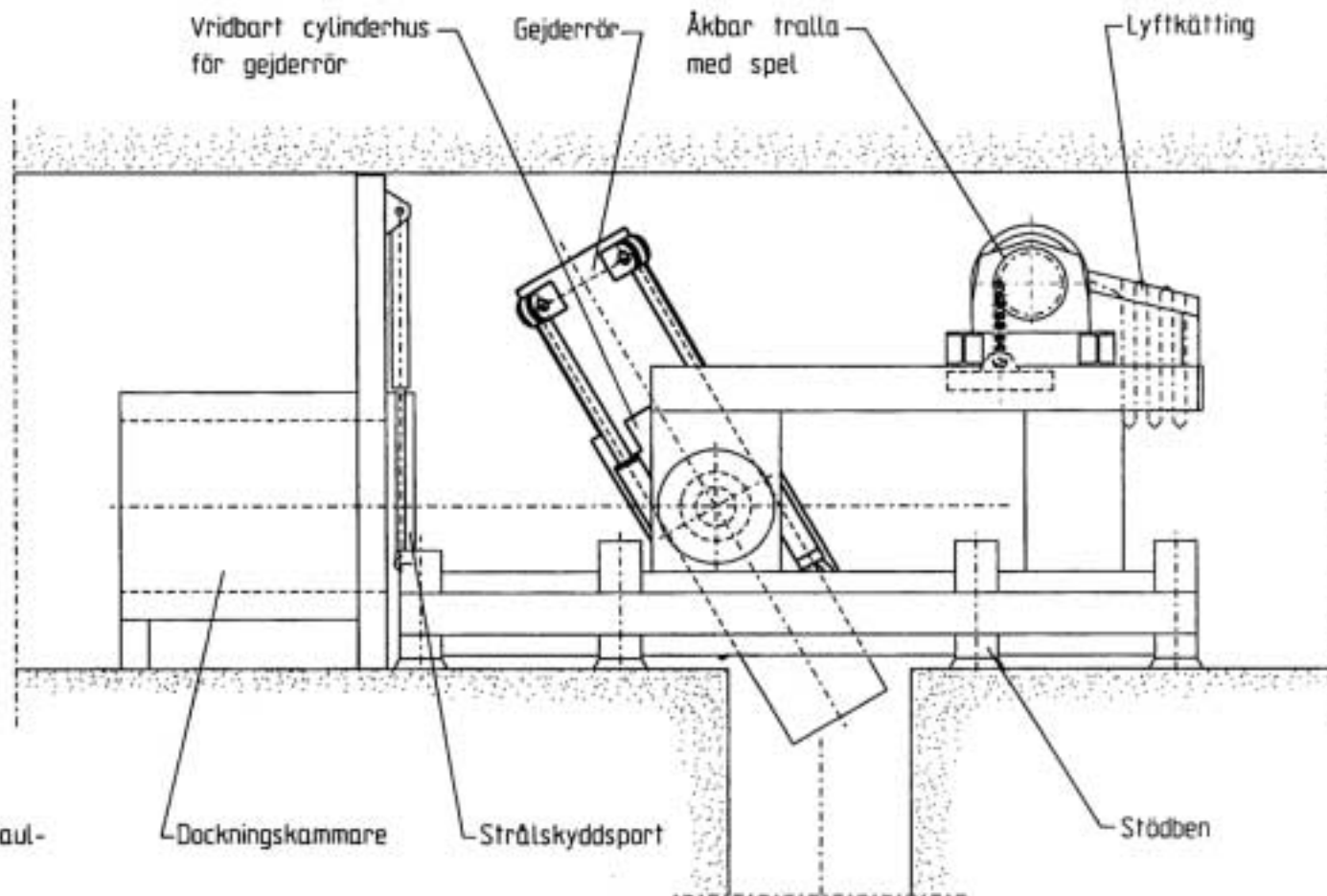
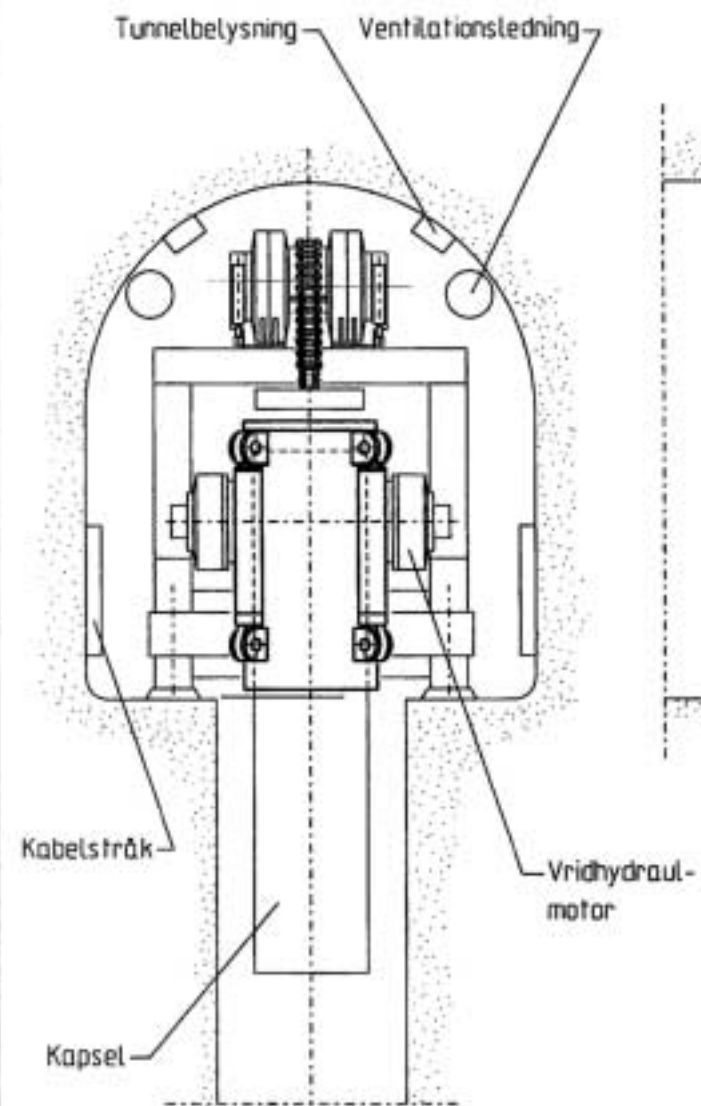
LÖSN. SET

SKISS 6B-8



 VBB Anläggning VBB Anläggning AB Gårdsvägen 22, Box 34844, 100 26 Stockholm Tel. 08-6756800	
BYGG AV: EDVITA AV	GRANSKAD AV: ANNE/SCHERER
HAJ HAJ	
BYGG N.:	1996-08-30

SKB Deponeringsutrustning Deponeringsstativ med delat strålskydd och helt paket SKALA:	SKISS 6C <small>BYGGGRUPPEN</small> <small>BYGG SET</small>
---	--



VBB Anläggning

VBB Anläggning AB
Görvelsgatan 22, Box 31844, 100 26 Stockholm
Tel. 08-6754800

BYGG AV KOSTER AV GRANSKAD AV ARBETSUPPER
HAJ HAJ 21006103

BYGG. N. 1996-09-02
alt7rit.dgn

SKB

Deponeringsutrustning
Deponeringsstativ med bar kapsel
bakom strålskyddsskärm

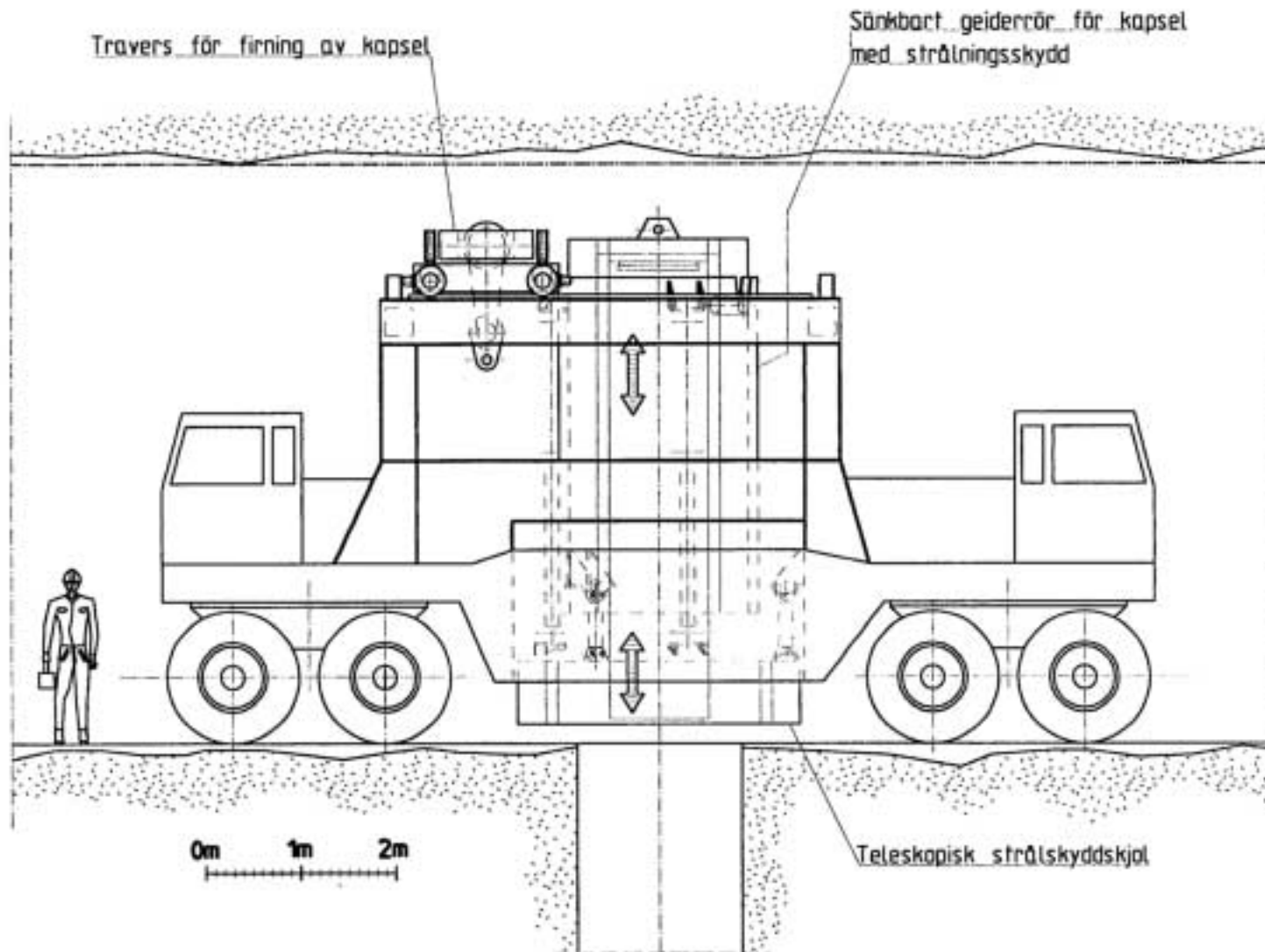
SKALA:

SKISS 7

BYGG TYP F05

BYGGNINGSPROJEKT

ÅRSK. NIT



VBB Anläggning

VBB Anläggning AB
 Gröndalsvägen 72, Box 3044, SE-261 26 Svedala
 Tel. 08-574500

BYGG AV KONTOR AV OMRÅD AV ARBETSSTÄLLNING

KHL KHL 21006103

SKISS NO.

attfaga.dgn

SKB

Deponeringsutrustning
 Deponeringsfordon för strålskyddad
 kapsel, sidvy

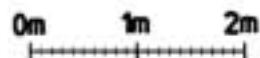
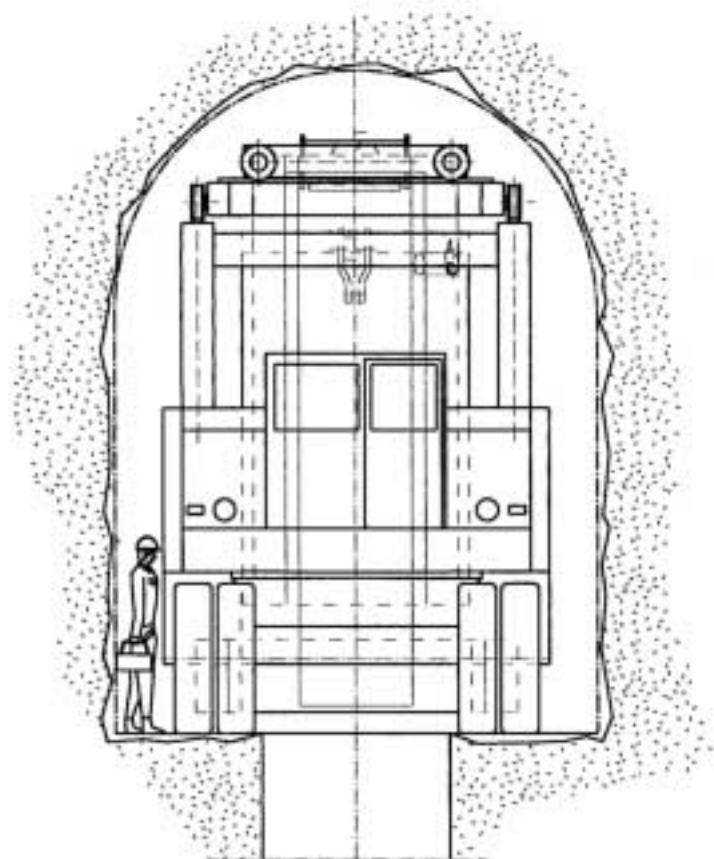
SKALA:

400 TYP F03

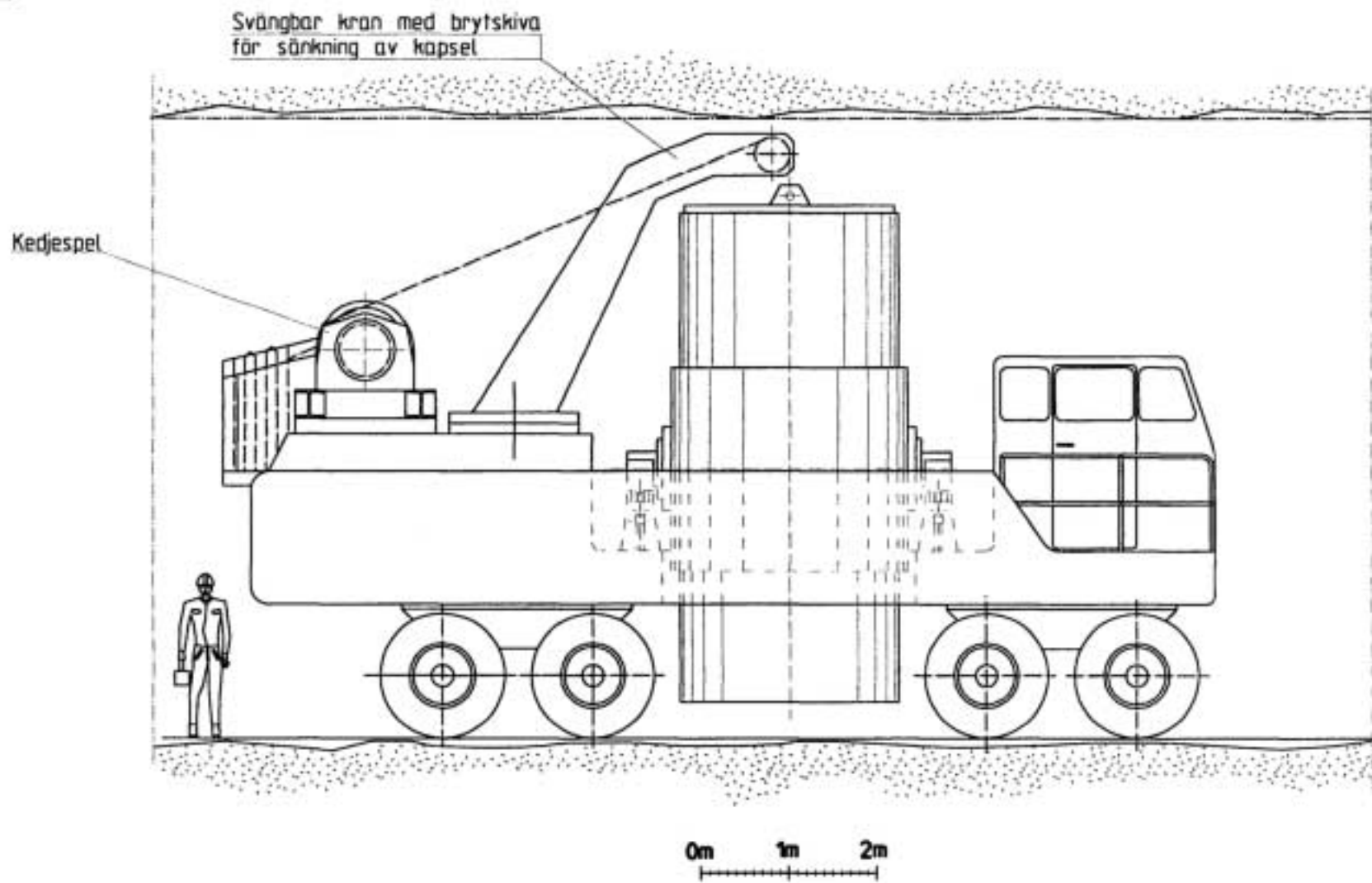
BYGG/SKISS

SKISS NO.

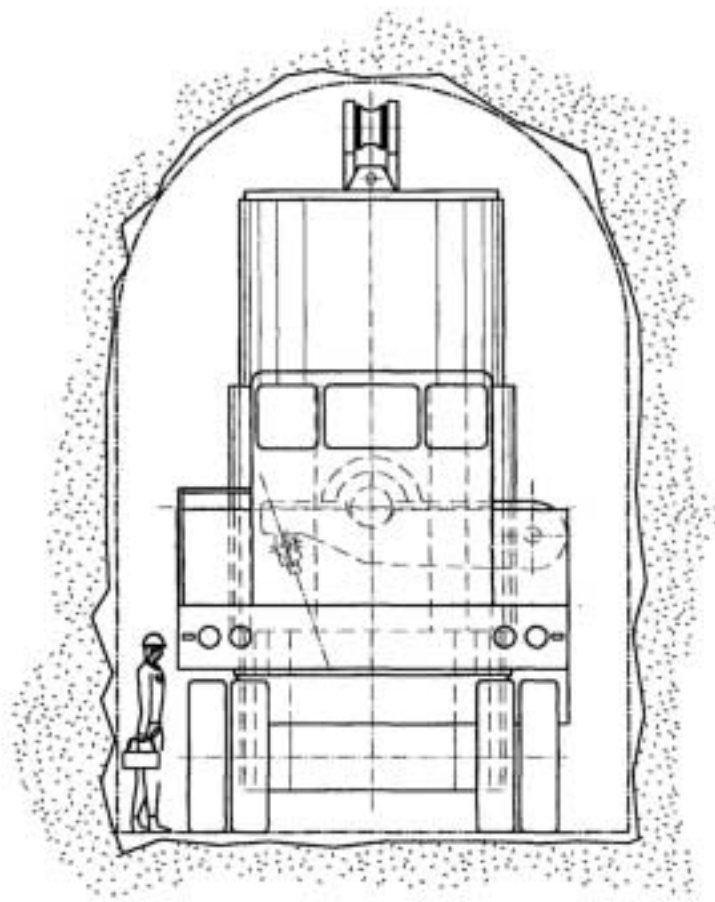
SKISS 8Aa-1



		SKB	
VBB Anläggning <small>VBB Anläggning AB Gårdsbyggnad 72, Box 34844, SE 26 Stockholm Tel. 08-6716000</small>		Reparationsutrustning Reparationsfordon för strålskyddad kapsel, snitt	
<small>REDA AV KONST AV</small> KHL KHL	<small>DRAGAD AV</small> KHL	<small>ARBETSNUMMER</small> 210006103	<small>SKALA:</small> SKISS 8Aa-2
<small>SKISS AV</small> attaaab.		<small>REDA TYP FÖR</small>	<small>ARBETSNUMMER</small> SKISS 8Aa-2

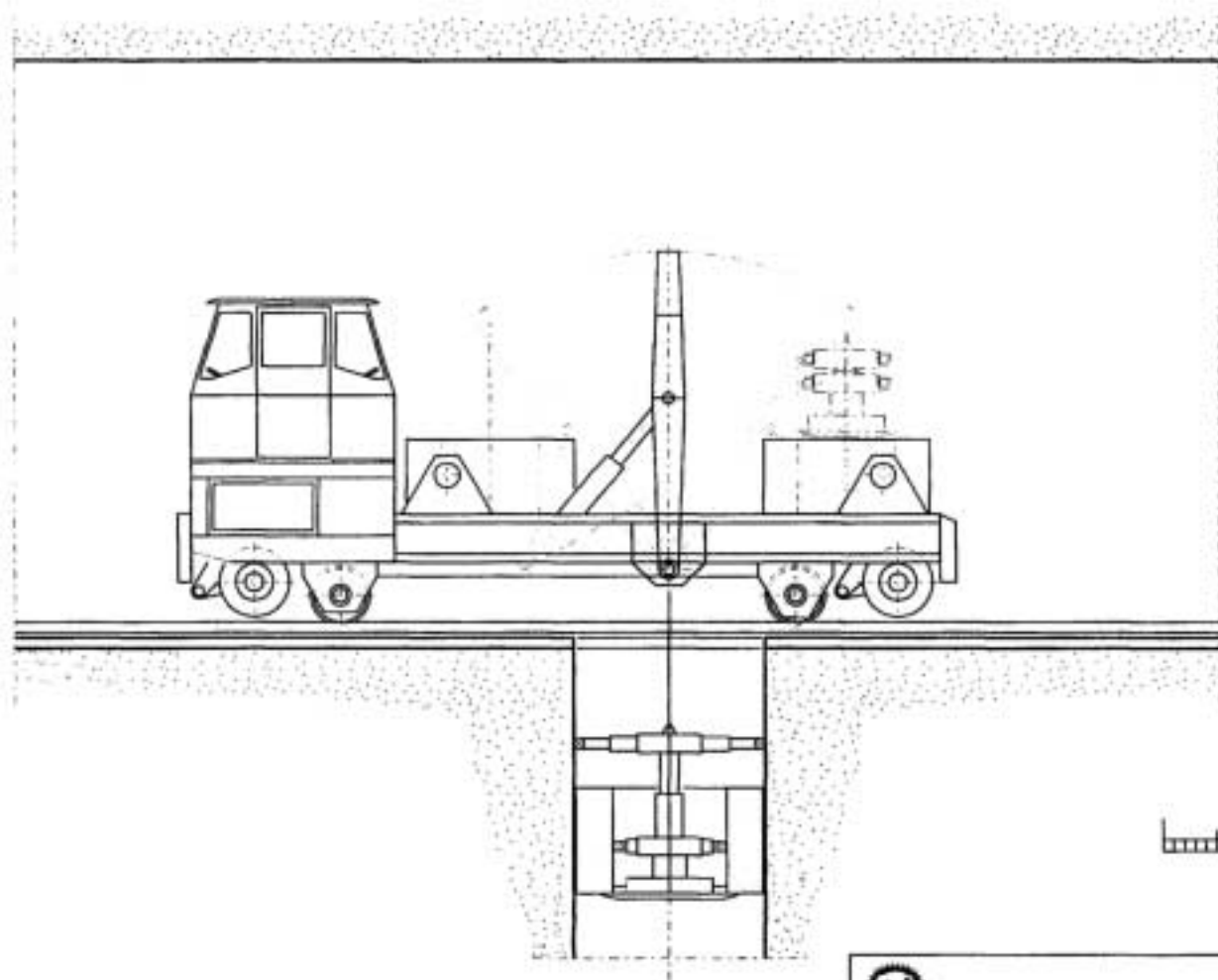


 VBB Anläggning <small>VBB Anläggning AB VBB-avdelningen, 72 100 Västerås, 200 26 Stockholm Tel. 08-6754000</small>		SKB Deponeringsutrustning Deponeringsfordon för deponering av kapsel i helt paket	
<small>NRID AV</small> KHL <small>NRID AV</small> KHL <small>NRID AV</small> attfab.dgn	<small>GRUPP AV</small> KHL <small>GRUPP AV</small> KHL <small>GRUPP AV</small>	<small>AMN/SALPPER</small> 21006059	<small>SKALA:</small> SKISS 8B-1



0m 1m 2m

		SKB	
VBB Anläggning <small>VBB Anläggning AB Gröndalsvägen 72, Box 24044, 102 26 Stockholm Tel. 08-6754000</small>		Deponeringsutrustning Deponeringsfordon för deponering av kapsel ihelt paket	
<small>TEGEL AV RÖSET AV</small> KHL KHL	<small>DRAGSKIZ AV</small> 21006059	<small>SKALA:</small>	
<small>SKISS AV</small> atfab1.dgn	<small>BYGGT FÖR</small>	<small>BYGGNINGSPROJEKT</small> SKISS 8B-2	<small>SKISS AV</small>



VBB Anläggning

VBB Anläggning AB
 Görvattsgatan 77, Box 34044, 160 24 Stockholm
 Tel. 08-4954000

BYGG AV	KONSTR AV	GRANSKAD AV	ARBETSNUMMER
HAJ	HAJ		21006059

BYGG. Nr.	1997-01-15
bentorit.dgr	

SKB

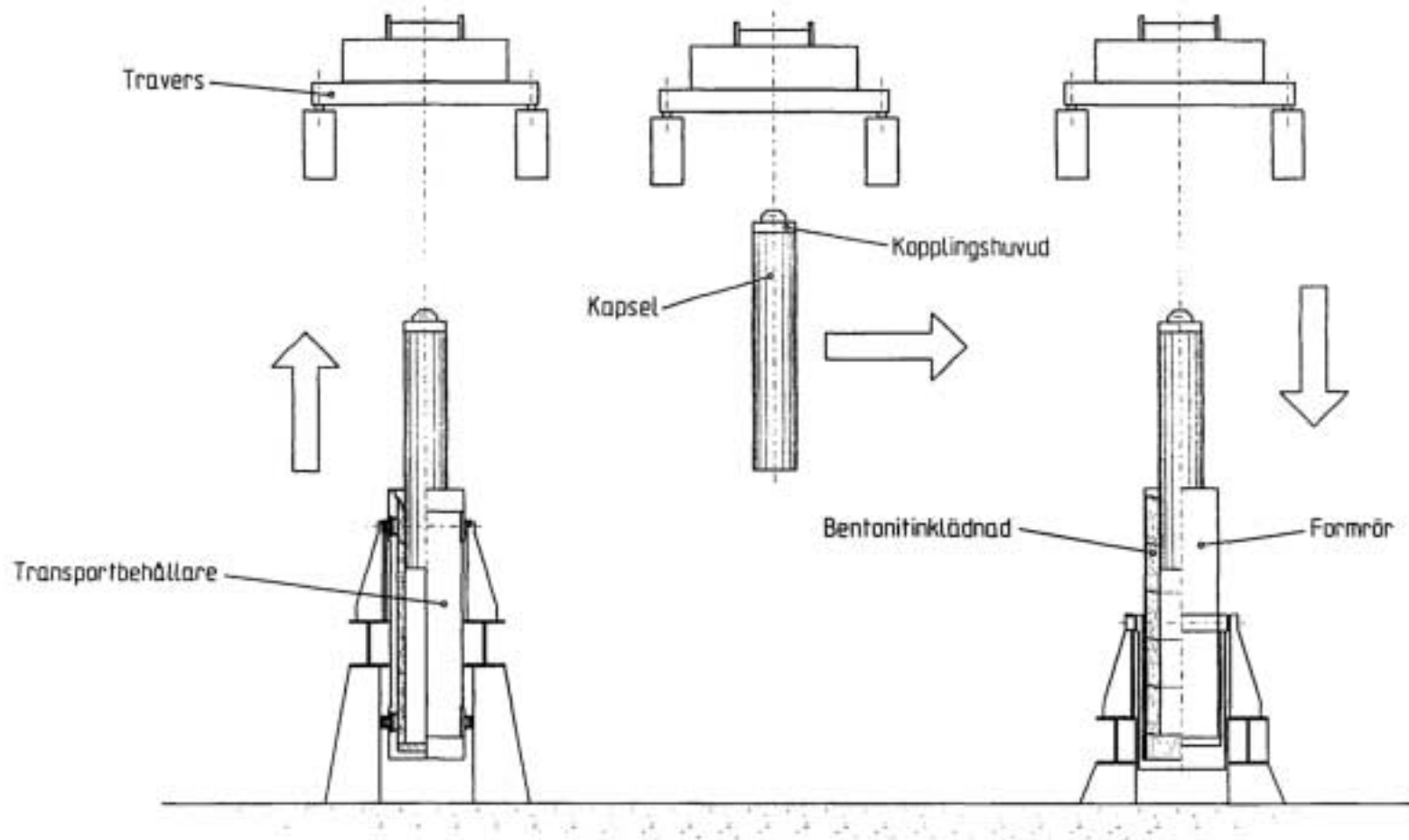
Deponeringsutrustning

Bentonithanteringsfordon

SKALA:

SKISS 9

ANSÖK. BIT



VBB Anläggning

VBB Anläggning AB
Gårvelsgatan 22, Box 35044, 100 26 Stockholm
Tel. 08-6956000

WJAD JV KSH2R AV DALNIGAS AV LÖNNTSÄPPEN
HAJ HAJ 21006059

SKB

Deponeringsutrustning
Deponering av hela paket
Omlastningsstation

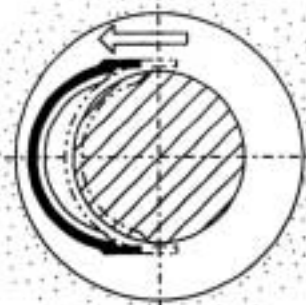
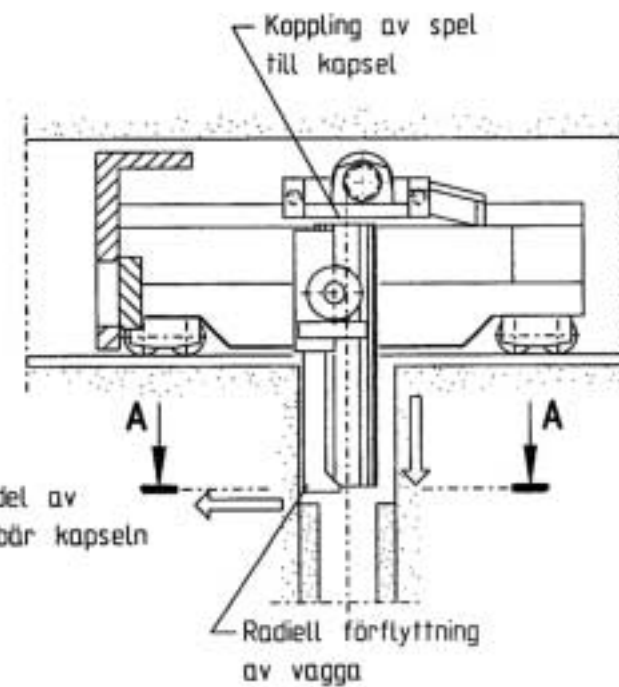
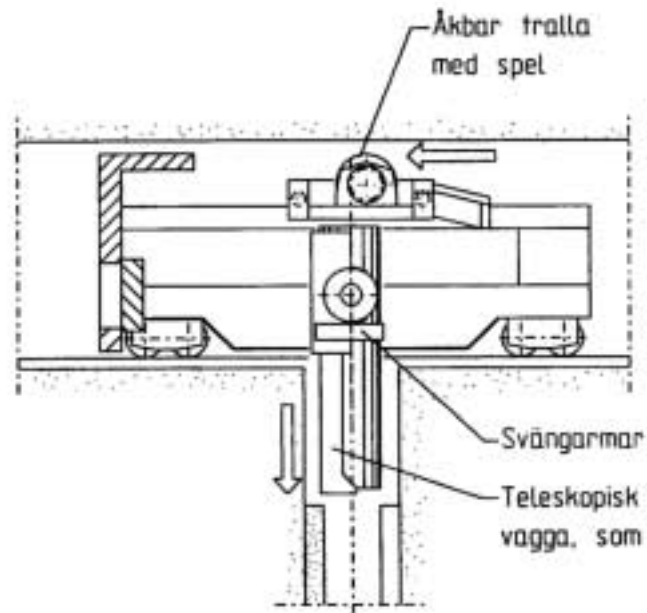
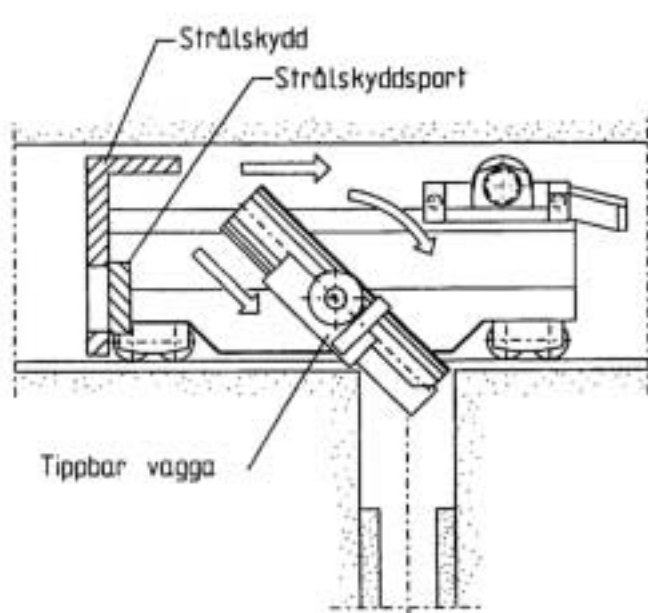
SKALA:

SKISS 10

KOD TYP POS

STYCKESÄMPEL

ANOR DET



VBB Anläggning

VBB Anläggning AB
Ciprovägen 72, Box 34844, 100 26 Stockholm
Tel. 08-4754400

PROJEKTÖR: HAJ HAJ
ARBETSNUMMER: 21006103

BYGGN. Nr.: 1997-01-08
allnyttt.dgr

SKB

Deponeringsutrustning

Deponeringsfordon för bar kapsel med
alternativt grepp

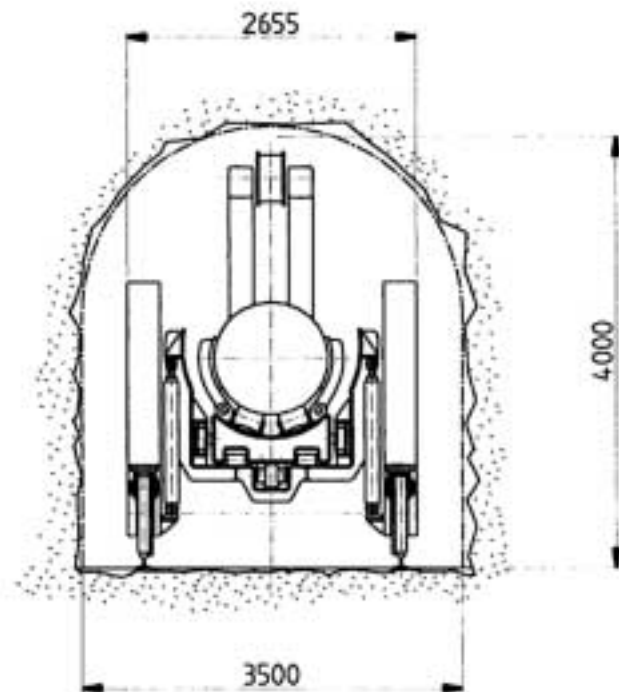
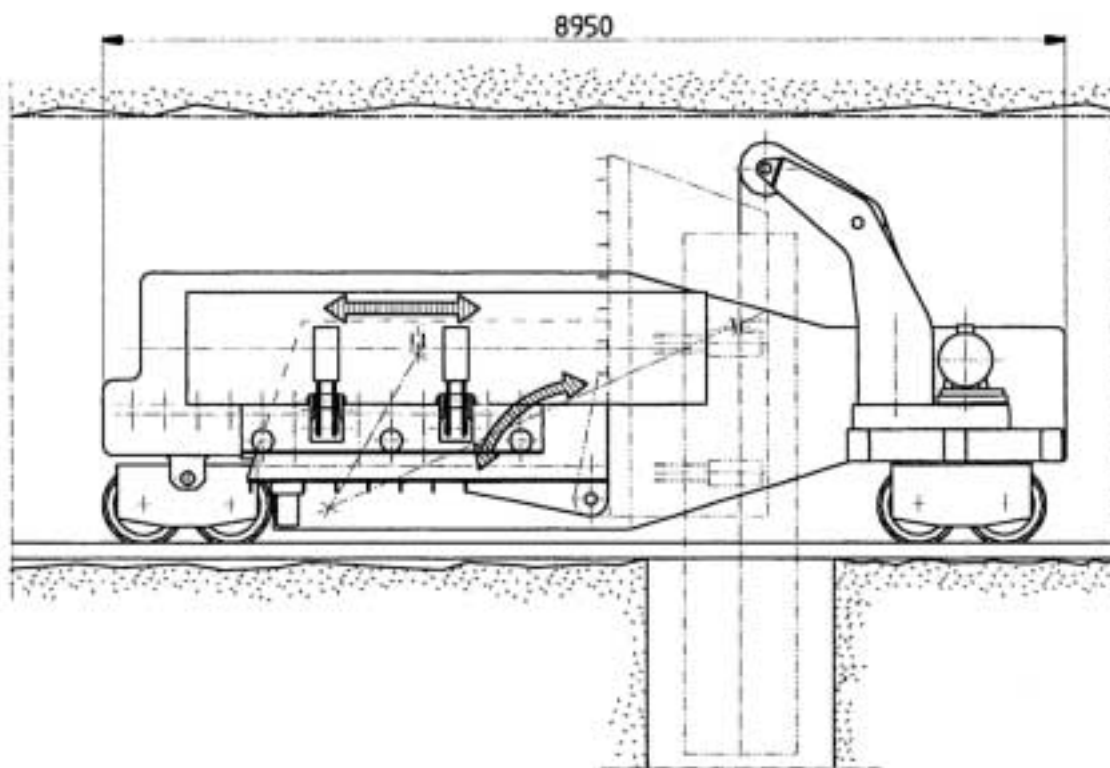
SKALA:

000 TYP F05

RITNINGSGRUPP

ANDR. NR

SKISS 11



VBB Anläggning

VBB Anläggning AB
 Götvägen 72, Box 3004, SE 26 Stockholm
 Tel. 08-674000

BYGG AV ROSTEN AV GRANSAD AV ARBYTSGRUPP
 KHL KHL 21006103

SKISS NO.
 ettb.dgn

SKB

Deponeringsutrustning
 Deponeringsfordon med klämgrepp
 för bar kapsel

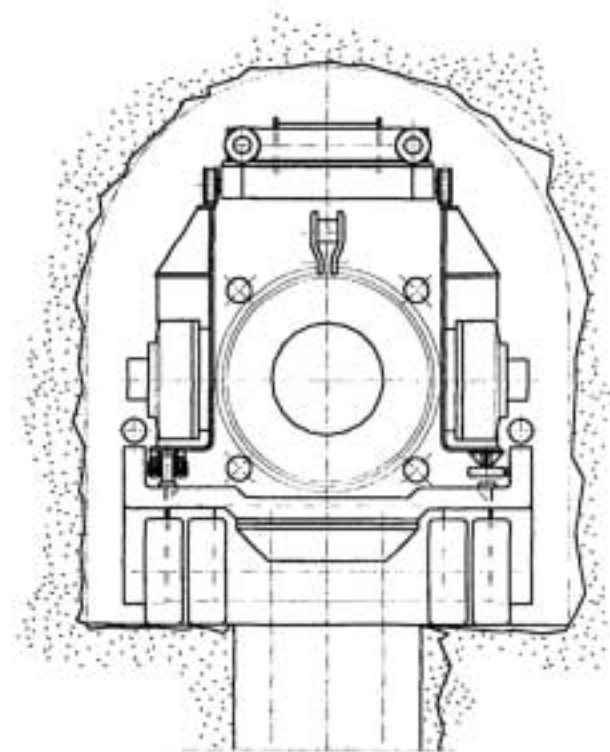
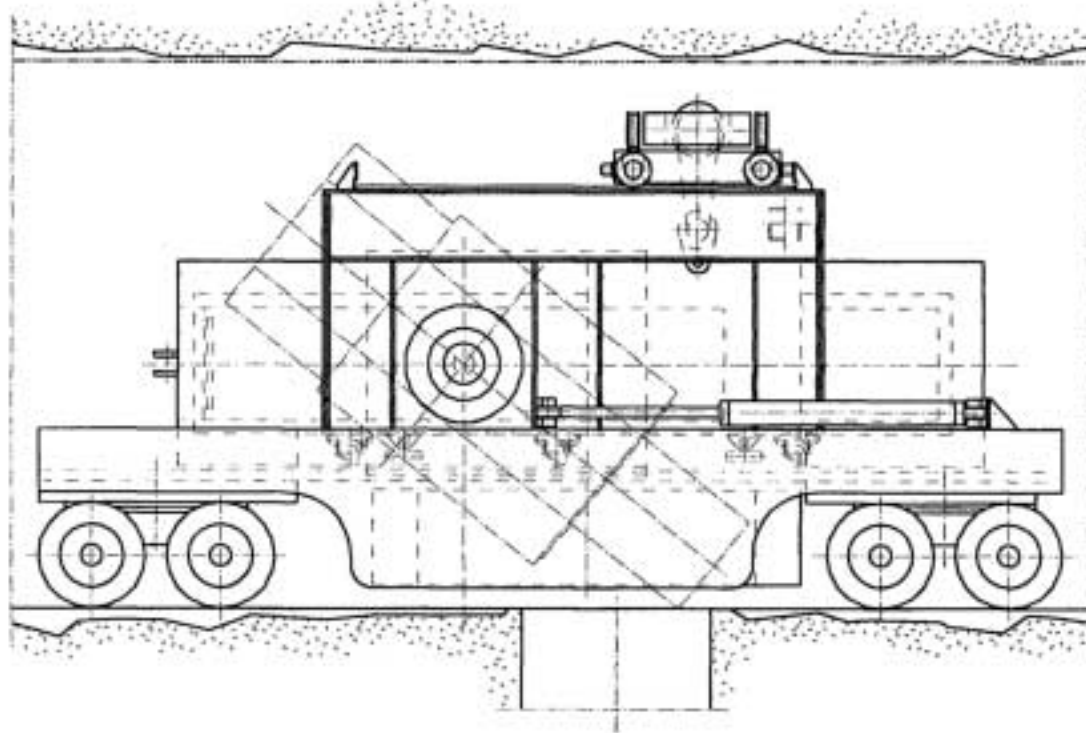
SKALA:

SKISS 12

KOD TYP FOL

BYGGGRUPP

ANDR. NO.



0m 1m 2m



VBB Anläggning

VBB Anläggning AB
 Östra Skånevägen 72, Box 3464, SE 261 26 Drottning
 Tel. 08-272600

BYGG AV KONTAKT AV GÅRDSGÅRD AV ARBETSGRUPP

KHL, KHL 21006103

SKISS NO.

Alt12.dgn

SKB

Deponeringsutrustning

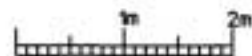
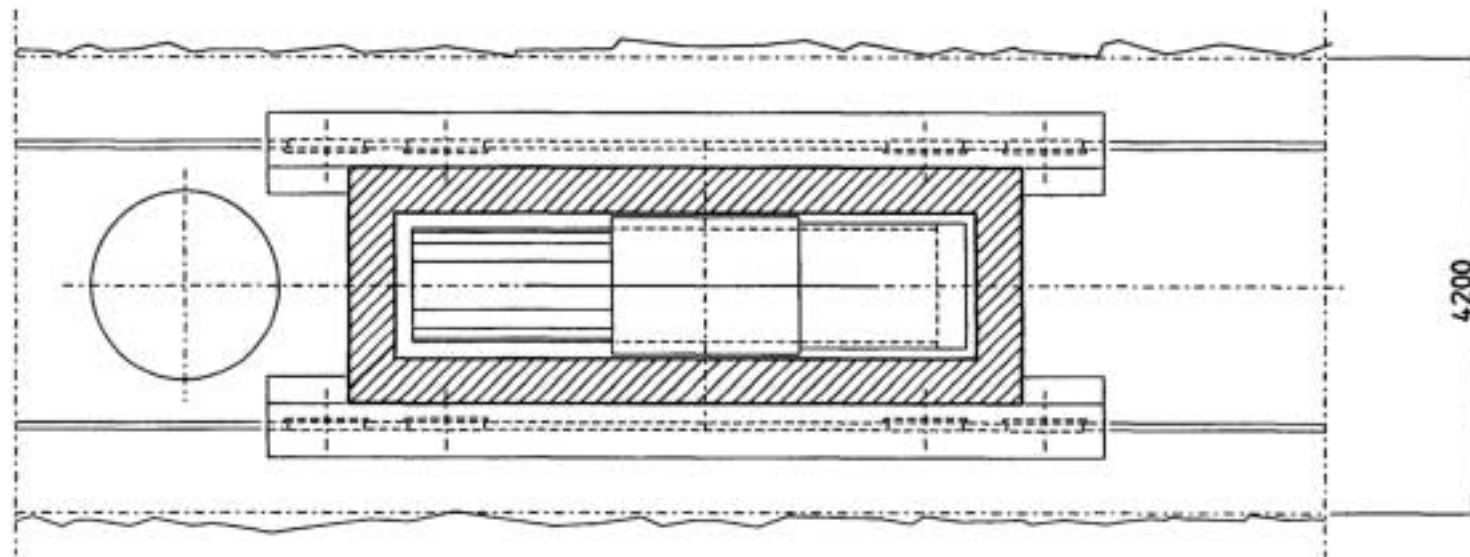
Deponeringsfordon för delbart strålskydd

Sidvy

SKALA:

SKISS 13

ARB. NO.



VBB Anläggning

VBB Anläggning AB
 Görvängsgatan 22, Box 31044, 100 26 Stockholm
 Tel. 08-4754000

BYGG AV	KONTROLL AV	GRANSKAD AV	ARBETSDAGAR
HAJ	HAJ		21006103

BYGG. Nr.	1997-01-08
ladarit.dgn	

SKB

Deponeringsutrustning
 Deponeringsfordon för strålskyddad
 kapsel, box-alt.

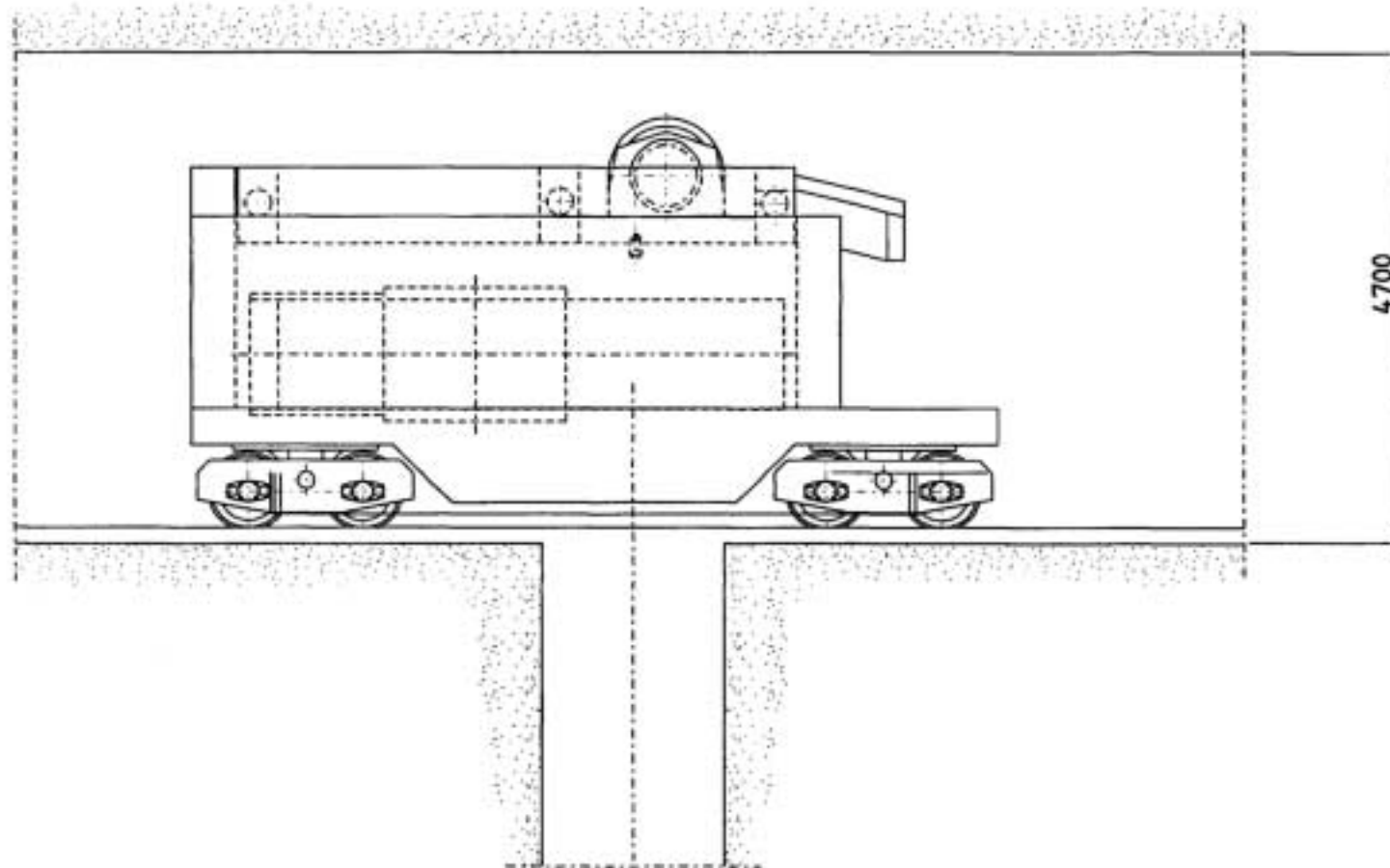
SKALA:

BYGG. TYP POS

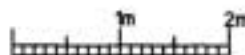
BYGGESAMMENS

ANDR. SET

SKISS 14-1



4,700



VBB Anläggning

VBB Anläggning AB
Göteborgsplan 17, Box 31044, 100 26 Stockholm
Tel 08-6956000

DRAG AV	KONTROLL AV	GRANSKAD AV	ARBETSNUMMER
HAJ	HAJ		21006103

BYGG. N.	1997-01-08
ladarit.dgn	

SKB

Deponeringsutrustning

Deponeringsfordon för strålskyddad
kapsel, box-alt.

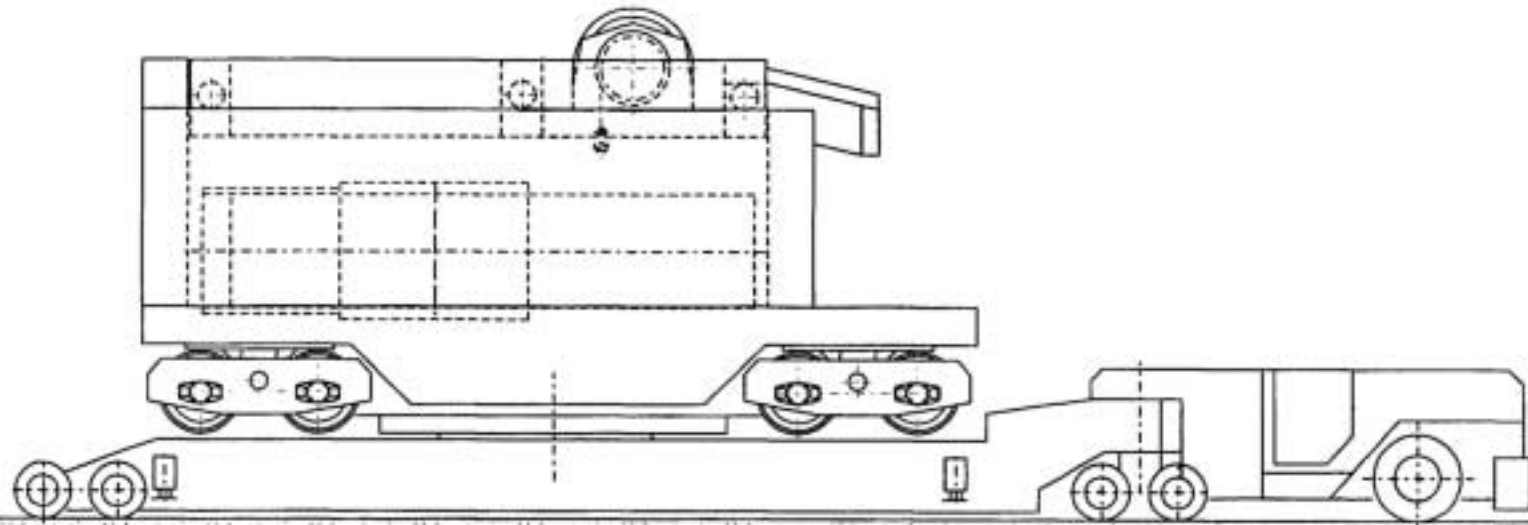
SKALA:

ARB. TYP FOL

BYGGNINGEN

SKISS 14-2

BYGG. N.



VBB Anläggning

VBB Anläggning AB
 Gårdsvägen 22, Box 3404, 100 26 Stockholm
 Tel. 08-4754000

BEAD AV	KONSTR AV	GRANSKAD AV	ARBETSNUMMER
HAJ	HAJ		21006103

BYGG. Nr.	1997-01-08
ladarit.dgn	

SKB

Deponeringsutrustning

Deponeringsfordon för strålskyddad kapsel, box-alt.

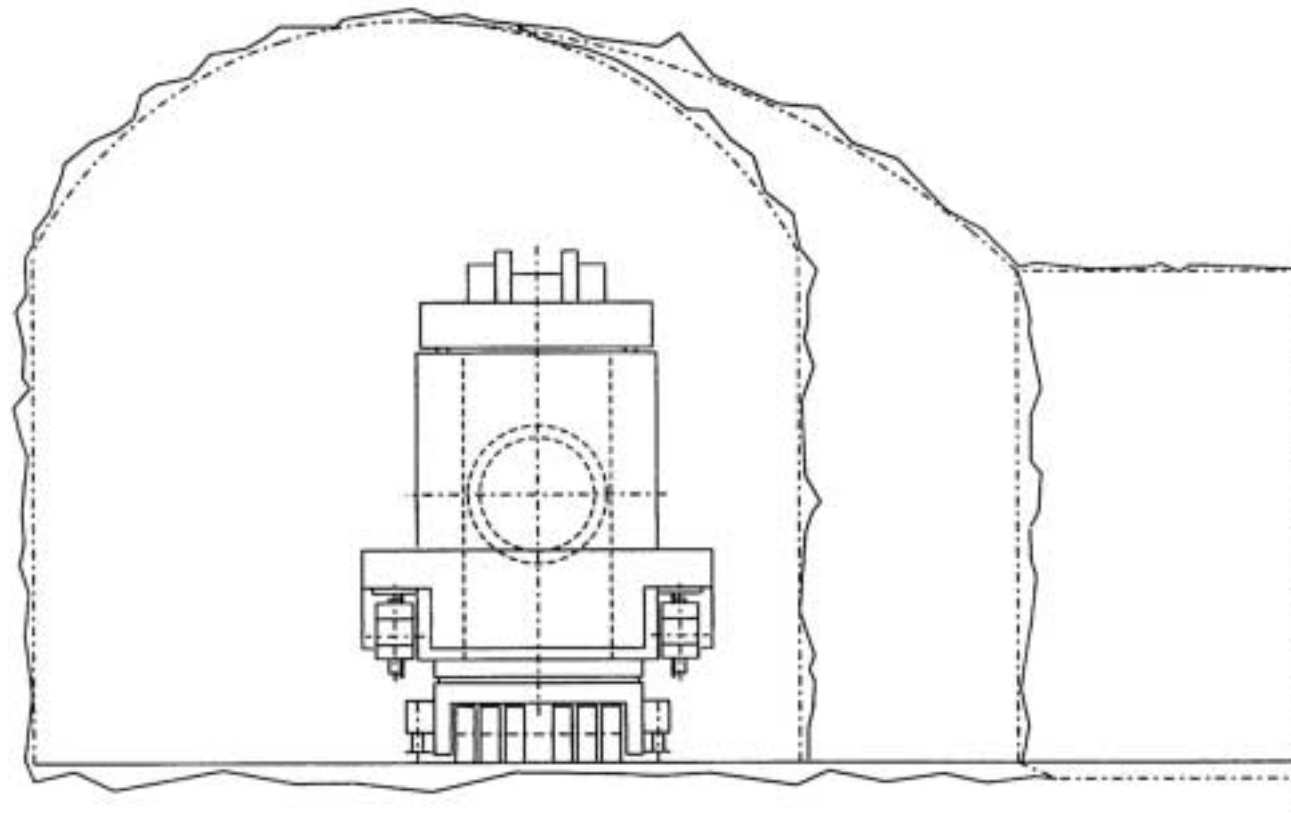
SKALA:

KOD TYP PDS

BYGGNINGSGRUPP

ANVN. NR

SKISS 14-3



VBB Anläggning

VBB Anläggning AB
 Gårsvägen 12, Box 34044, SE-26 Stockholm
 Tel. 08-6756000

BYGG AV	KONSTRUKTÖR AV	GRANSKAD AV	ANSÖKANUMMER
HAJ HAJ			21006103

BYGGN. Nr.	1997-01-08
ladarit.dgn	

SKB

Deponeringsutrustning

Deponeringsfordon för strålskyddad
 kapsel, box-alt.

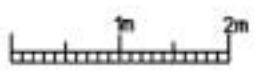
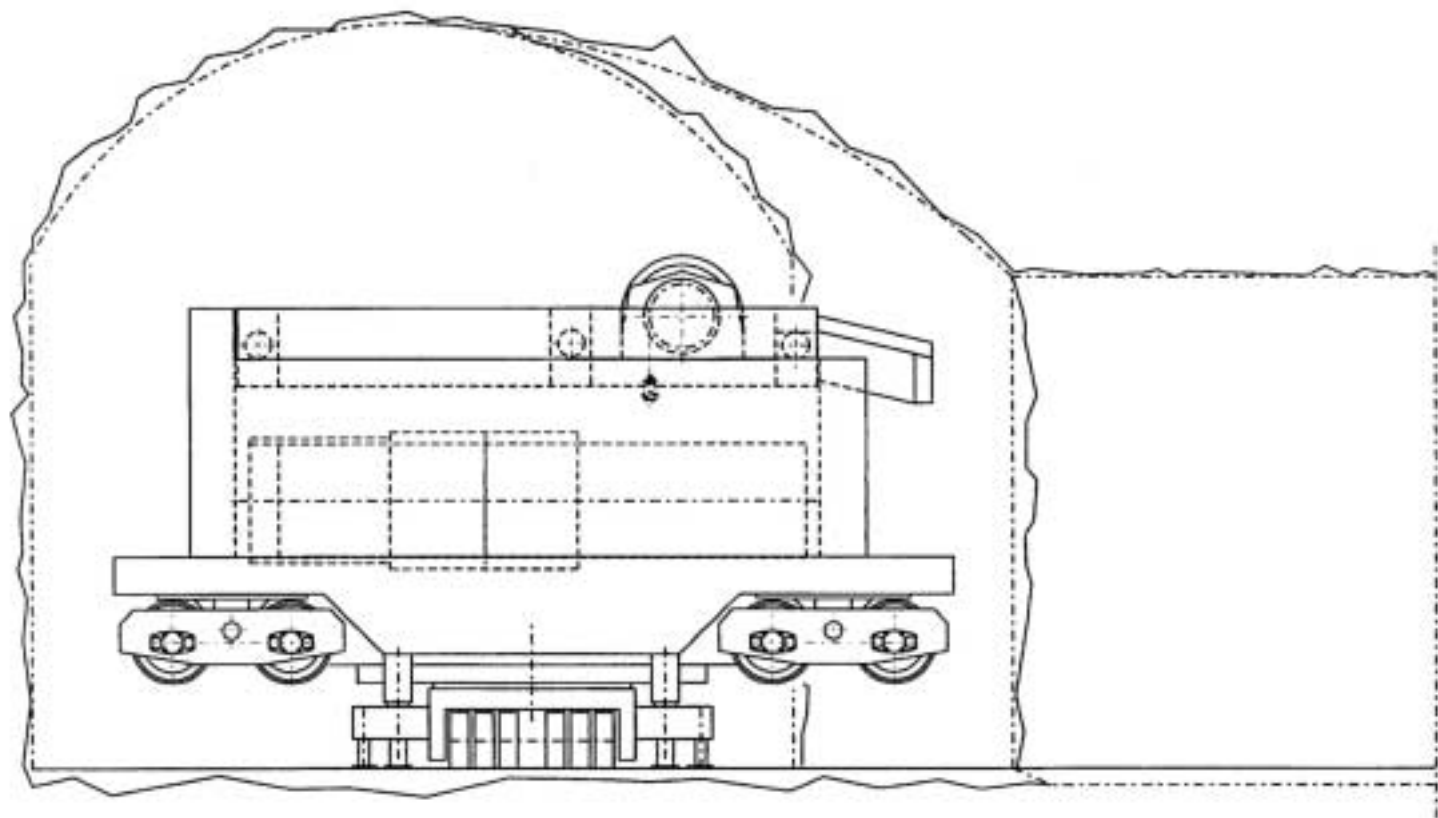
SKALA:

VBB TYP F05

BYGGNINGSMÄTTNING

SKISS 14-4

ANSÖKN. Nr.



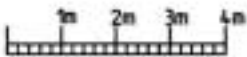
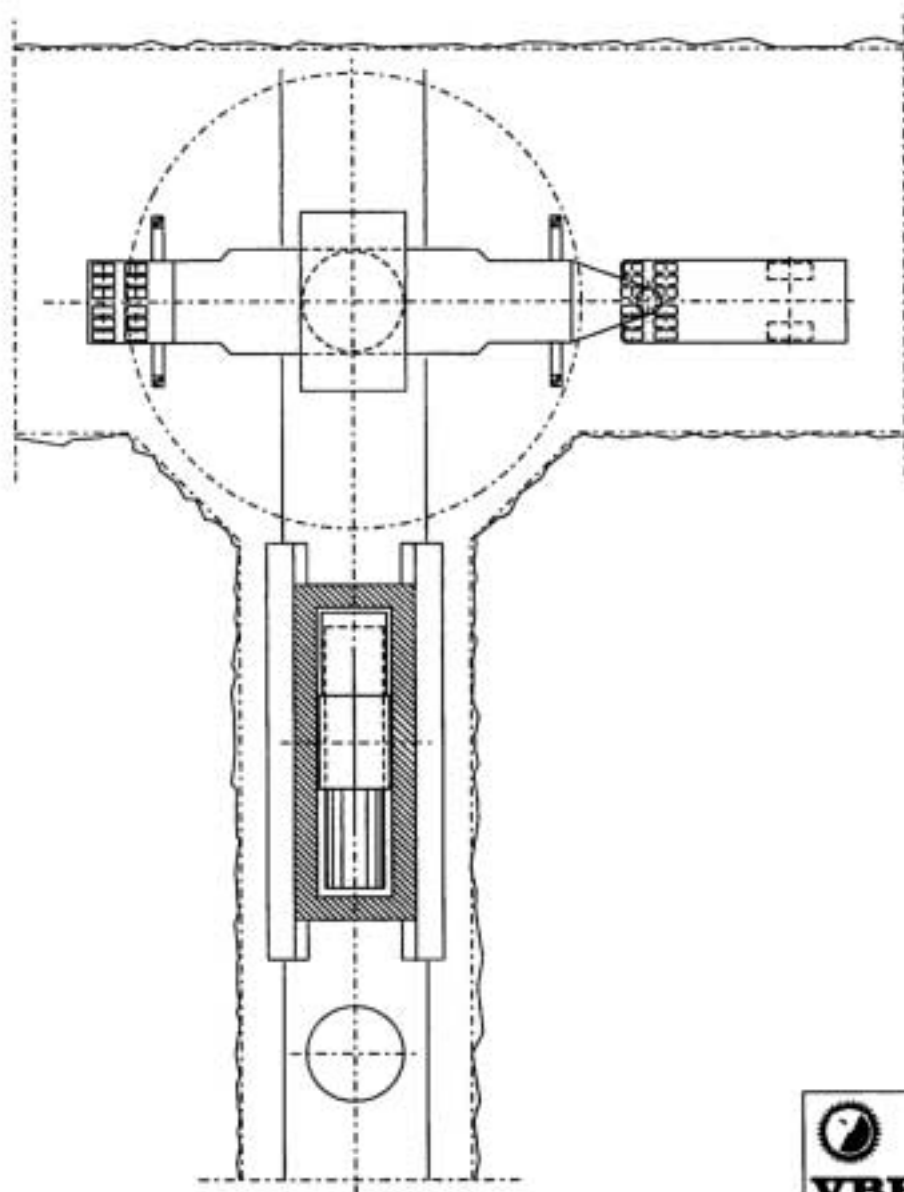

VBB Anläggning
 VBB Anläggning AB
 Görvelögatan 22, Box 34044, 100 25 Stockholm
 Tel. 08-4956000

BYGGD AV	KONTROLL AV	GRANSKAD AV	ARBETSNUMMER
HAJ	HAJ		21006103
BYGGD AV	1997-01-08		
ladarit.dgn			

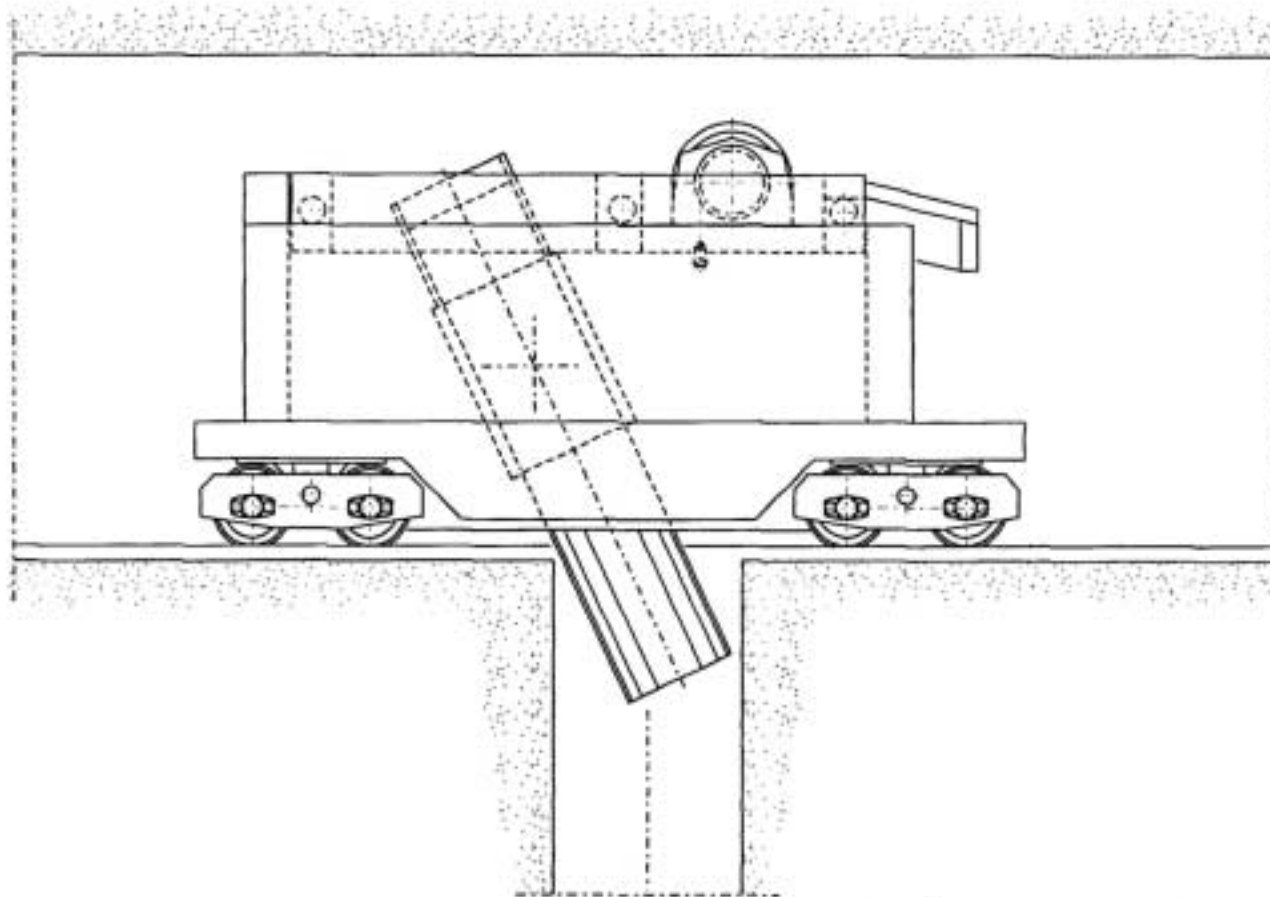
SKB
 Deponeringsutrustning
 Deponeringsfordon för strålskyddad
 kapsel, box-alf.

SKALA:

BYGGD AV	BYGGNINGEN	ANDRA SET
	SKISS 14-5	



 VBB Anläggning VBB Anläggning AB Grövreåkersgatan 22, Box 34044, 100 26 Stockholm Tel. 08-4754000		SKB Deponeringsutrustning Deponeringsfordon för strålskyddad kapsel, box-alt.	
RISD AV: HAJ HAJ SKISS: HAJ HAJ	GRANSKAD AV: ARBETSGRUPPEN 21006103	SKALA:	SKISS 14-6
SKISS Nr: 1997-01-08 ladarit.dgn	RITNINGSTYP:	RITNINGSGRUPP:	RITNING Nr:



VBB Anläggning

VBB Anläggning AB
 Cyborvågsgatan 22, Box 34844, 100 26 Stockholm
 Tel. 08-6756000

BYGG AV: HAJ HAJ GRÄVKAD AV: ARBETSNUMMER: 21006103

BYGG. Nr. 1997-01-08
 Ladarit.dgn

SKB

Deponeringsutrustning

Deponeringsfordon för strålskyddad
 kapsel, box-alt.

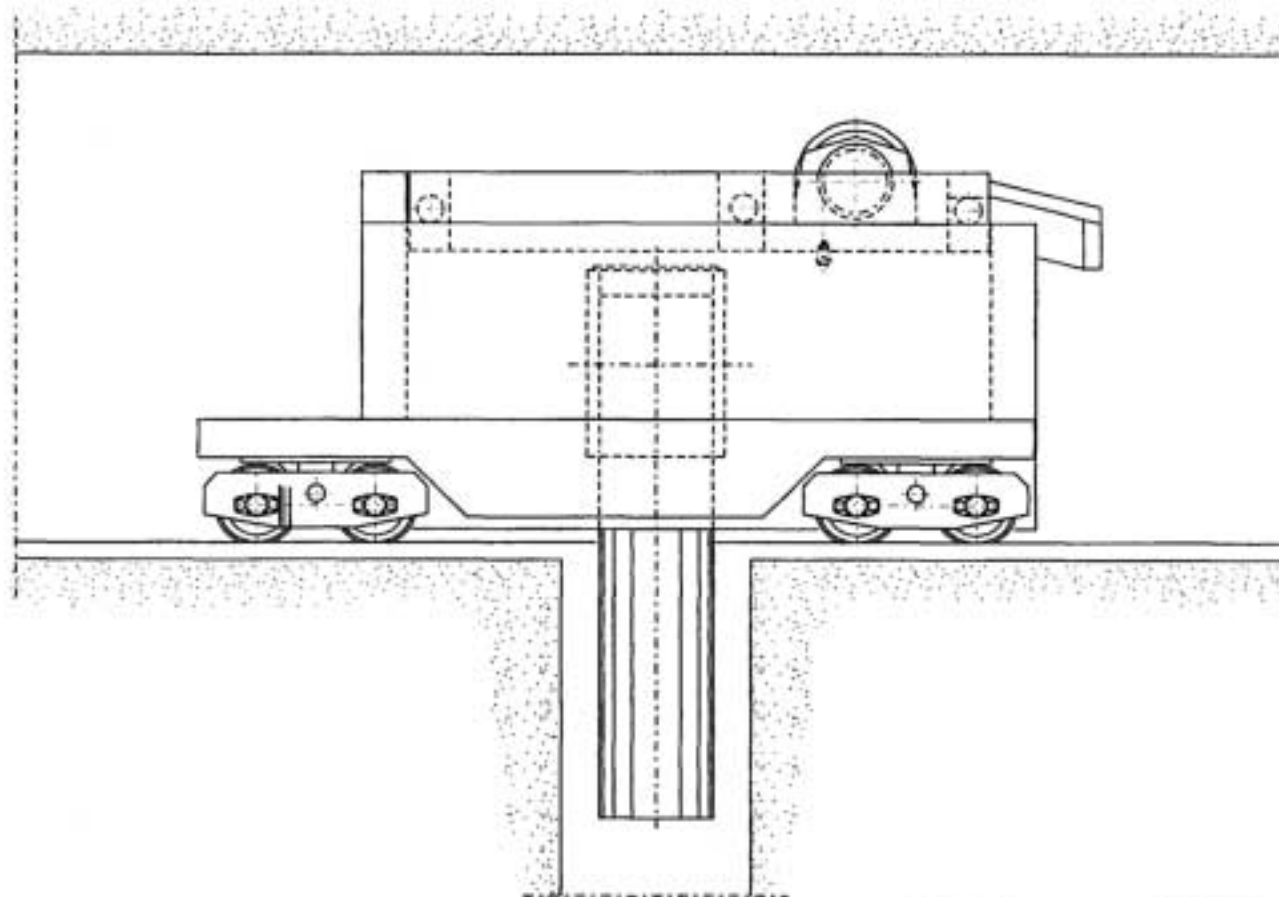
SKALA:

430 TOP P05

BRÄNSLÖSNING

SKISS 14-7

SKISS 14-7



VBB Anläggning

VBB Anläggning AB
Göteborgsgatan 22, Box 3444, 100 26 Stockholm
Tel. 08-4714808

BYGG AV RÖST AV ÖMSKAD AV ARBETSNUMMER
HAJ HAJ 21006103

BYGG N. 1997-01-08
ladarit.dgn

SKB

Deponeringsutrustning

Deponeringsfordon för strålskyddad
kapsel, box-alt.

SKALA:

KOD TYP FÖR

BYGGNUMMER

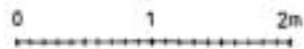
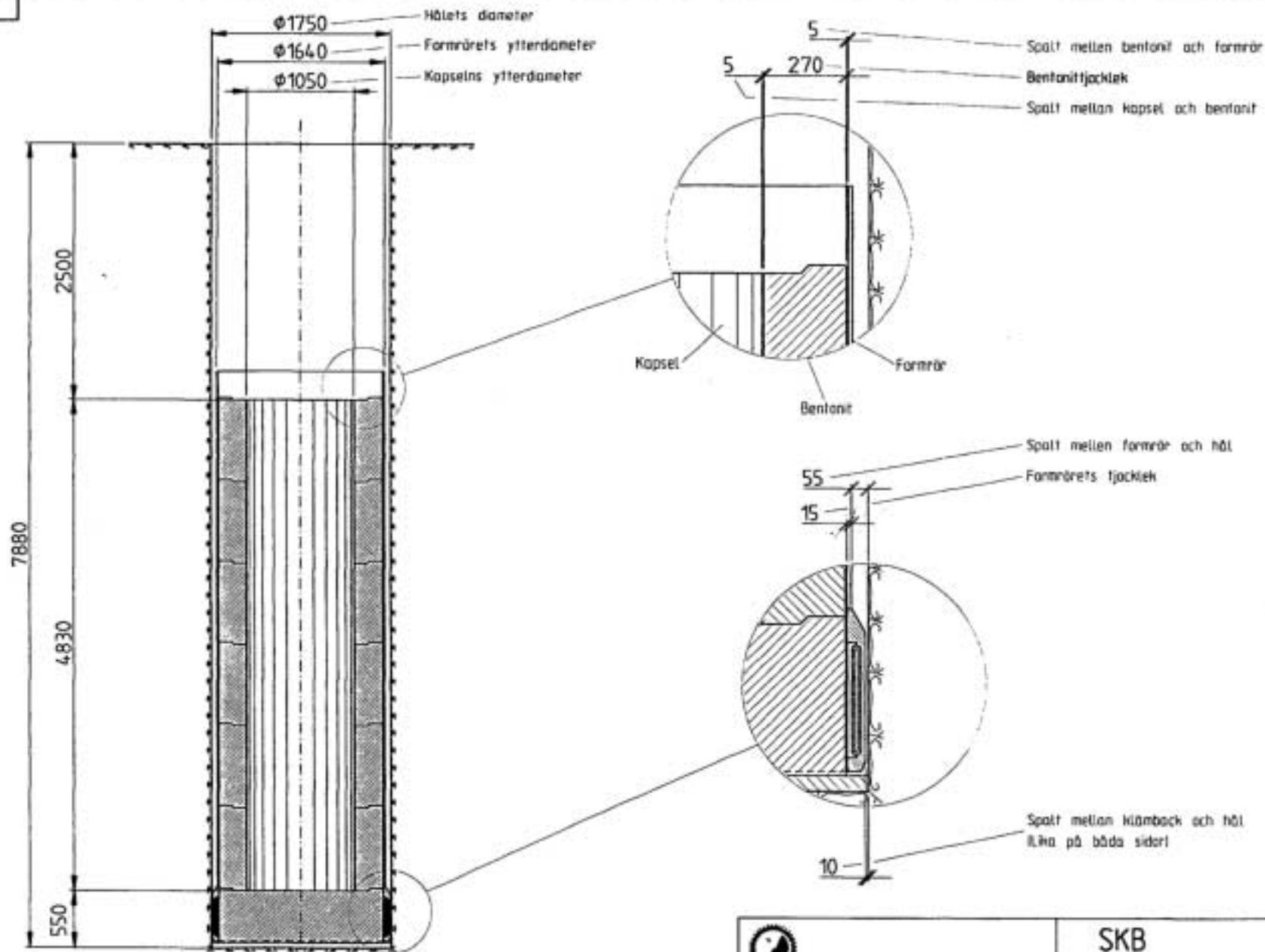
BYGG N


SKISS 14-8

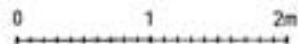
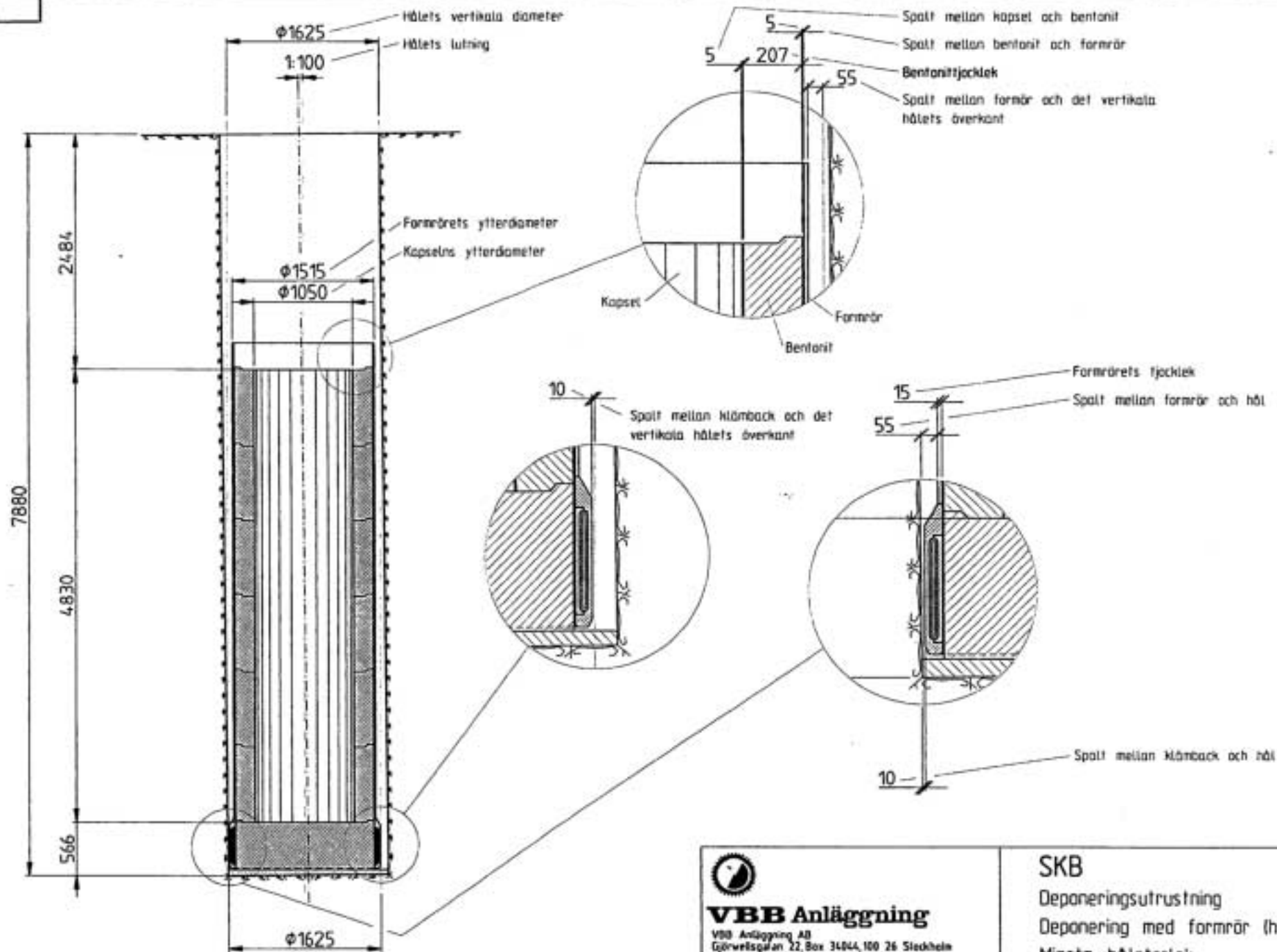
BILAGA 2


Ritningsbilaga: Deponeringsutrustning, Bentonitinklädnad.

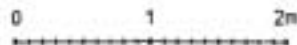
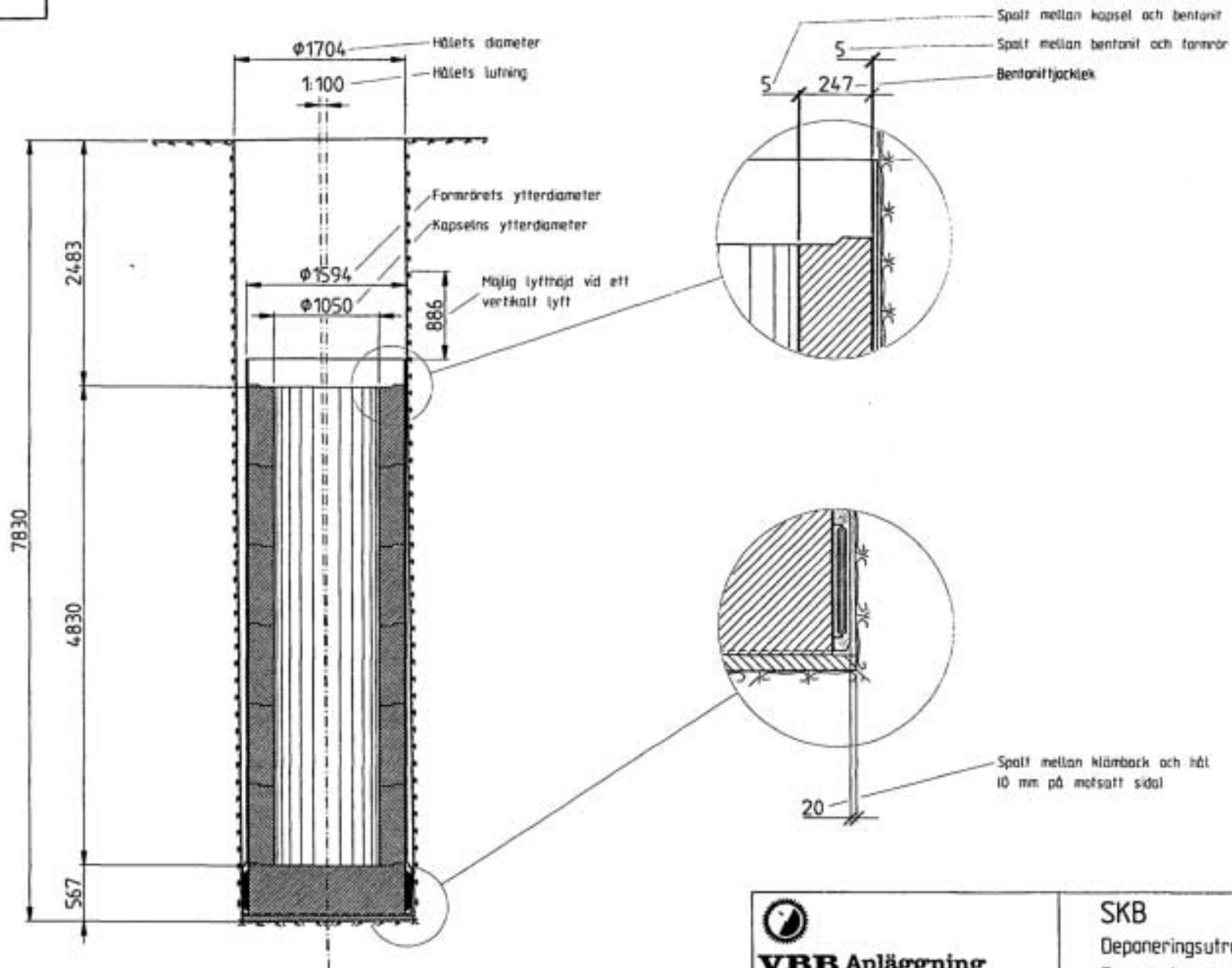
Ritning	Beskrivning
M001	Deponering med formrör "helt paket", nominell hålstorlek.
M002	Deponering med formrör "helt paket", minsta hålstorlek.
M003	Deponering med formrör "helt paket", nedsläpp och upptag i lutande hål.
M004	Deponering utan formrör, nominell hålstorlek.
M005	Deponering utan formrör, minsta hålstorlek. Lutning 100:1
M006	Deponering med formrör, Minsta hålstorlek. Lutning 200:1
M007	Deponering med formrör "helt paket". Nedsläpp och upptag i lutande hål.




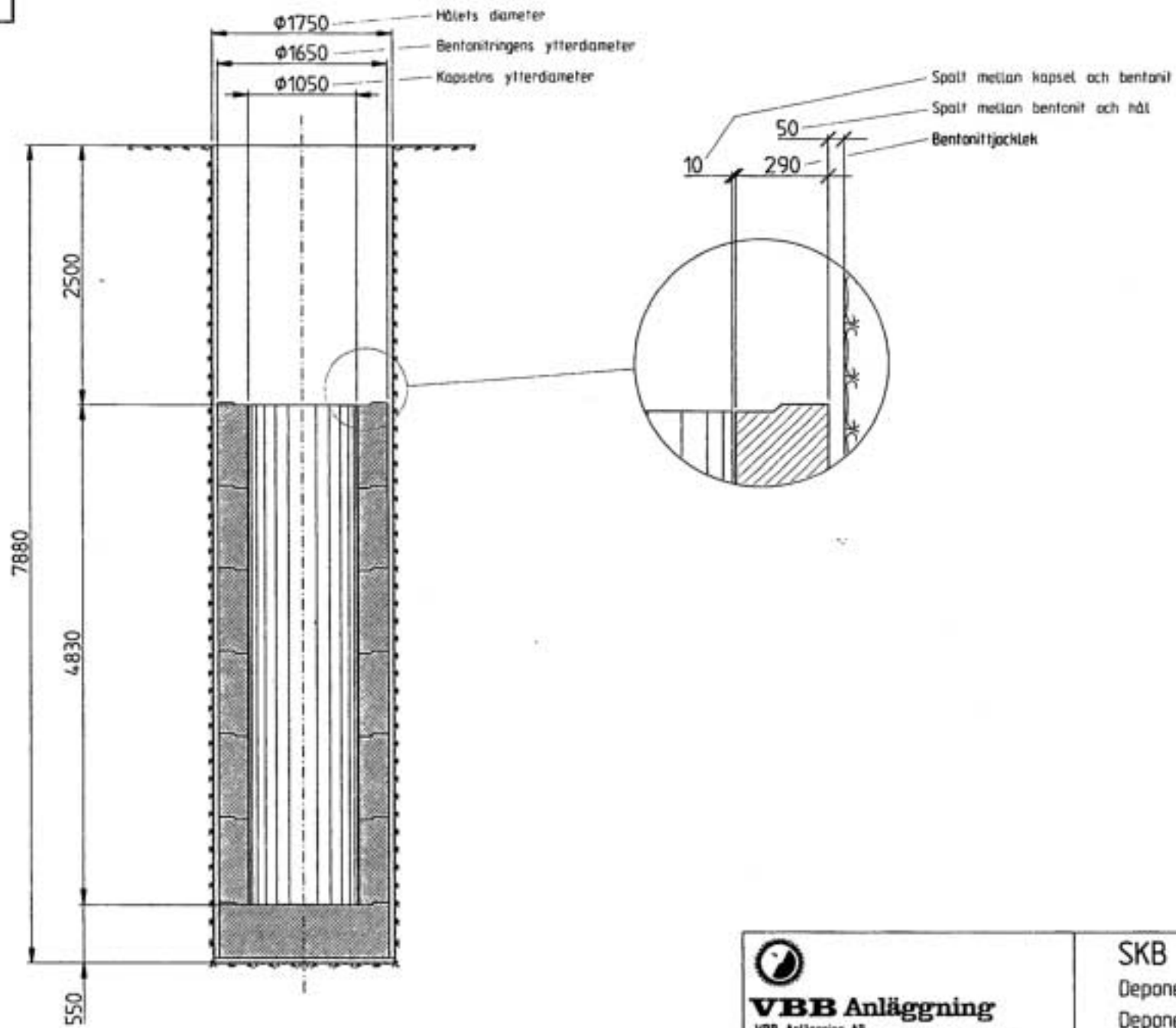
 VBB Anläggning VBB Anläggning AB Görveltsgränd 22, Box 34844, 100 26 Stockholm Tel. 08-6756000		SKB Deponeringsutrustning Deponering med formrör (hela paket) Nominell hålstorlek	
BYGG AV KONSTRUKTÖR AV GRANSKAV ARBETSNUMMER EBE EBE 21006103	SKALA:		
BYGG N.	BYGG TYP FOS	BYGGNUMMER M001	BYGG RIT
BYGGAR/BJG			



 VBB Anläggning VBB Anläggning AB Görvelsgatan 22, Box 34044, 100 26 Stockholm Tel 08-6956000		SKB Repareringsutrustning Reparering med fornrör (hela paket) Minsta hålstorlek	
BYGG AV VÄRDE AV EBE EBE	SKANSKA AV 21006103	ARBETSNUMMER 21006103	SKALA
WIKL. N.	KÖP TYP PÅS	WIKL. NUMMER M002	ANGR. DAT.
SHETTORLÖSN	SKALA		



 <p>VBB Anläggning VBB Anläggning AB Görvelsgatan 22, Box 34044, 160 26 Stockholm Tel. 08-4956000</p>		<p>SKB Reparationsutrustning Reparation med formrör (hela paket) Nedsläpp och upptag i lutande hål</p>	
RITAD AV EBE	KONTROLLERAD AV EBE	GRANSKAD AV 21006103	ARBETSNUMMER 21006103
SKALA:		RITAD TYP PÅ:	ARBETSNUMMER M003
RIKTIGHET:		RITAD TYP PÅ:	ARBETSNUMMER:



0 1 2m



VBB Anläggning

VBB Anläggning AB
 Gårsväggsgatan 22, Box 34844, 180 26 Stockholm
 Tel. 08-6956000

ETAGE AV YONKIN AV GRANSKAD AV ARBETSNUMMER
 EBE EBE 21006103

RTPL. Nr.

RAKARENTER DEN

SKB

Deponeringsutrustning

Deponering utan formör

Nominell hålstorlek

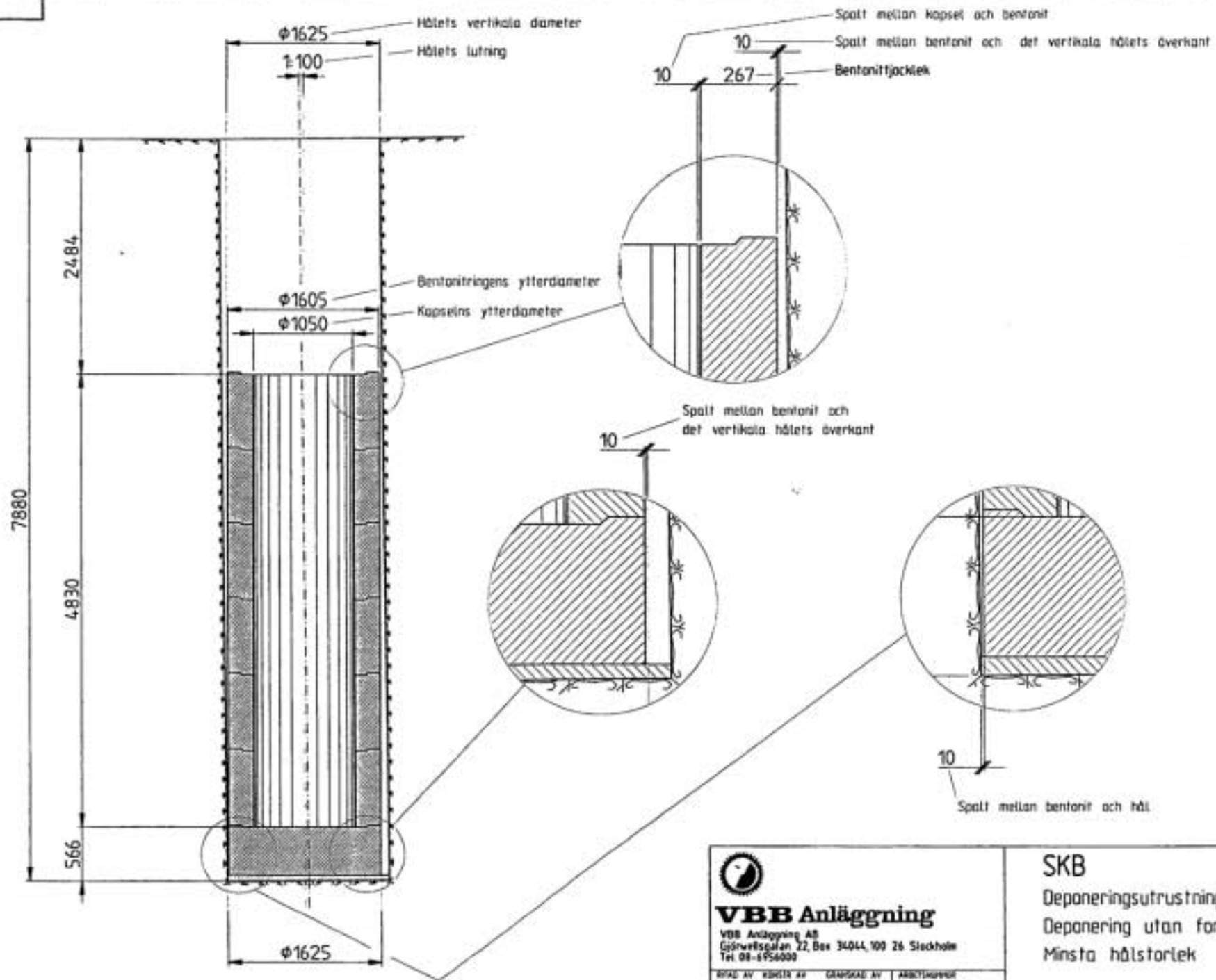
SKALA

VBO TYP FOS

BEHÅLLNINGSPÅR

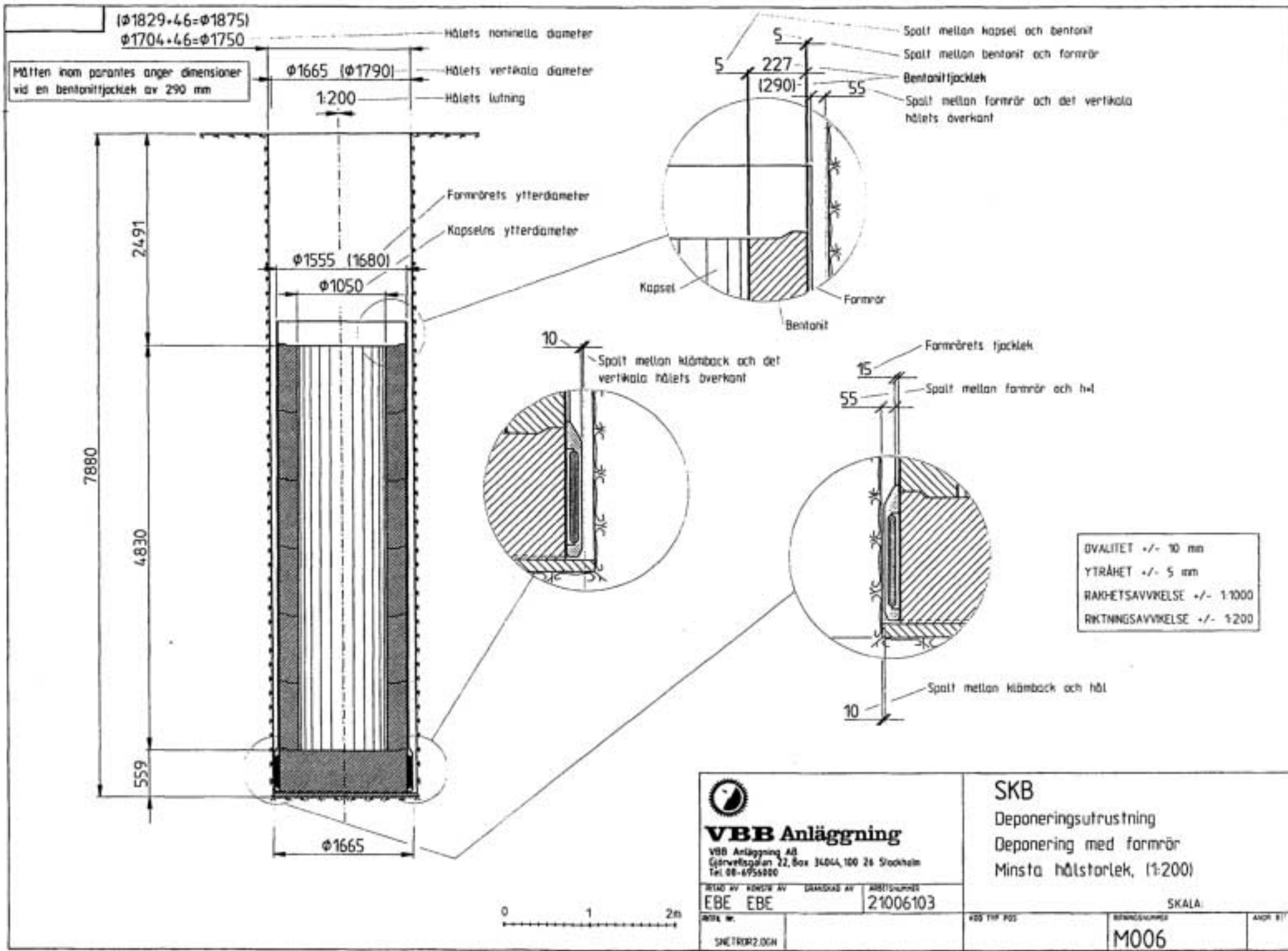
ANM. SGT

M004




VBB Anläggning
 VBB Anläggning AB
 Görvelsgatan 22, Box 34044, 100 26 Stockholm
 Tel. 08-4954000
 RIVAD AV RIBSTÅ AV GRANSKAD AV ARBETSKRÄFT
 EBE EBE 21006103
 BYTIL N:
 SKEDENT.DGN

SKB
 Deponeringsutrustning
 Deponering utan fornrör
 Minsta hålstorlek
 SKALA:
 RSD TYP FDS
 BYTILSKUMMER
M005
 SIDA 817



($\phi 1829.46 = \phi 1875$)
 $\phi 1704.46 = \phi 1750$

Måtten som parantes anger dimensioner vid en bentonitfjäcklek av 290 mm

Hållets nominella diameter
 Hållets vertikala diameter
 Hållets lutning

Spalt mellan kapsel och bentonit
 Spalt mellan bentonit och formör
 Bentonitfjäcklek
 Spalt mellan formör och det vertikala hållets överkant

Formörets ytterdiameter
 Kapselns ytterdiameter

Kapsel
 Bentonit
 Formör

Spalt mellan klämbäck och det vertikala hållets överkant

Formörets fjäcklek
 Spalt mellan formör och h4

DVALITET +/- 10 mm
 YTRÄHET +/- 5 mm
 RAKHETSAVVIKELSE +/- 1:1000
 RIKTNINGSAVVIKELSE +/- 1:200

Spalt mellan klämbäck och hål

VBB Anläggning
 VBB Anläggning AB
 Görvelsgatan 22, Box 34044, 100 26 Stockholm
 Tel. 08-6956800

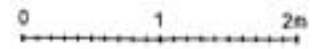
REDAV KENSI AV DAARDA AV ABSTIUMER
 EBE EBE 21006103

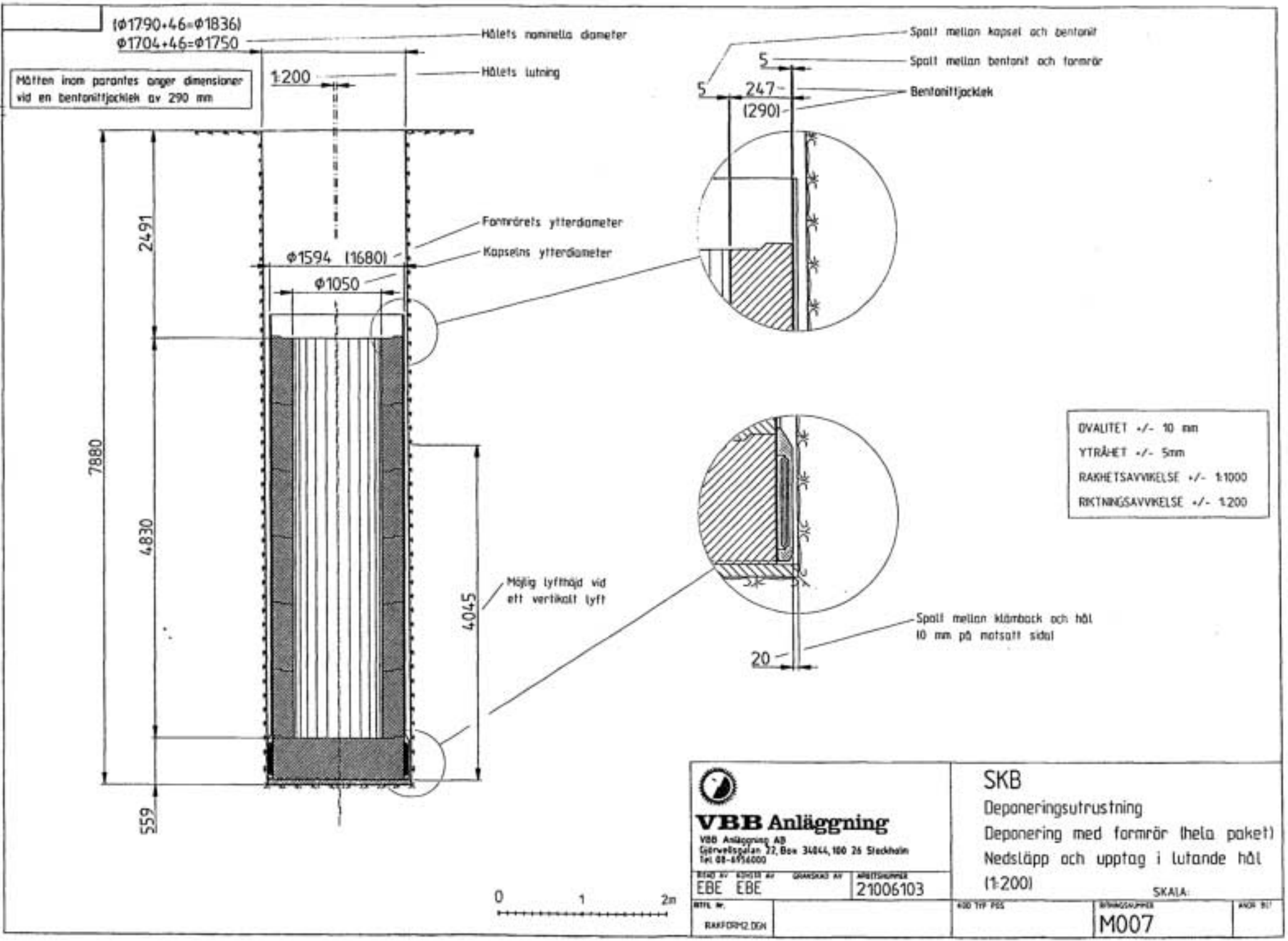
SNETRIK2.OCH

SKB
 Deponeringsutrustning
 Deponering med formör
 Minsta hålstorlek, (1:200)

SKALA

M006





Måtten inom parentes anger dimensioner vid en bentonitjocklek av 290 mm

DVALITET +/- 10 mm
YTRÄHET +/- 5mm
RAKHETSAVVIKELSE +/- 1:1000
RKTNINGSAVVIKELSE +/- 1:200

VBB Anläggning
 VBB Anläggning AB
 Gjervelsgatan 72, Box 34844, 160 26 Stockholm
 Tel 08-4954000

BEHOV AV EBE	AV GÅRSDAG AV	ARBETSGRUPP
EBE	EBE	21006103
RTIL nr.		
RAKFORP2.DGN		

SKB
 Deponeringsutrustning
 Deponering med formrör (hela paket)
 Nedsläpp och upptag i lutande hål
 (1:200)

SKALA:

ARBETSGRUPP	ANDR BEI
M007	

BILAGA 3

Strålskyddskonsekvenser vid strålskyddade och icke strålskyddade deponeringsmetoder.

Underlag för bedömning av strålskyddet för olika vertikala deponeringsalternativ.

Alternativ 1 - 8

SKB PROJEKT JADE

STRÅLSKYDDSKONSEKVENSER VID STRÅLSKYDDADE OCH ICKE STRÅLSKYDDADE DEPONERINGSMETODER.

UNDERLAG FÖR BEDÖMNING AV STRÅLSKYDDET FÖR OLIKA VERTIKALA DEPONERINGSALTERNATIV.

Alt 1: Deponeringsfordon med kapsel bakom strålskyddsskärm.

VBB Anläggning AB

STRÅLSKYDDSUUNDERLAG

Alt 1: Deponeringsfordon med kapsel bakom strålskyddsskärm.

SYFTE.

Detta underlag syftar till att klarlägga de olika strålsituationer som är förknippade med aktuell deponeringsmetod.

SAMMANFATTNING.

Deponeringen utförs med ett spårbundet deponeringsfordon som går i deponeringstunneln. Vid deponeringstunnelns mynning dockar deponeringsfordonet till det transportfordon som fört kapseln fram till mynningen. Utrustningen drar kapseln över till deponeringsfordonet som sedan transporterar den liggande kapseln fram till deponeringshålet där kapseln reses vertikalt och sänks ned i hålet.

Transport av kapslarna från omlastningsstation fram till respektive deponeringstunnel förutsätts ske med ett separat transportfordon på vilket kapseln förvaras liggande i en strålskyddande behållare.

Kapseln befinner sig helt oskyddad på deponeringsfordonet, strålskyddet utgörs av en strålskyddsskärm med strålskyddsport framtill på fordonet.

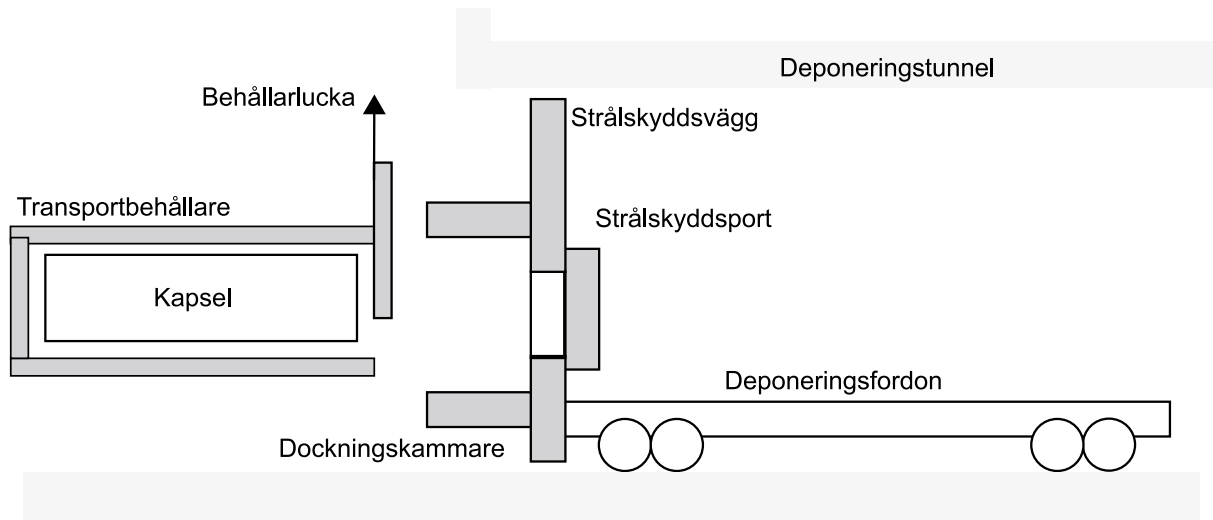
Deponeringsfordonet manövreras och kontrolleras helt fjärrstyrt.

Deponeringsfordonets utseende se bilaga SKISS 1.

PROCESSBESKRIVNING.

1. Dockning från transportfordon till deponeringsfordon.

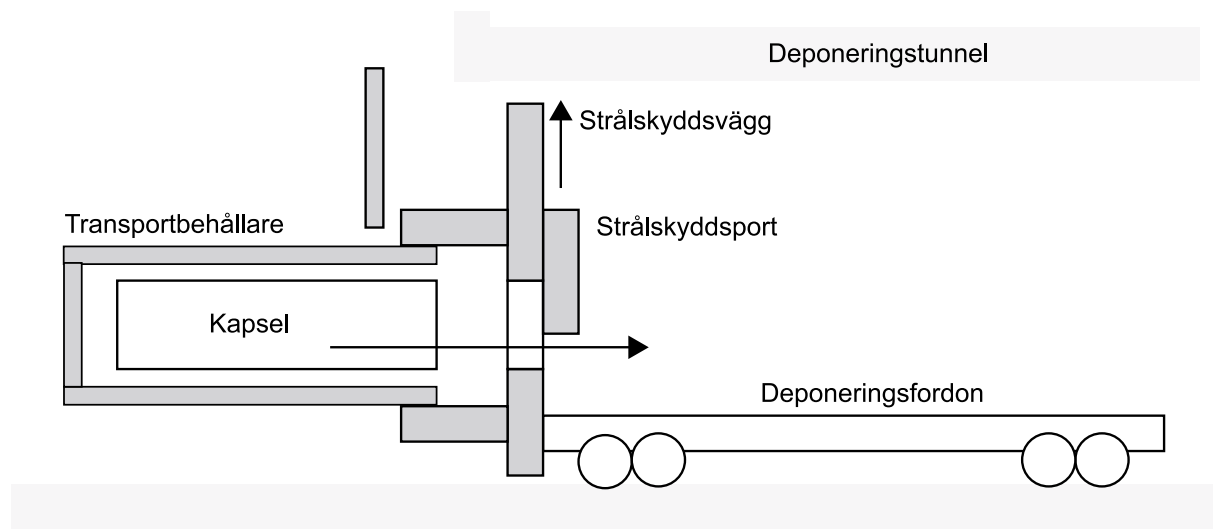
En lucka i transportbehållaren öppnas / svängs undan innan dockning.
Transportvagnen med kapsel i strålskyddande transportbehållare dockas till deponeringsfordon.



*Vad innebär öppningen av luckan på transportbehållaren ?
Alternativt kan behållarluckan föras åt sidan i en större strålskyddad dockningskammare.
Hur ska strålskydd på deponeringsfordon resp transportbehållare utformas för att ge ett effektivt strålskydd under dockningsfasen ?*

2. Förflyttning av kapsel.

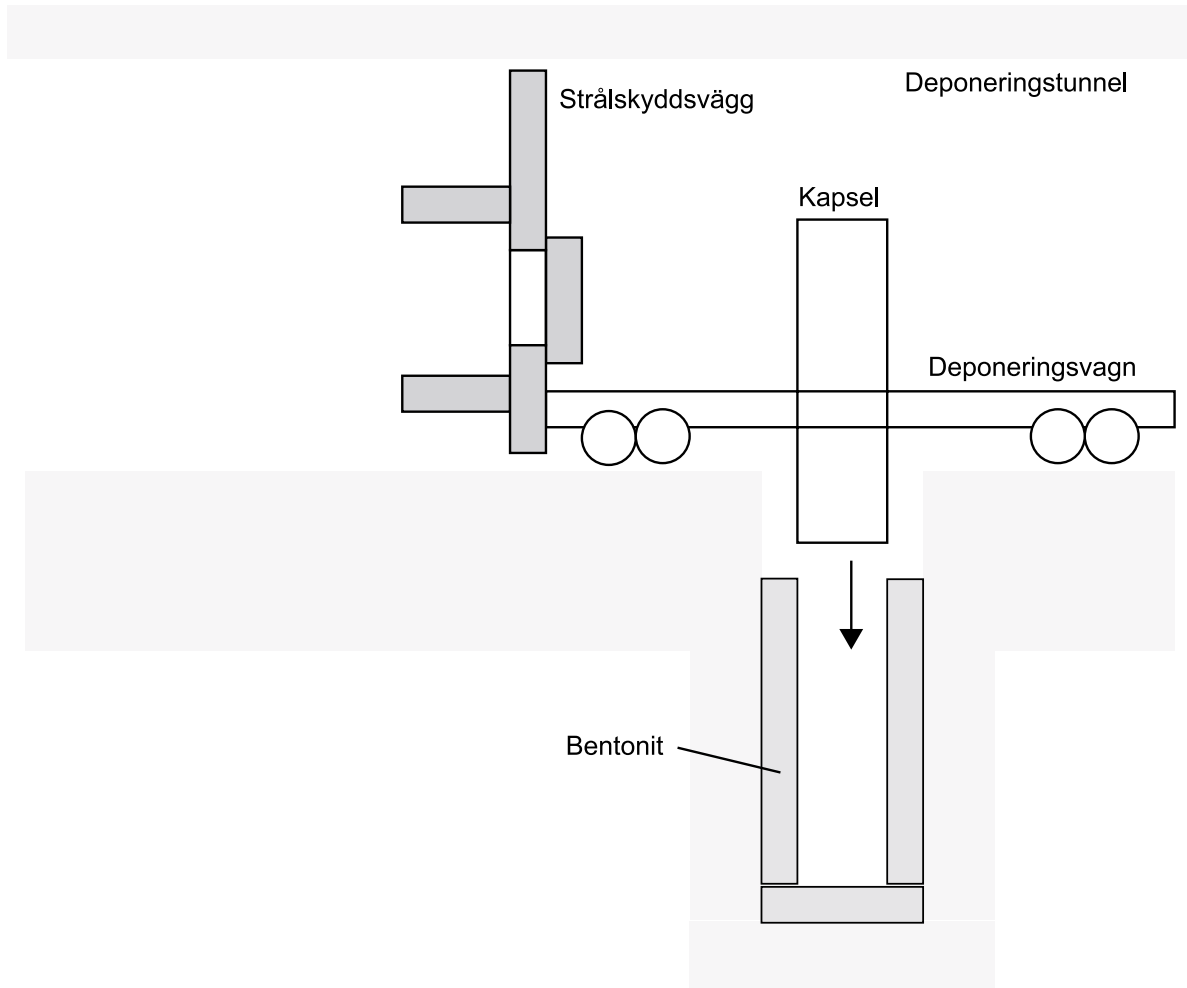
Kapseln dras ut ur transportbehållaren och in på deponeringsfordonet.
Strålskyddsporten på strålskyddet stängs.



Hur ska strålskyddsporten vara utformad ur strålskyddshänseende ?

3. Deponering.

Deponeringsfordonet kör bort till deponeringshålet och utför deponeringen.
Kapseln är nu helt oskyddad och strålskyddet utgörs av strålskyddsväggen.

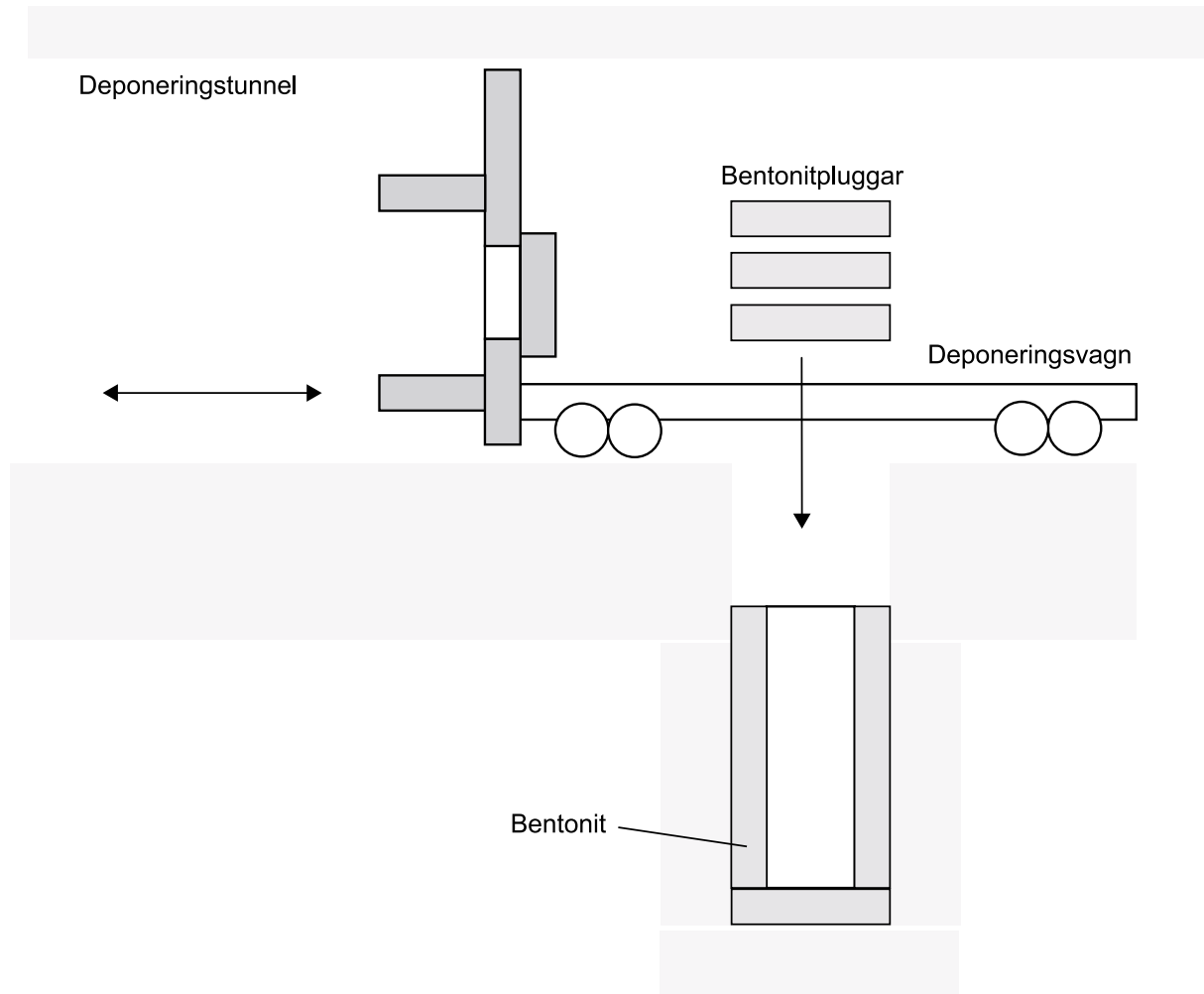


Hur ska strålskyddsväggen utformas ? (Stål , $t = 270 \text{ mm}$)

Hur påverkar spalter mellan strålskydd och tunnel ?

4. Förslutning med bentonitplugg.

Efter avslutad deponering kör deponeringsfordonet åter till tunnelmynningen och hämtar bentonitplugg från en transportvagn. Fordonet återvänder till deponeringshålet och försluter med bentonitplugg ovanpå kapseln. Detta upprepas tills 3 st bentonitpluggar á ca 500 mm har lagts dit.



Krävs ytterligare strålskyddslock ovanpå bentoniten för att strålningen ska vara så låg att deponeringstunneln kan beträdas med personal ?

Kan återstående förslutning av deponeringshål med bentonit / sand nu göras med oskyddad personal eller bör också detta moment utföras med deponeringsfordonet ?

SKB PROJEKT JADE

STRÅLSKYDDSKONSEKVENSER VID STRÅLSKYDDADE OCH ICKE STRÅLSKYDDADE DEPONERINGSMETODER.

UNDERLAG FÖR BEDÖMNING AV STRÅLSKYDDET FÖR OLIKA VERTIKALA DEPONERINGSALTERNATIV.

Alt 2. Deponeringsfordon med strålskyddad kapsel .

VBB Anläggning AB

STRÅLSKYDDSUUNDERLAG

Alt 2. Deponeringsfordon med strålskyddad kapsel.

SYFTE.

Detta underlag syftar till att klarlägga de olika strålsituationer som är förknippade med aktuell deponeringsmetod.

SAMMANFATTNING.

Deponeringen utförs med ett spårbundet alt hjulgående deponeringsfordon som går i deponeringstunneln. Vid deponeringstunnelns mynning dockar deponeringsfordonet till det transportfordon som fört kapseln fram till mynningen. Utrustningen flyttar strålskyddet med kapsel över till deponeringsfordonet som sedan transporterar den liggande fram till deponeringshålet där strålskydd och kapsel reses vertikalt och sänks ned i hålet.

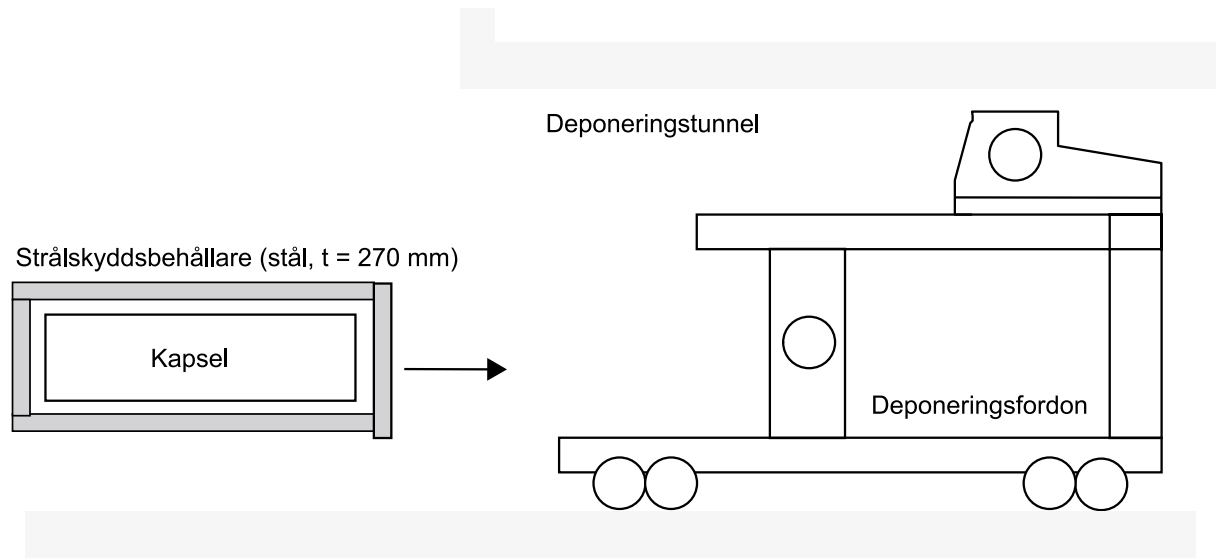
Transport av kapslarna från omlastningsstation fram till respektive deponeringstunnel förutsätts ske med ett separat transportfordon på vilket kapseln förvaras liggande i en strålskyddande behållare.

Deponeringsfordonets utseende se bilaga SKISS 2.

PROCESSBESKRIVNING.

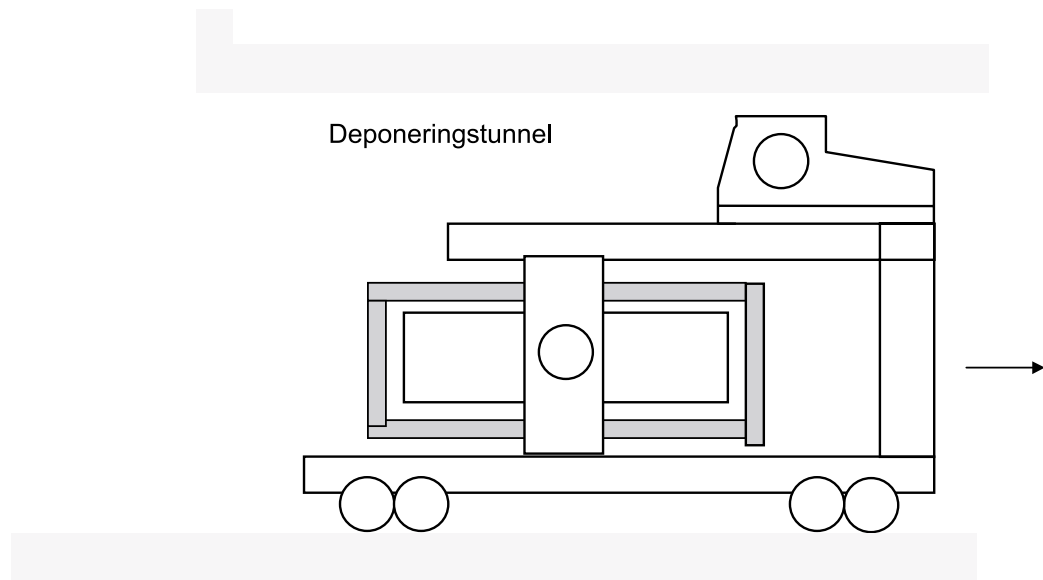
1. Dockning från transportfordon till deponeringsfordon.

Hela den strålskyddande transportbehållaren med kapsel flyttas från transportfordon till deponeringsfordon.



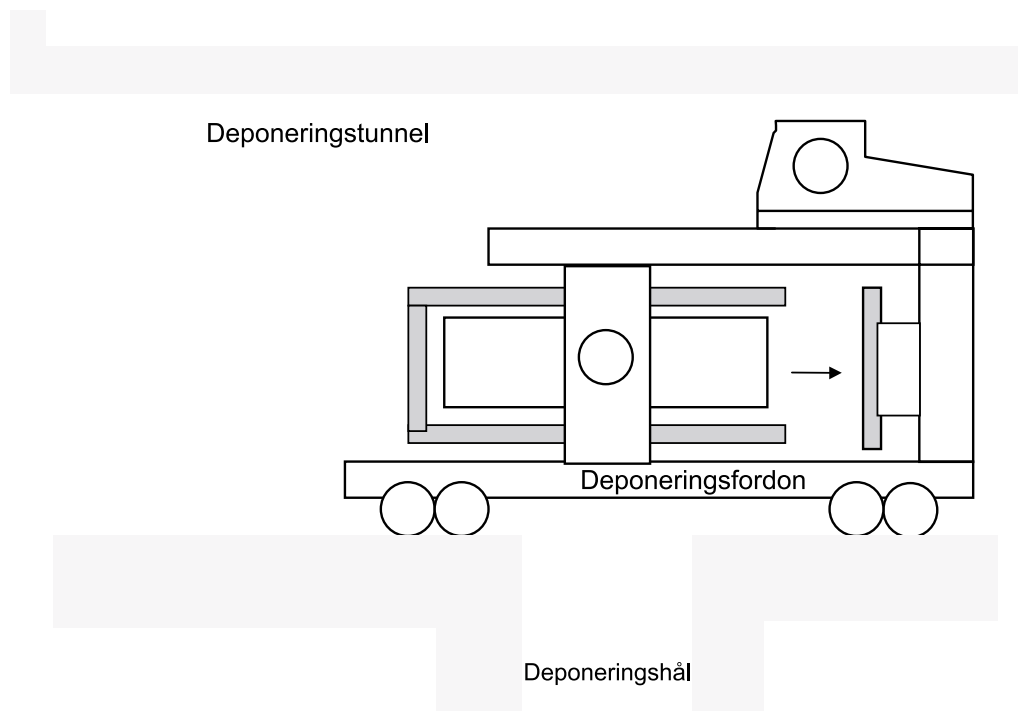
2. Förflyttning av kapsel på deponeringsfordon.

Deponeringsfordonet kör bort till deponeringshålet.
Kapseln är helt strålskyddad inuti strålskyddet.



3. Borttagning av gavellock.

Vid deponering lossas först gavellocket på strålskyddet och hålls fast av en hållare.

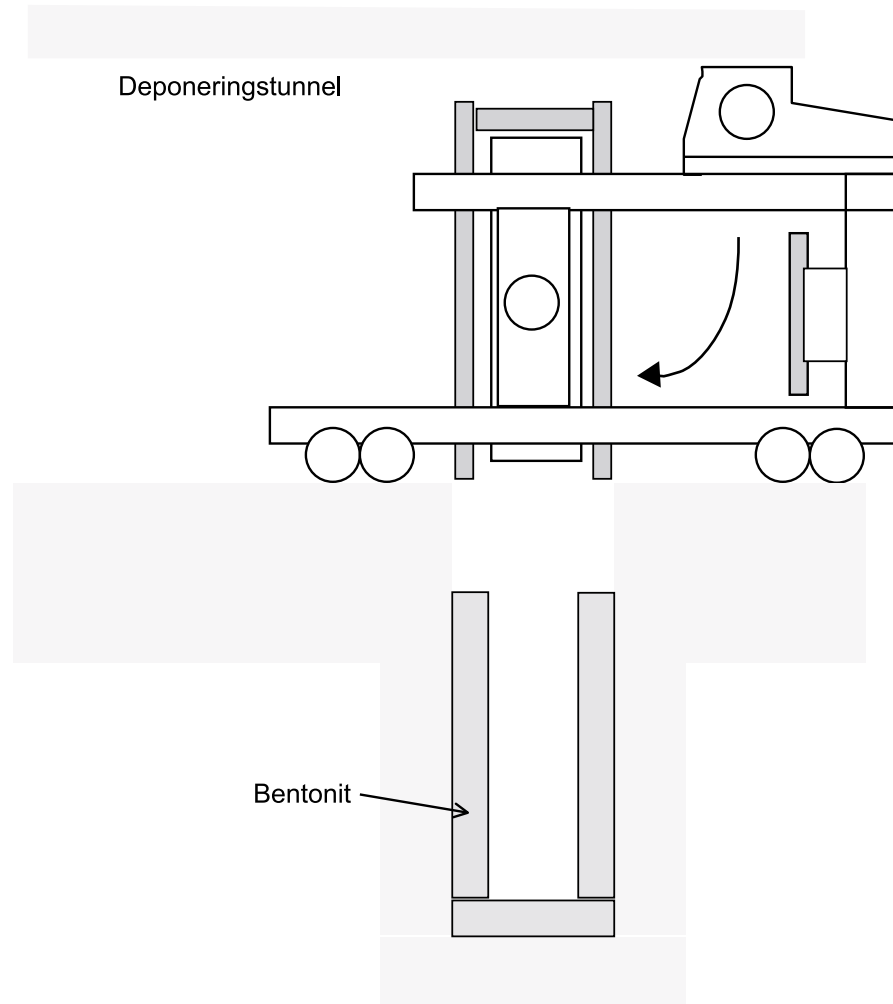


Vad medför borttagningen av gavellock ur strålskyddsynpunkt ?

4. Vridning.

Kapsel och strålskydd vrids till vertikalt läge.

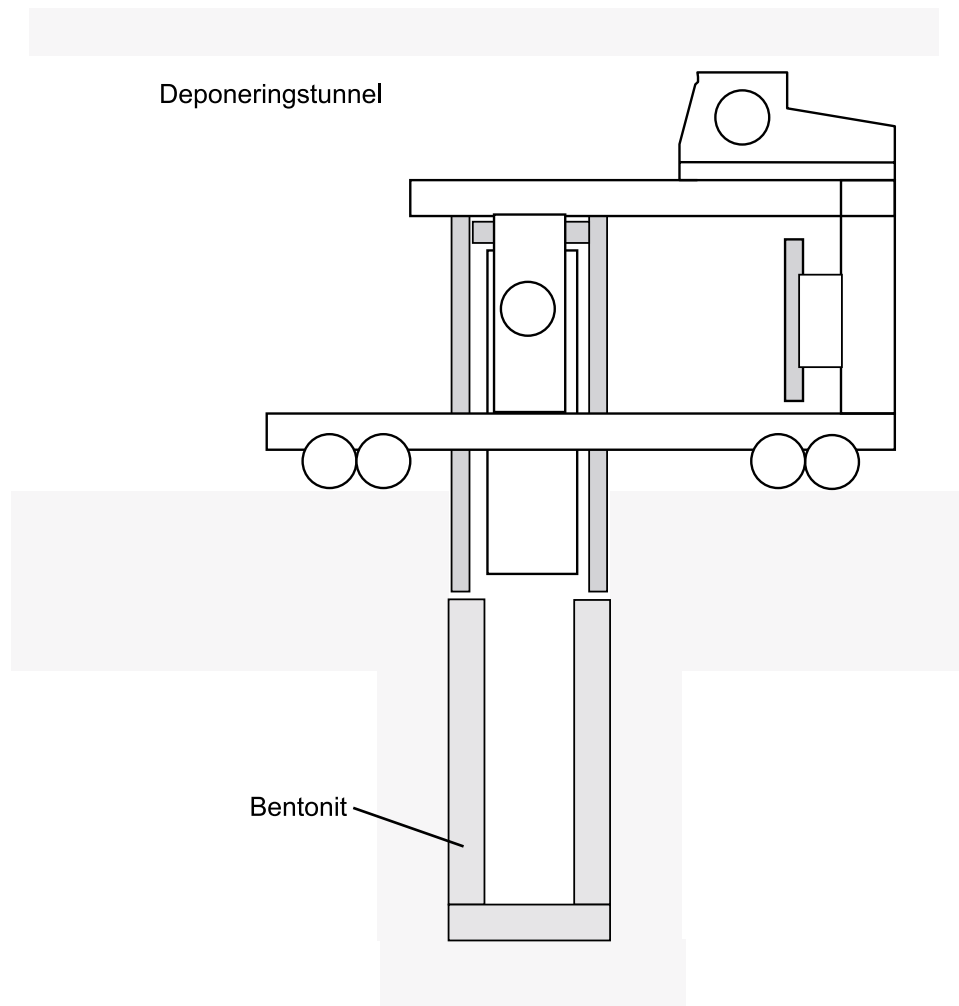
Under vridrörelsen är kapselns ena gavel strålskyddad.



*Hur påverkar spalter mellan strålskydd och deponeringshål ?
Strålskyddskonsekvenser för personal under vridrörelse?*

5. Sänkning.

Kapsel med strålskydd sänks ned i deponeringshålet.

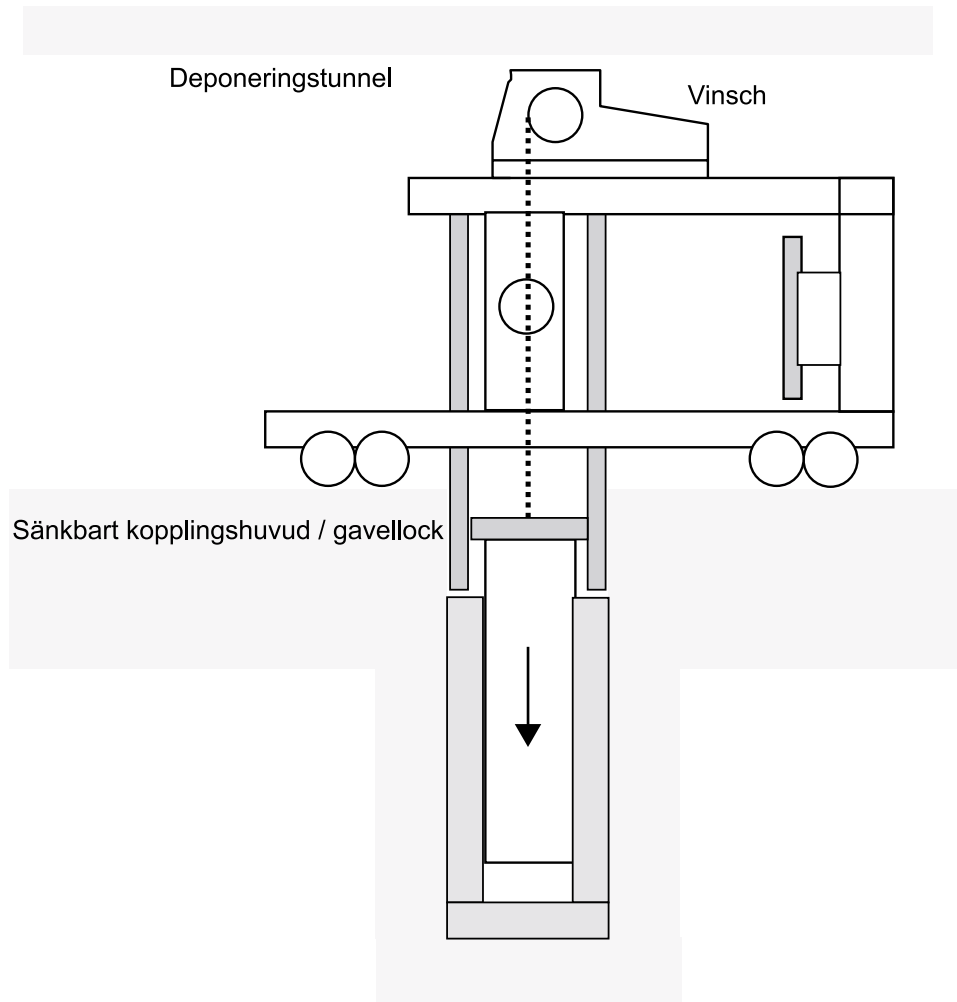


*Hur påverkar spalter mellan strålskydd och deponeringshål ?
Kan personal befinna sig på / vid maskinen i detta läge ?*

6. Nedsänkning av kapsel.

Vinschen körs i läge ovanför kapsel och kopplas till kopplingshuset / gavellocket på strålskyddet

Med hjälp av vinschen körs kapseln ned till deponeringsläge.



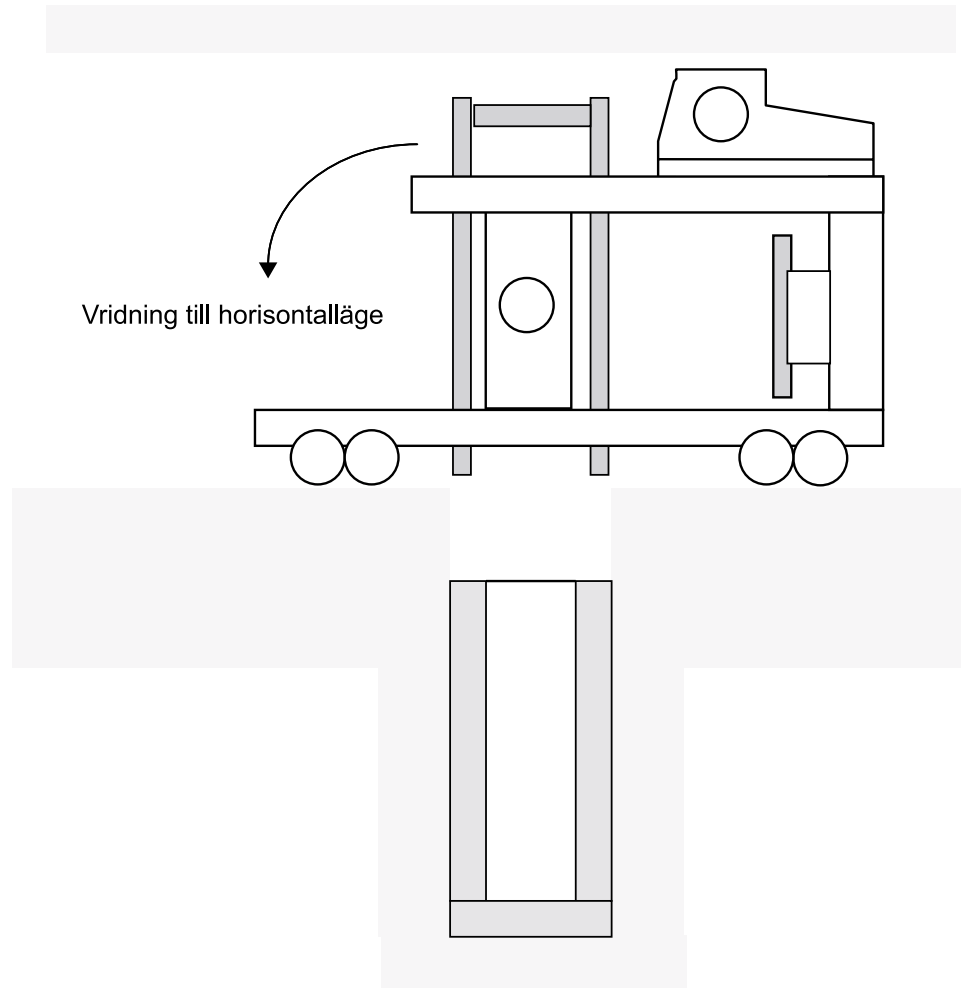
*Hur ska det sänkbara kopplingshuvudet / gavellocket utformas m a p strålning ?
Kan påkoppling av vinschkätting på det sänkbara kopplingshuvudet / gavellocket ske manuellt?*

7. Uppkörning av kopplingshuvud / gavellock + strålskydd.

Efter det att kapseln placerats i deponeringshålet körs kopplingshuvud / gavellock på plats i strålskyddet och därefter körs hela strålskyddet upp ur deponeringshålet.

Strålskyddet vrids till horisontellt läge.

Nu är kapselns övre gavel helt oskyddad.



*Konsekvenser av den oskyddade gaveln på kapseln ?
(Reflektion ut i deponeringstunneln ?)*

8. Förslutning med bentonitplugg.

Efter avslutad deponering kör deponeringsfordonet åter till tunnelmynningen och hämtar bentonitplugg från en transportvagn. Fordonet återvänder till deponeringshålet och försluter med bentonitplugg ovanpå kapseln. Detta upprepas tills 3 st bentonitpluggar á ca 500 mm har lagts dit.

Samma frågeställningar som i alternativ Nr 1.

SKB PROJEKT JADE

STRÅLSKYDDSKONSEKVENSER VID STRÅLSKYDDADE OCH ICKE STRÅLSKYDDADE DEPONERINGSMETODER.

UNDERLAG FÖR BEDÖMNING AV STRÅLSKYDDET FÖR OLIKA VERTIKALA DEPONERINGSALTERNATIV.

Alt 3. Deponeringsfordon med delbart strålskydd .

VBB Anläggning AB

STRÅLSKYDDSUUNDERLAG

Alt 3. Deponeringsfordon med delbart strålskydd.

SYFTE.

Detta underlag syftar till att klarlägga de olika strålsituationer som är förknippade med aktuell deponeringsmetod.

SAMMANFATTNING.

Deponeringen utförs med ett spårbundet alt hjulgående deponeringsfordon som går i deponeringstunneln. Vid deponeringstunnelns mynning dockar deponeringsfordonet till det transportfordon som fört kapseln fram till mynningen. Utrustningen flyttar det delbara strålskyddet med kapsel över till deponeringsfordonet som sedan transporterar den liggande fram till deponeringshålet där strålskyddet delas och kapsel reses vertikalt och sänks ned i hålet.

Transport av kapslarna från omlastningsstation fram till respektive deponeringstunnel förutsätts ske med ett separat transportfordon på vilket kapseln förvaras liggande i det delbara strålskyddandet.

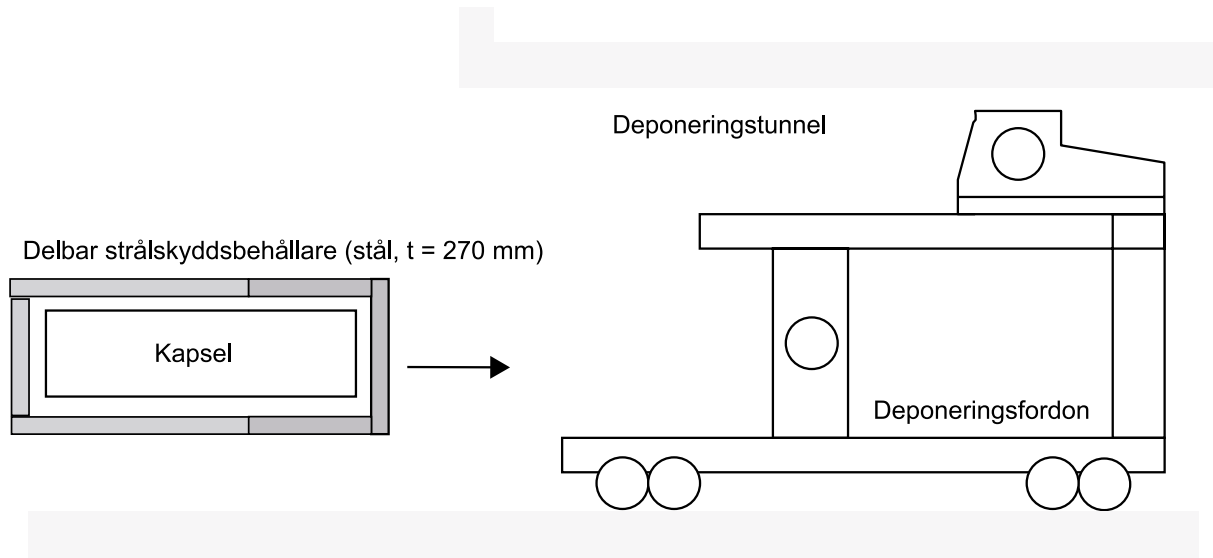
Detta alternativ är en variant av alternativ 2.

Deponeringsfordonets utseende se bilaga SKISS 3.

PROCESSBESKRIVNING.

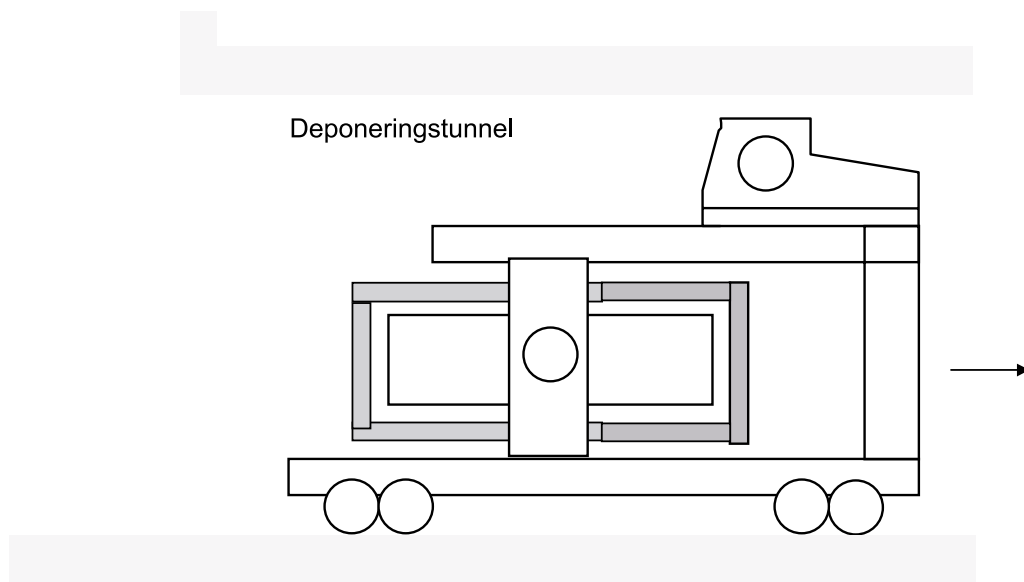
1. Dockning från transportfordon till deponeringsfordon.

Hela den strålskyddande delbara transportbehållaren med kapsel flyttas från transportfordon till deponeringsfordon.



2. Förflyttning av kapsel på deponeringsfordon.

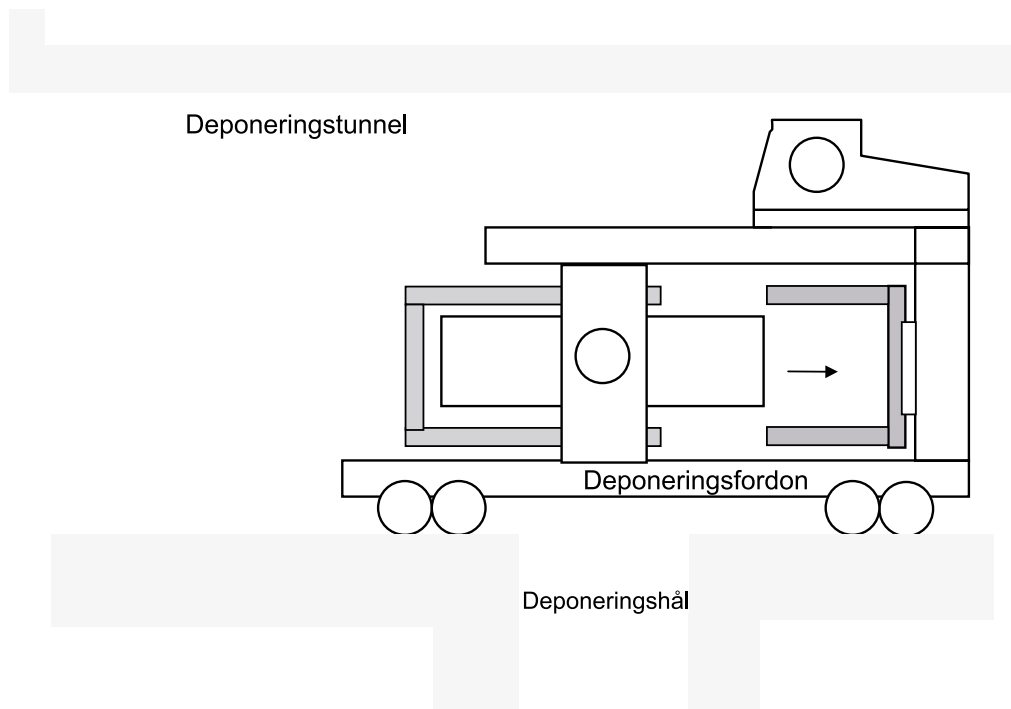
Deponeringsfordonet kör bort till deponeringshålet.
Kapseln är helt strålskyddad inuti det delbara strålskyddet.



Hur bör "delningsskarven" på strålskyddet se ut ?

3. Delning av strålskydd.

Vid deponering delas först strålskyddet och hålls fast av en hållare.

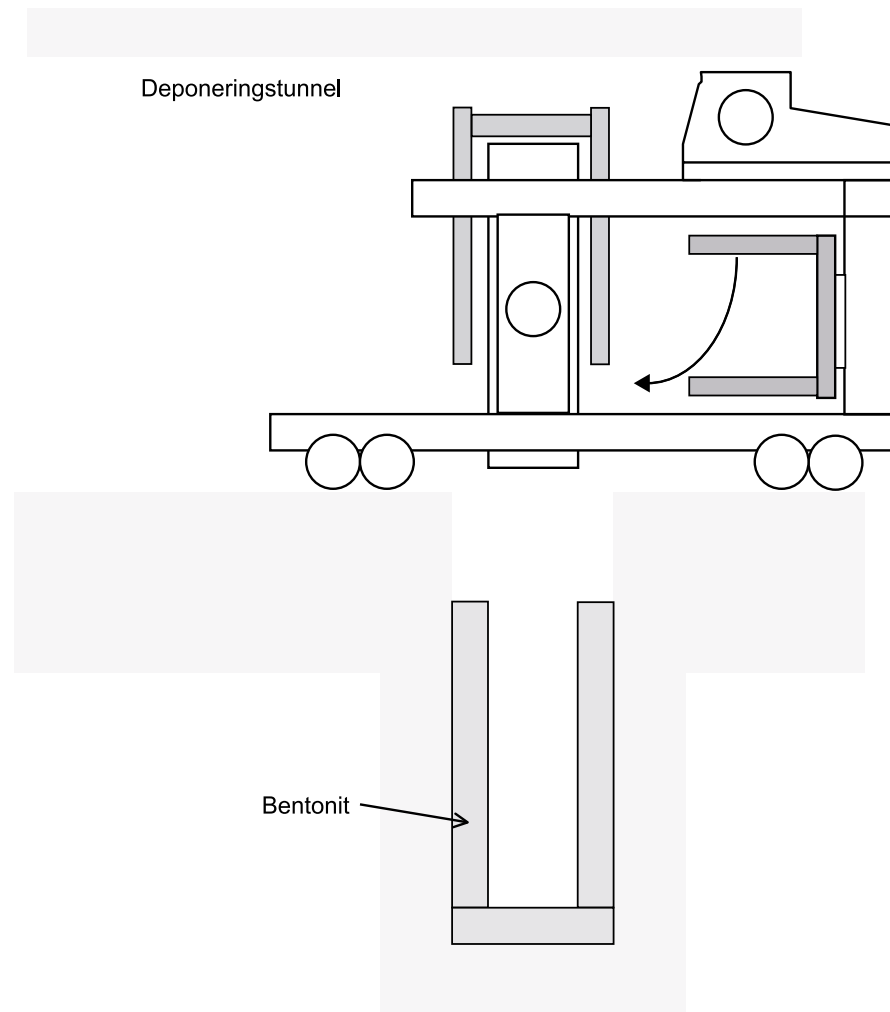


Vad medför delningen av strålskyddet ur strålskyddsynpunkt ?

4. Vridning.

Kapsel och strålskydd vrids till vertikalt läge.

Under vridrörelsen är kapselns ena ände och gavel ej strålskyddad.

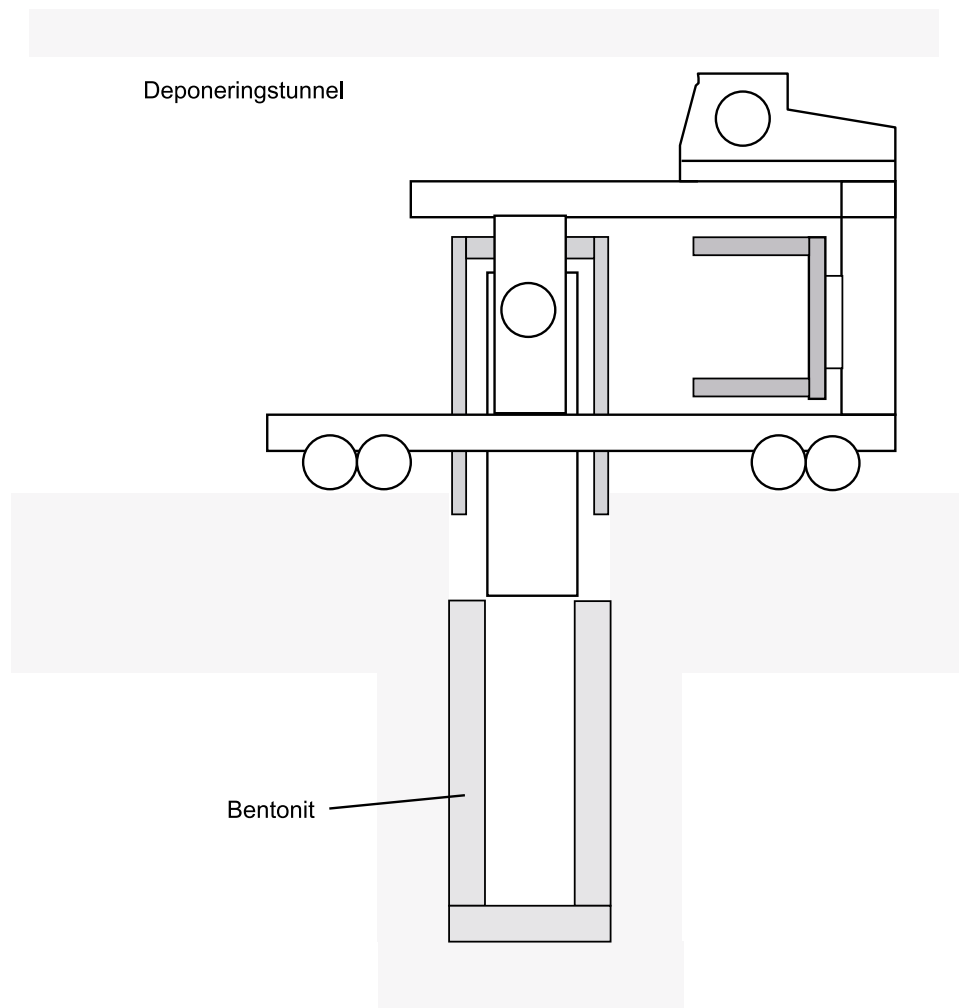


Vad innebär den oskyddade kapseländen ur strålskyddshänseende ?

Behövs en extra strålskyddsskärm och behöver den i så fall gå ända upp till tunneltaket ?

5. Sänkning.

Kapsel med strålskydd sänks ned i deponeringshålet.



Samma frågeställningar som i alternativ Nr 2:

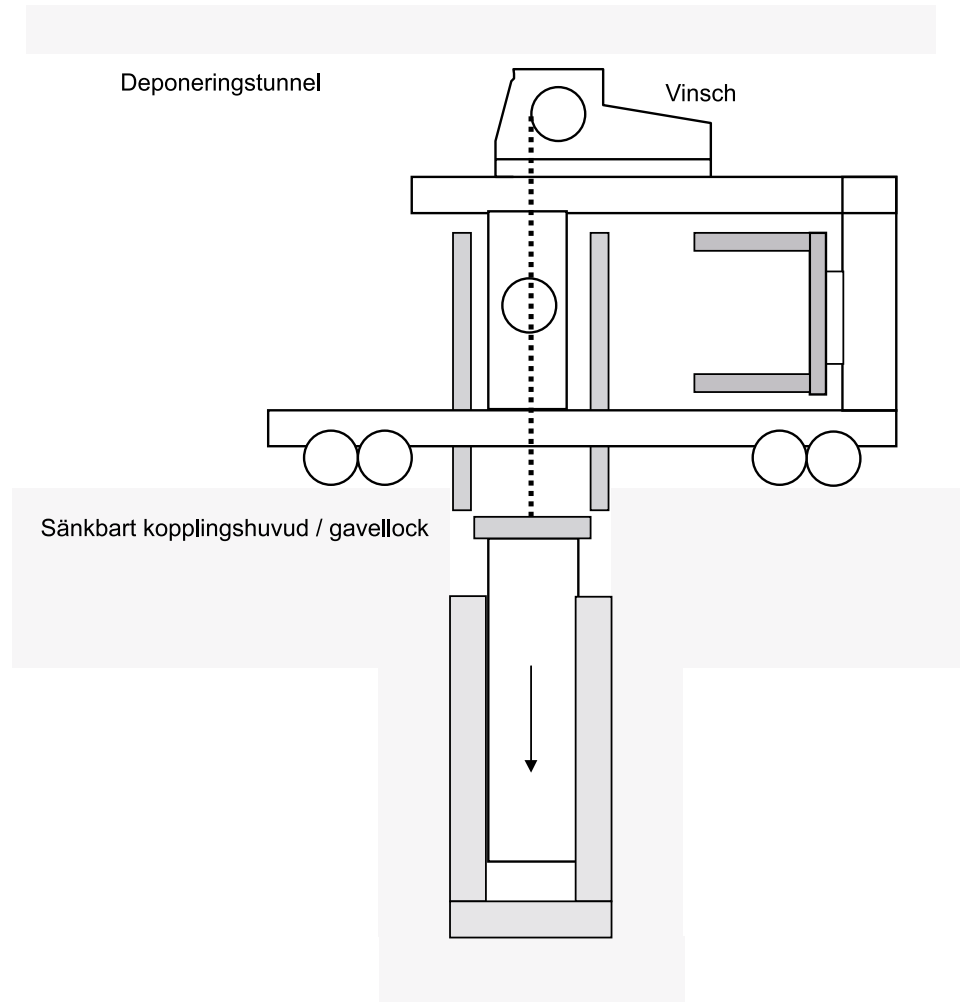
Hur påverkar spalter mellan strålskydd och deponeringshål ?

Kan personal befinna sig på / vid maskinen i detta läge ?

6. Nedsänkning av kapsel.

Vinschen körs i läge ovanför kapsel och kopplas till kopplingshuset / gavellocket på strålskyddet

Med hjälp av vinschen körs kapseln ned till deponeringsläge.



Samma frågeställningar som i alternativ Nr 2:

Hur ska det sänkbara kopplingshuvudet / gavellocket utformas m a p strålning ?

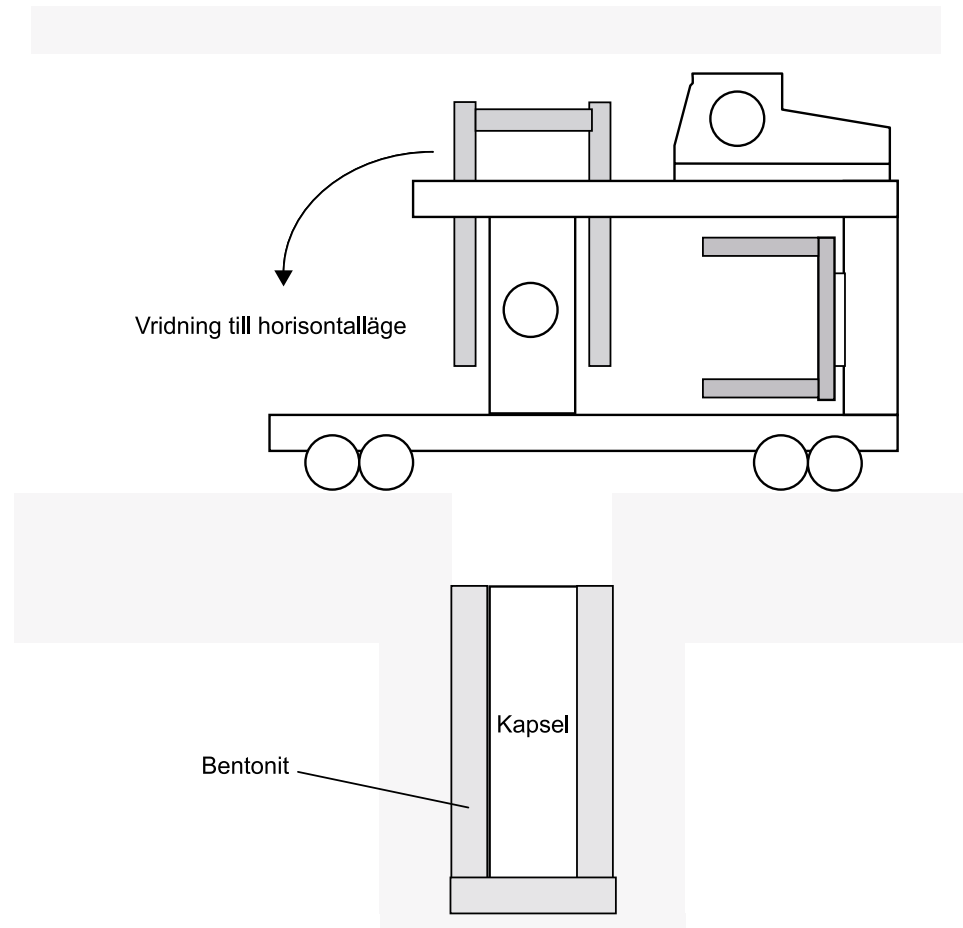
Kan påkoppling av vinschkätting på det sänkbara kopplingshuvudet / gavellocket ske manuellt?

7. Uppkörning av kopplingshuvud / gavellock + strålskydd.

Efter det att kapseln placerats i deponeringshålet körs kopplingshuvud / gavellock på plats i strålskyddet och därefter körs hela strålskyddet upp ur deponeringshålet.

Strålskyddet vrids till horisontellt läge.

Nu är kapselns övre gavel helt oskyddad.



*Samma frågeställningar som i alternativ Nr 2:
Konsekvenser av den oskyddade gaveln på kapseln ?
(Reflektion ut i deponeringstunneln ?)*

8. Förslutning med bentonitplugg.

Efter avslutad deponering kör deponeringsfordonet åter till tunnelmynningen och hämtar bentonitplugg från en transportvagn. Fordonet återvänder till deponeringshålet och försluter med bentonitplugg ovanpå kapseln. Detta upprepas tills 3 st bentonitpluggar á ca 500 mm har lagts dit.

*Samma frågeställningar som i alternativ Nr 1:
Krävs ytterligare strålskyddslock ovanpå bentoniten för att strålningen ska vara så låg att deponeringstunneln kan beträdas med personal ?
Kan återstående förslutning av deponeringshål med bentonit / sand nu göras med oskyddad personal eller bör också detta moment utföras med deponeringsfordonet ?*

SKB PROJEKT JADE

STRÅLSKYDDSKONSEKVENSER VID STRÅLSKYDDADE OCH ICKE STRÅLSKYDDADE DEPONERINGSMETODER.

UNDERLAG FÖR BEDÖMNING AV STRÅLSKYDDET FÖR OLIKA VERTIKALA DEPONERINGSALTERNATIV.

Alt 4. Deponeringsfordon med kapsel / bentonit i ”helt paket” bakom strålskyddsskärm.

VBB Anläggning AB

STRÅLSKYDDSUUNDERLAG

Alt 4. Deponeringsfordon med kapsel / bentonit-paket bakom strålskyddsskärm.

SYFTE.

Detta underlag syftar till att klarlägga de olika strålsituationer som är förknippade med aktuell deponeringsmetod.

SAMMANFATTNING.

Deponeringen utförs med ett spårbundet alt hjulgående deponeringsfordon som går i deponeringstunneln. Vid deponeringstunnelns mynning dockar deponeringsfordonet till det transportfordon som fört kapseln fram till mynningen. Utrustningen flyttar kapsel/bentonit-paket från transportstrålskydd över till deponeringsfordonet som sedan transporterar den liggande fram till deponeringshålet där kapsel / bentonit-paket reses vertikalt och sänks ned i hålet.

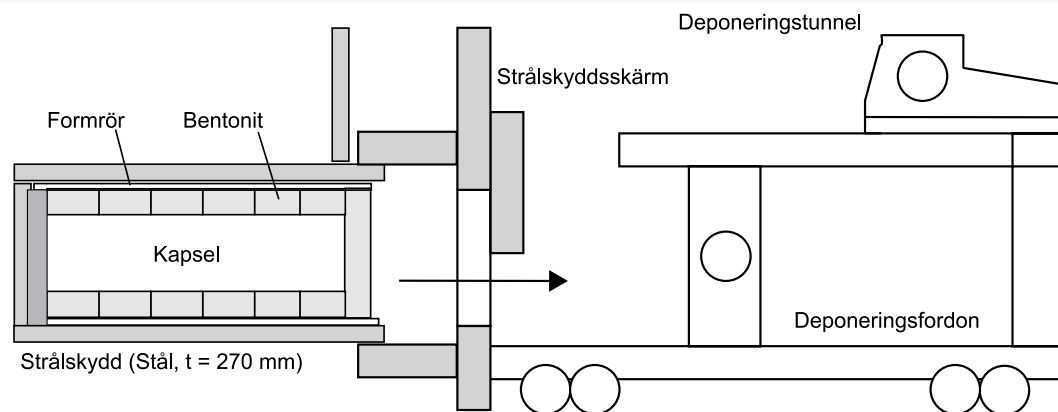
Transport av kapsel / bentonit-paket från omlastningsstation fram till respektive deponeringstunnel förutsätts ske med ett separat transportfordon på vilket kapsel / bentonit-paket förvaras liggande i en strålskyddande behållare.

Deponeringsfordonets utseende se bilaga SKISS 4.

PROCESSBESKRIVNING.

1. Dockning från transportfordon till deponeringsfordon.

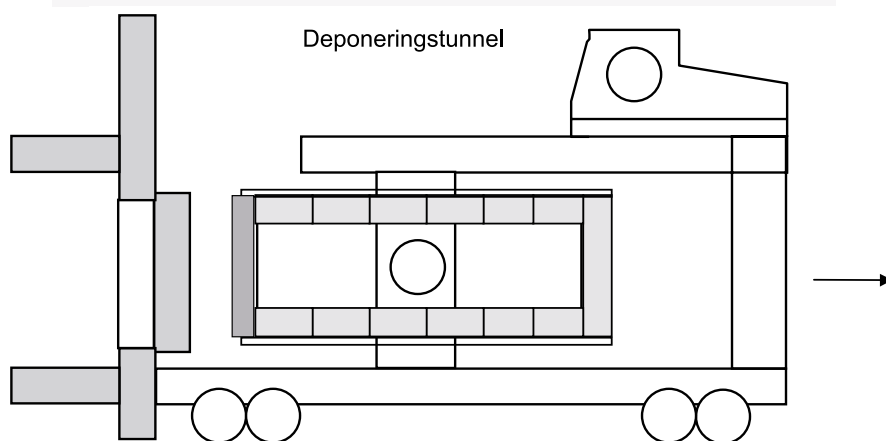
Formrör med kapsel / bentonit-paket dockas och flyttas från transportfordon till deponeringsfordon.



Samma frågeställningar som i alternativ Nr 1.

2. Förflyttning av kapsel på deponeringsfordon.

Deponeringsfordonet kör bort till deponeringshålet.
Kapsel / bentonit-paket är strålskyddad bakom strålskyddsskärmen.



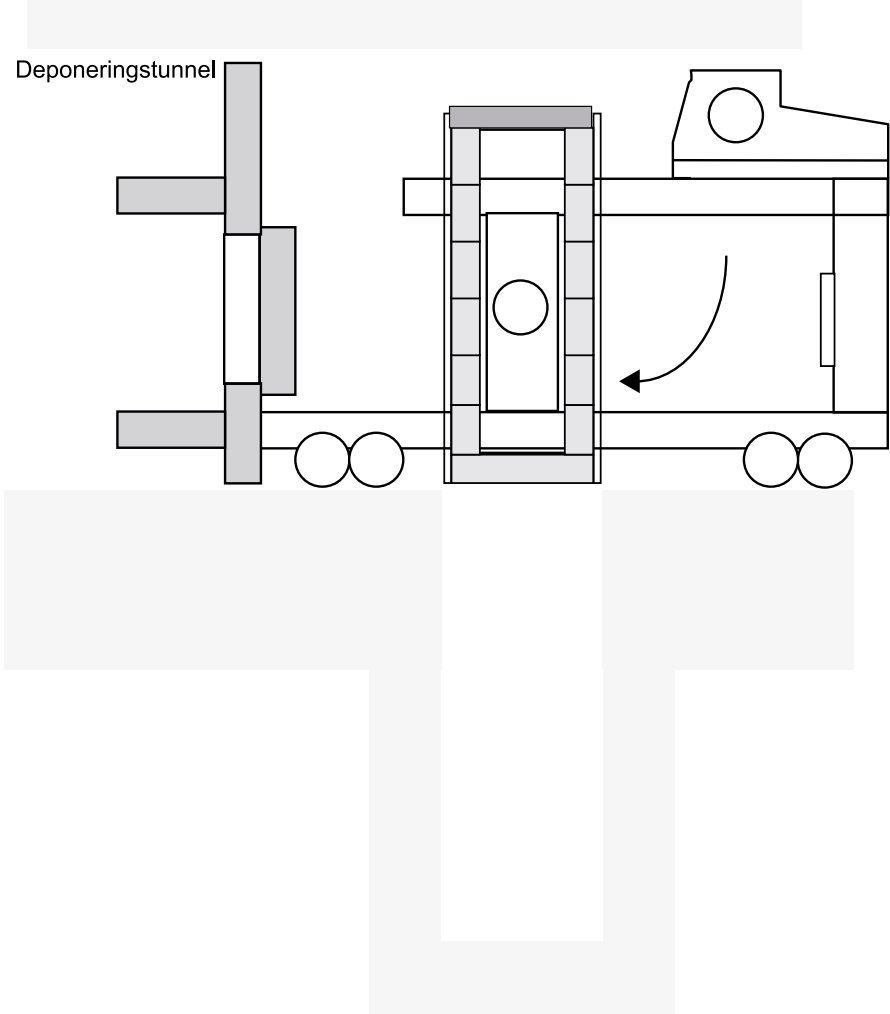
Samma frågeställningar som i alternativ 1:

Hur ska strålskyddsväggen utformas ? (Stål , t = 270 mm)

Hur påverkar spalter mellan strålskydd och tunnel ?

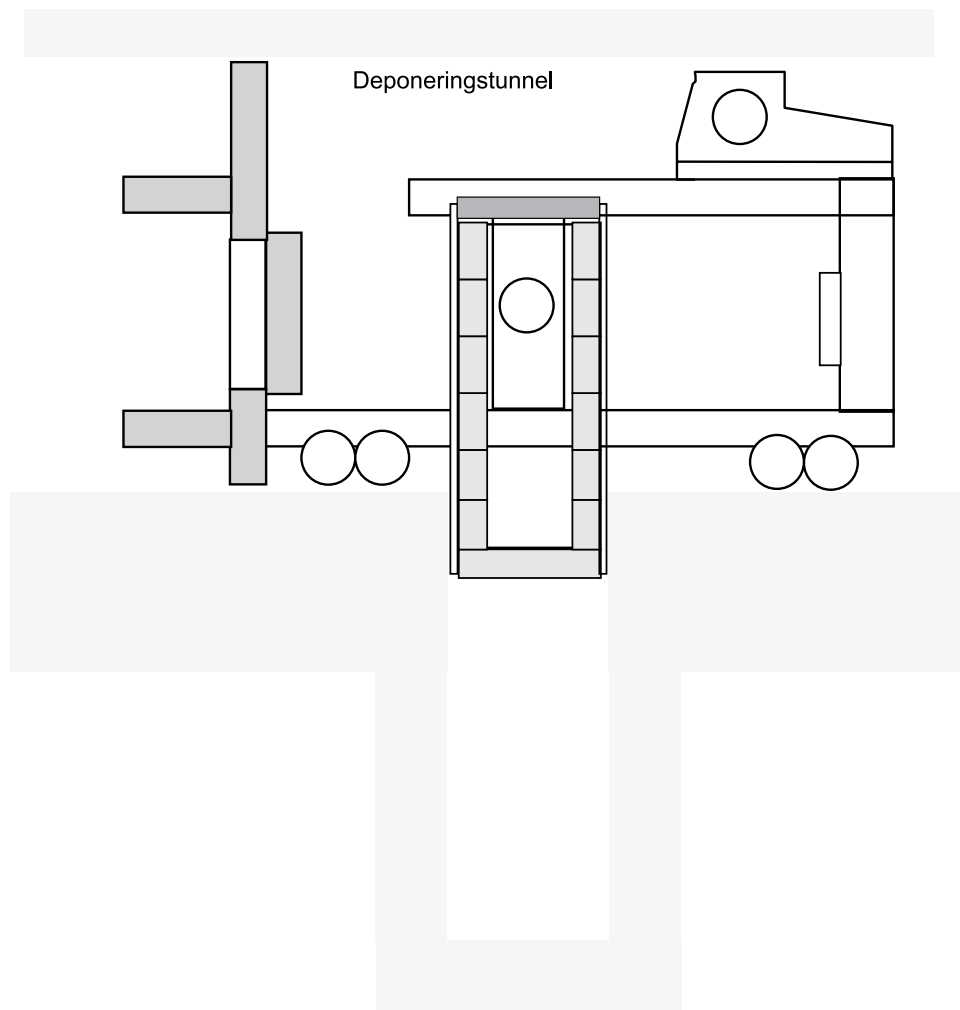
3. Vridning.

Kapsel / bentonit-paket vrids till vertikalt läge.



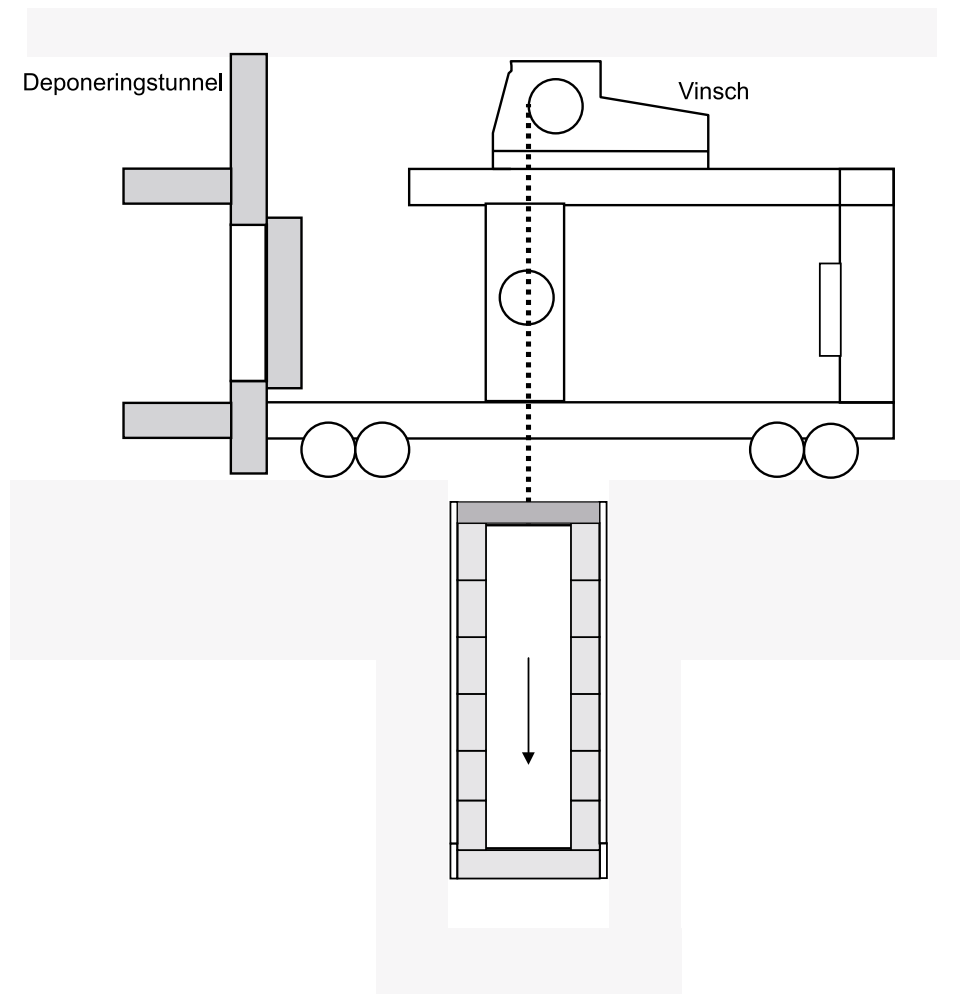
4. Sänkning.

Kapsel / bentonit-paket sänks ner i deponeringshålet.



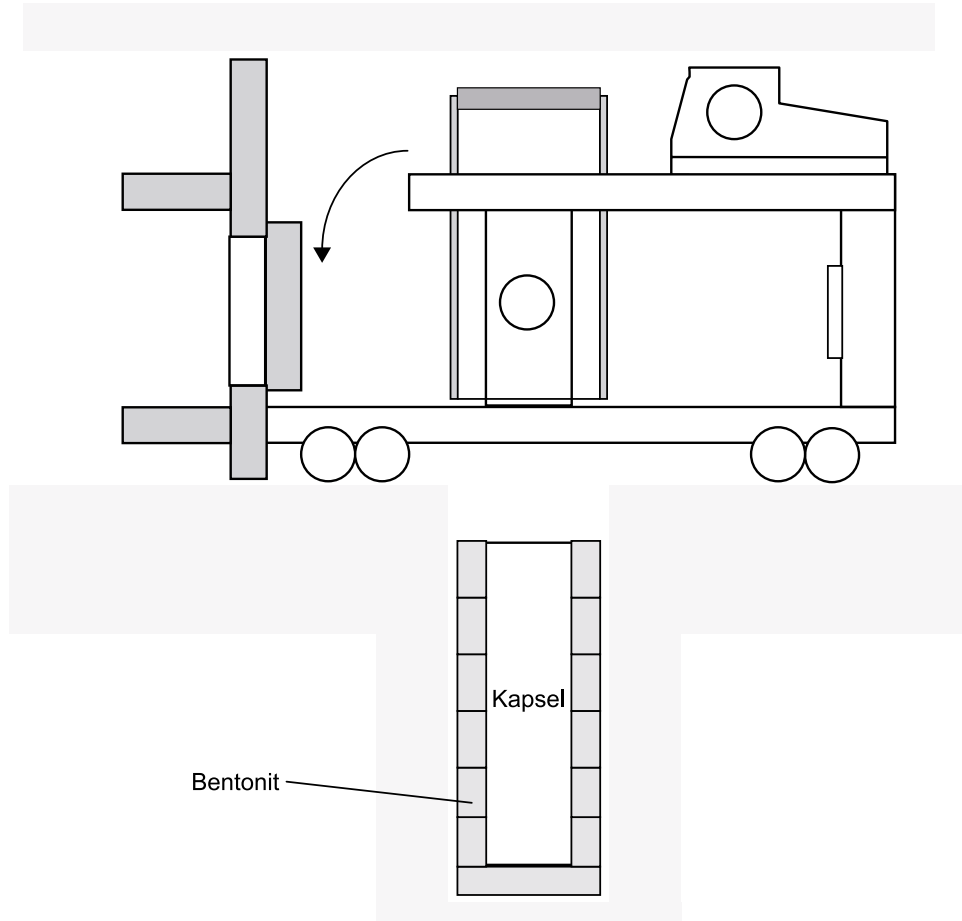
5. Nedsänkning av kapsel.

Vinschen körs i läge ovanför kapsel och kopplas till kapsel
Med hjälp av vinschen körs kapsel / bentonit-paket ned till deponeringsläge.



7. Uppkörning av formrör.

Efter det att kapseln placerats i deponeringshålet körs formröret upp ur deponeringshålet. Formrör vrids till horisontellt läge. Nu är kapselns övre gavel helt oskyddad.



8. Förslutning med bentonitplugg.

Efter avslutad deponering kör deponeringsfordonet åter till tunnelmynningen och hämtar bentonitplugg från en transportvagn. Fordonet återvänder till deponeringshålet och försluter med bentonitplugg ovanpå kapseln. Detta upprepas tills 3 st bentonitpluggar á ca 500 mm har lagts dit.

Samma frågeställningar som i alternativ Nr 1:

Krävs ytterligare strålskyddslock ovanpå bentoniten för att strålningen ska vara så låg att deponeringstunneln kan beträdas med personal ?

Kan återstående förslutning av deponeringshål med bentonit / sand nu göras med oskyddad personal eller bör också detta moment utföras med deponeringsfordonet ?

SKB PROJEKT JADE

STRÅLSKYDDSKONSEKVENSER VID STRÅLSKYDDADE OCH ICKE STRÅLSKYDDADE DEPONERINGSMETODER.

UNDERLAG FÖR BEDÖMNING AV STRÅLSKYDDET FÖR OLIKA VERTIKALA DEPONERINGSALTERNATIV.

Alt 5. Deponeringsfordon med kapsel / bentonit i ”helt paket” med delbart strålskydd .

VBB Anläggning AB

STRÅLSKYDDSUUNDERLAG

Alt 5. Deponeringsfordon med kapsel / bentonit i ”helt paket” med delbart strålskydd.

SYFTE.

Detta underlag syftar till att klarlägga de olika strålsituationer som är förknippade med aktuell deponeringsmetod.

SAMMANFATTNING.

Deponeringen utförs med ett spårbundet alt hjulgående deponeringsfordon som går i deponeringstunneln. Vid deponeringstunnelns mynning dockar deponeringsfordonet till det transportfordon som fört kapseln fram till mynningen. Utrustningen flyttar det delbara strålskyddet med kapsel / bentonit-paket över till deponeringsfordonet som sedan transporterar den liggande fram till deponeringshålet där strålskydd och kapsel / bentonit-paket reses vertikalt och sänks ned i hålet.

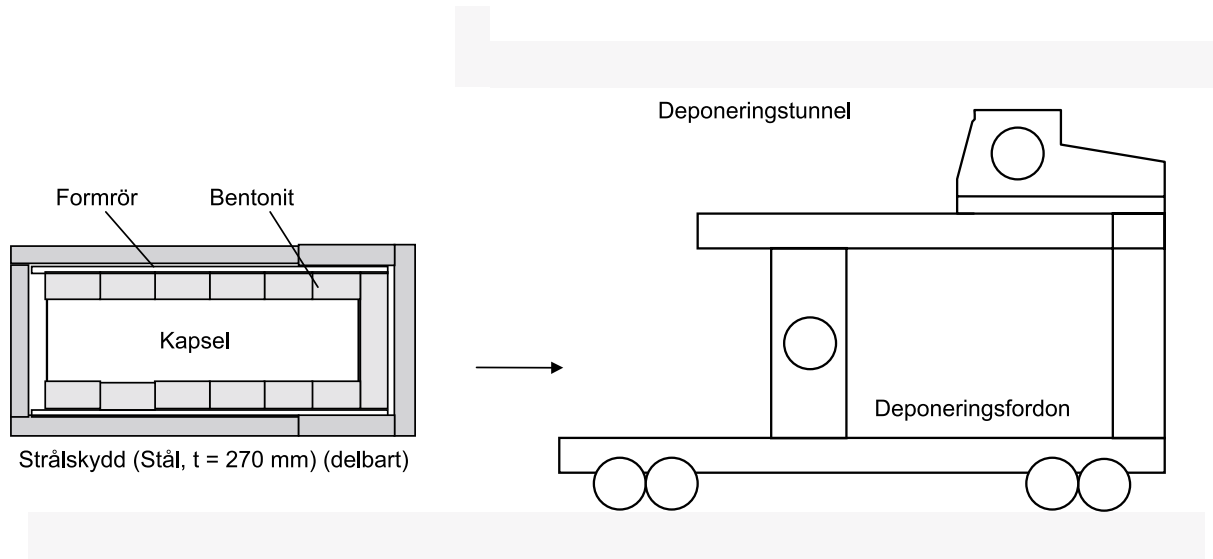
Transport av kapslarna från omlastningsstation fram till respektive deponeringstunnel förutsätts ske med ett separat transportfordon på vilket kapseln förvaras liggande i det delbara strålskyddande.

Deponeringsfordonets utseende se bilaga SKISS 5.

PROCESSBESKRIVNING.

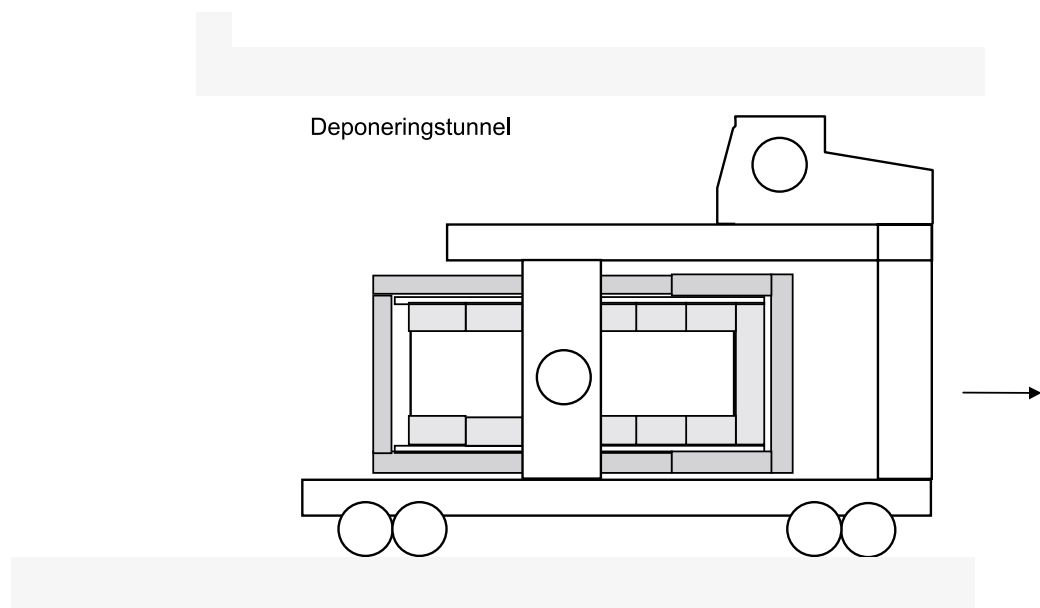
1. Dockning från transportfordon till deponeringsfordon.

Hela den strålskyddande transportbehållaren med kapsel / bentonit-paket flyttas från transportfordon till deponeringsfordon.



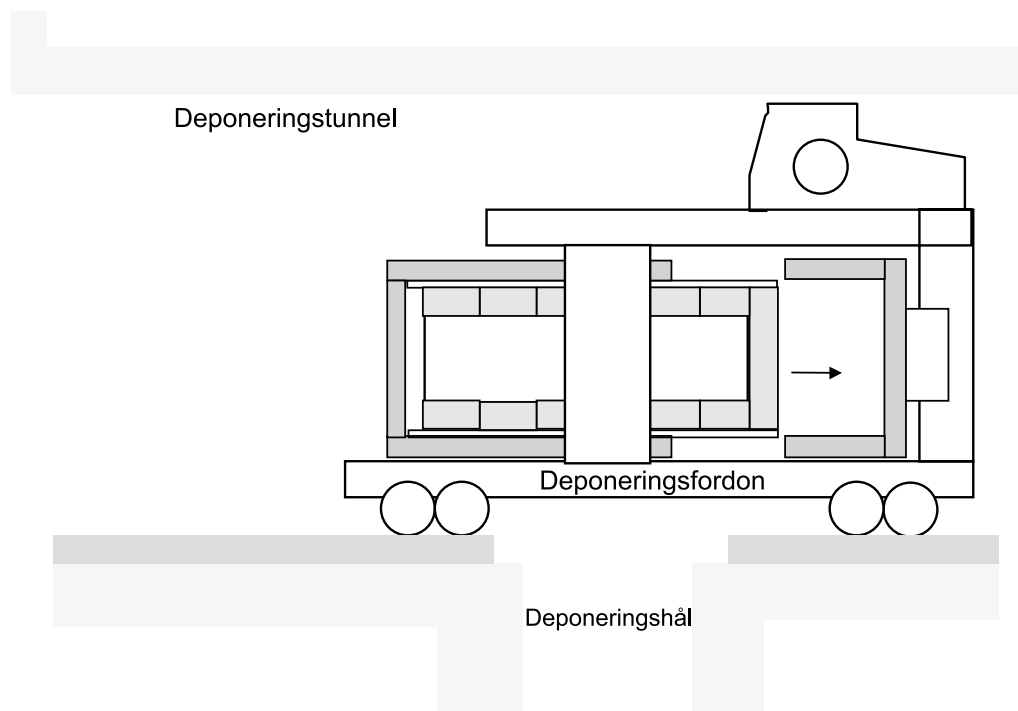
2. Förflyttning av kapsel på deponeringsfordon.

Deponeringsfordonet kör bort till deponeringshålet.
Kapseln är helt strålskyddad inuti strålskyddet.



3. Delning av strålskydd.

Vid deponering delas först strålskyddet och hålls fast av en hållare.

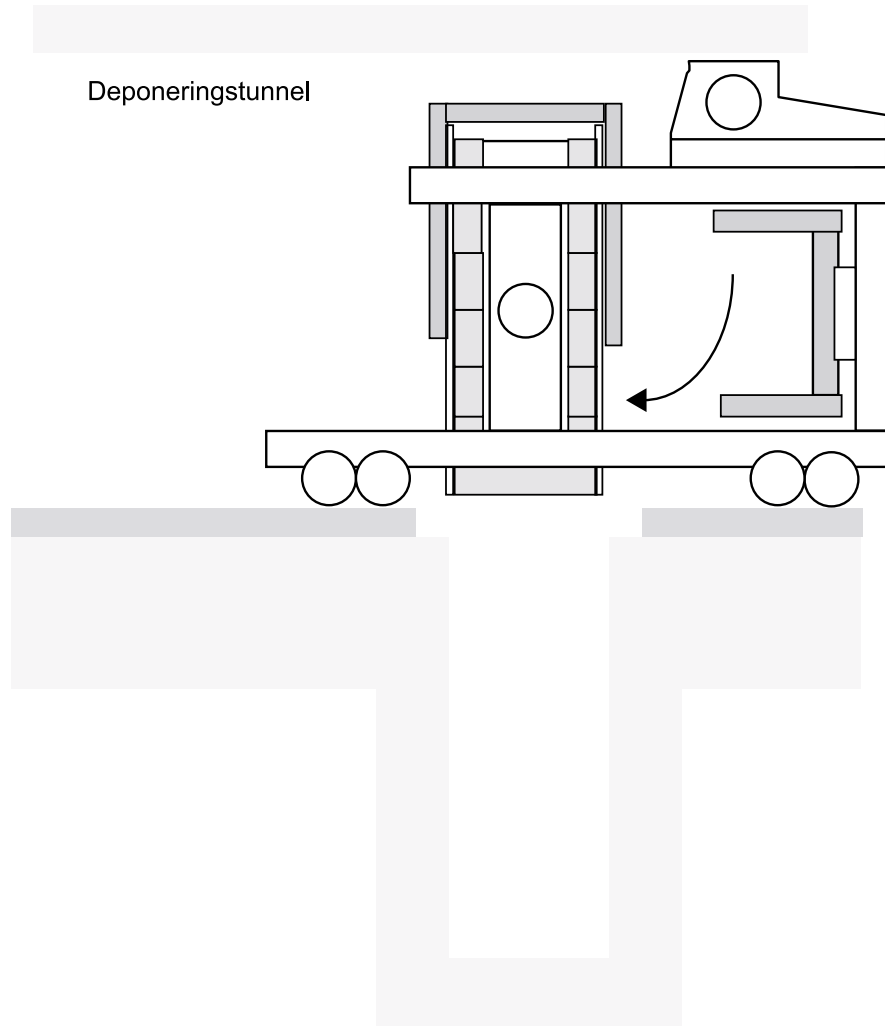


Samma frågeställningar som i alternativ 3:

Vad medför delningen av strålskyddet ur strålskyddsynpunkt ?

4. Vridning.

Kapsel / bentonit-paket och strålskydd vrids till vertikalt läge.
Under vridrörelsen är kapselns ena ände och gavel ej strålskyddad.



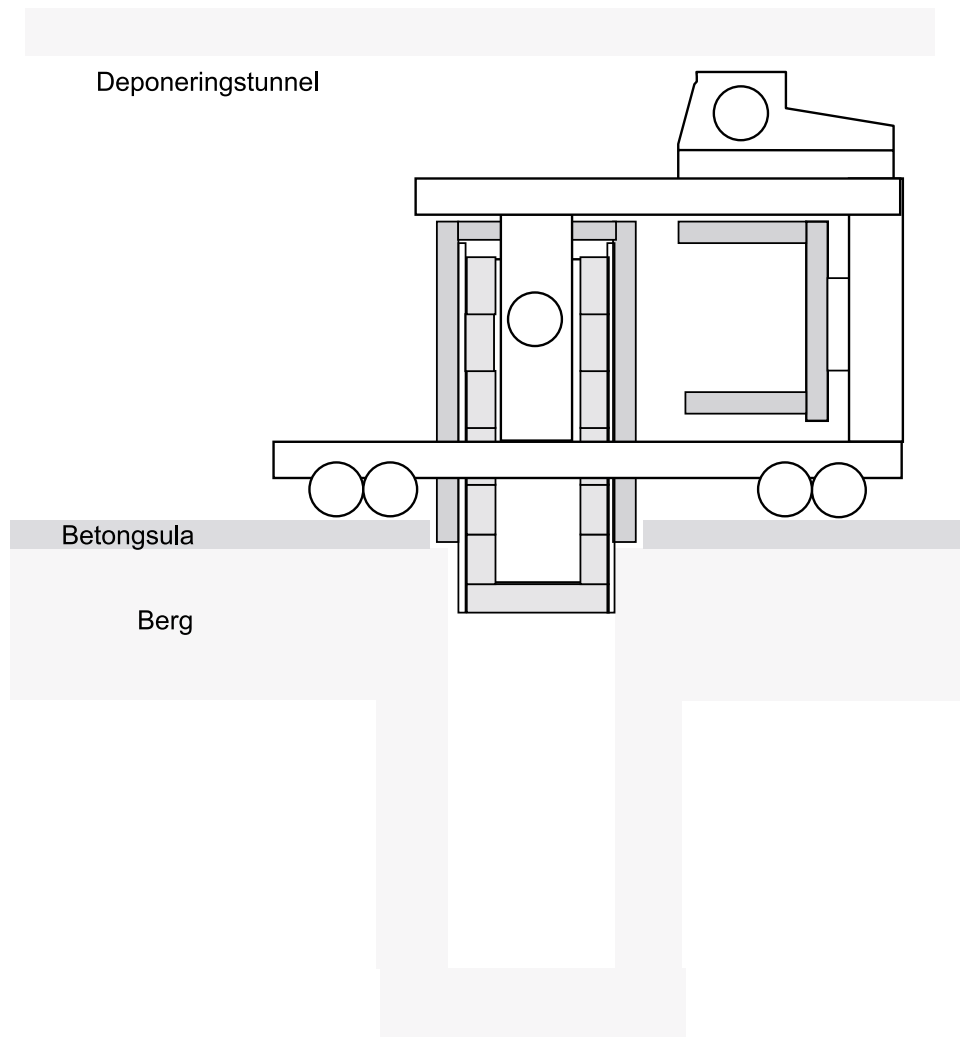
Samma frågeställningar som i alternativ 3:

Vad innebär den oskyddade kapseländan ur strålskyddssynpunkt ?

Behövs en extra strålskyddsskärm och behöver den i så fall gå ända upp till tunneltaket ?

5. Sänkning.

Kapsel / bentonit-paket sänks ned i deponeringshålet.
Strålskyddet går endast ned i ett urtag i deponeringsortens betongsula.

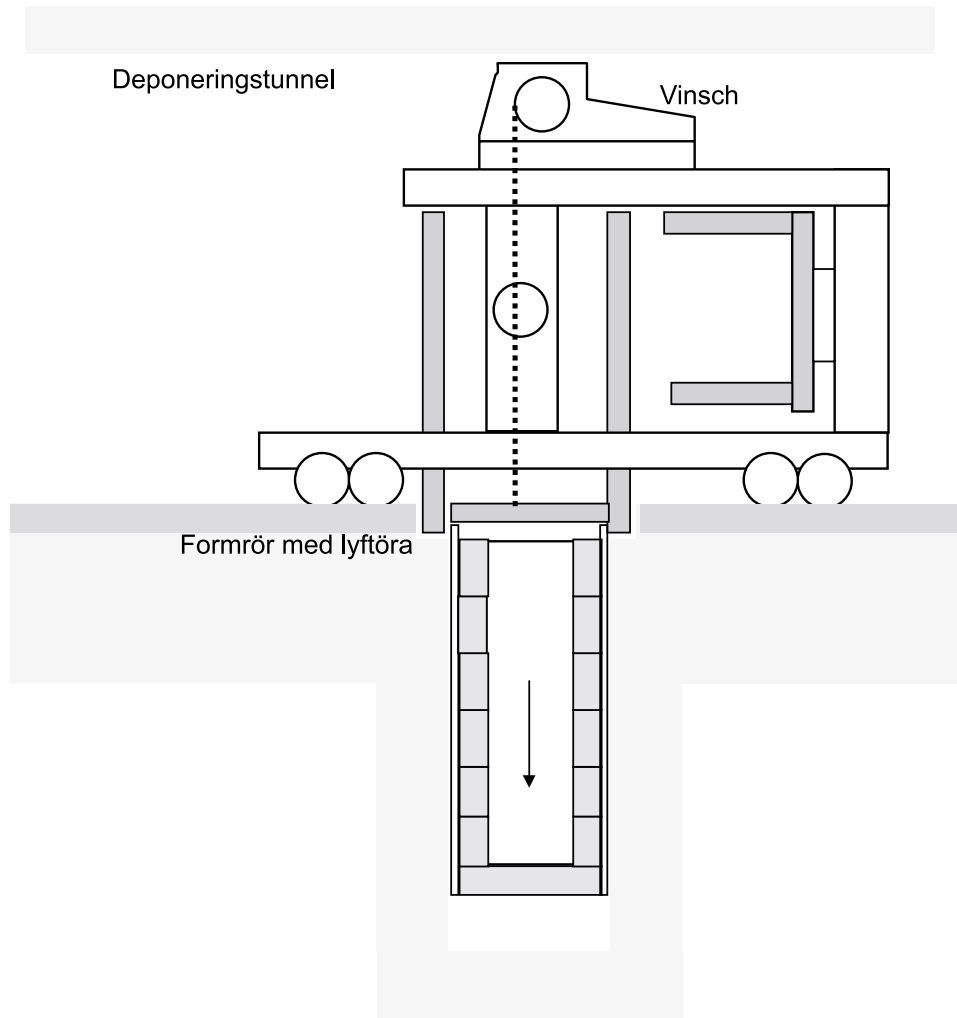


*Hur påverkar spalter mellan strålskydd och deponeringshål ?
Kan personal befinna sig på / vid maskinen i detta läge ?*

6. Nedsänkning av kapsel.

Vinschen körs i läge ovanför kapsel och kopplas till ett lyftöra på formröret. Formrörets överdel utgör en del av strålskyddet

Med hjälp av vinschen körs kapseln ned till deponeringsläge.



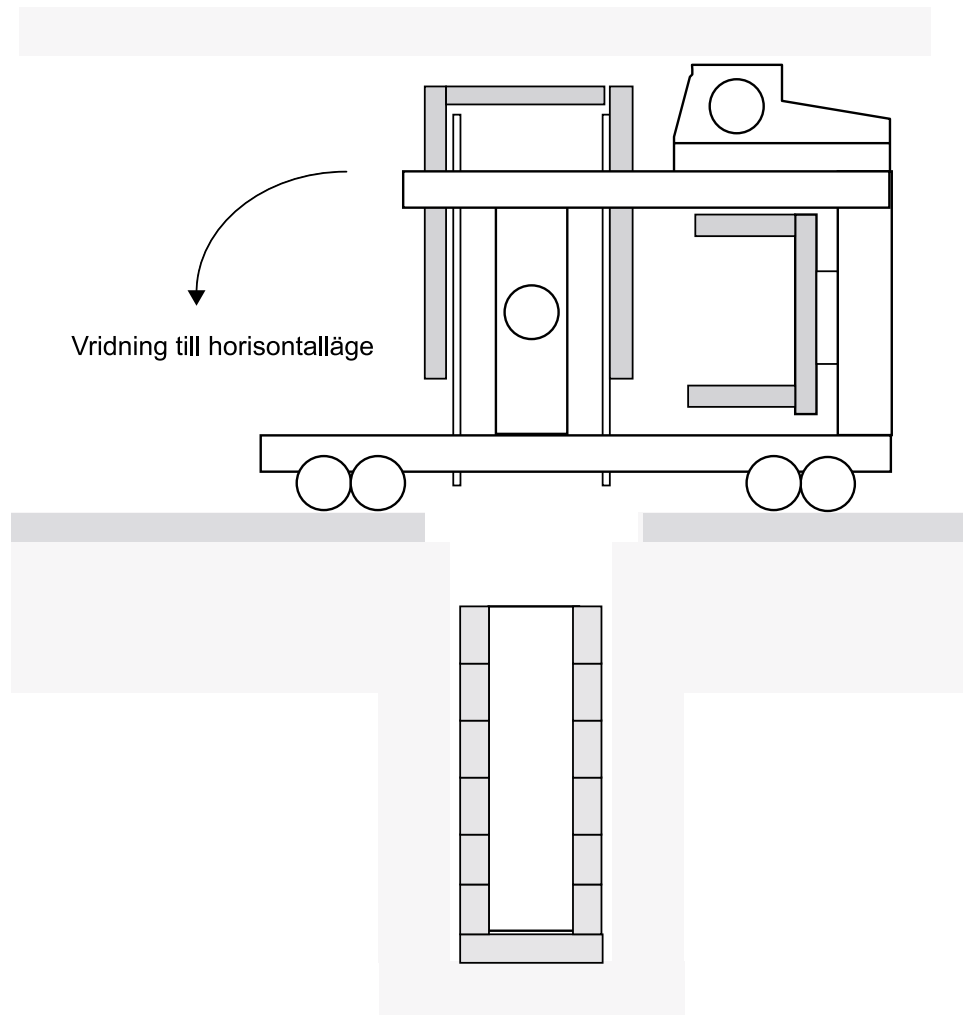
Samma frågeställningar som i alternativ Nr 2:

Hur ska det sänkbara formrörets överdel utformas m a p strålning ?

Kan påkoppling av vinschkätting på lyftöret ske manuellt ?

7. Uppkörning av formrör.

Efter det att kapseln placerats i deponeringshålet körs formrör på plats i strålskyddet. Strålskyddet vrids till horisontellt läge. Nu är kapselns övre gavel helt oskyddad.



*Samma frågeställningar som i alternativ 2:
Konsekvenser av den oskyddade gaveln på kapseln ?
(Reflektion ut i deponeringstunneln ?)*

8. Förslutning med bentonitplugg.

Efter avslutad deponering kör deponeringsfordonet åter till tunnelmynningen och hämtar bentonitplugg från en transportvagn. Bentonitpluggarna laddas i formröret. Fordonet återvänder till deponeringshålet och försluter med bentonitplugg ovanpå kapseln. 3 st bentonitpluggar á ca 500 mm läggs dit.

*Samma frågeställningar som i alternativ Nr 1:
Krävs ytterligare strålskyddslock ovanpå bentoniten för att strålningen ska vara så låg att deponeringstunneln kan beträdas med personal ? Kan återstående förslutning av deponeringshål med bentonit / sand nu göras med oskyddad personal eller bör också detta moment utföras med deponeringsfordonet ?*

SKB PROJEKT JADE

STRÅLSKYDDSKONSEKVENSER VID STRÅLSKYDDADE OCH ICKE STRÅLSKYDDADE DEPONERINGSMETODER.

UNDERLAG FÖR BEDÖMNING AV STRÅLSKYDDET FÖR OLIKA VERTIKALA DEPONERINGSALTERNATIV.

Alt 6a. Deponeringsstativ med strålskyddad kapsel .

Alt 6b. Deponeringsstativ med delat strålskydd.

Alt 6c. Deponeringsstativ med delat strålskydd och ”helt paket”.

VBB Anläggning AB

STRÅLSKYDDSUUNDERLAG

Alt 6a. Deponeringsstativ med strålskyddad kapsel.

Alt 6b. Deponeringsstativ med delat strålskydd.

Alt 6c. Deponeringsstativ med delat strålskydd och ”helt paket”.

SYFTE.

Detta underlag syftar till att klarlägga de olika strålsituationer som är förknippade med aktuell deponeringsmetod.

SAMMANFATTNING.

Deponeringen utförs med ett deponeringsstativ som transporteras av ett transportfordon i deponeringstunneln. Kapsel flyttas till strålskyddet på stativet på omlastningsstationen. Transportfordonet transporterar sedan stativet med strålskydd / kapsel liggande fram till deponeringshålet där strålskydd och kapsel reses vertikalt och sänks ned i hålet.

Varianter: a: Kapsel i strålskydd.
 b: Kapsel i delbart strålskydd.
 c: Kapsel / bentonit-paket i delbart strålskydd.

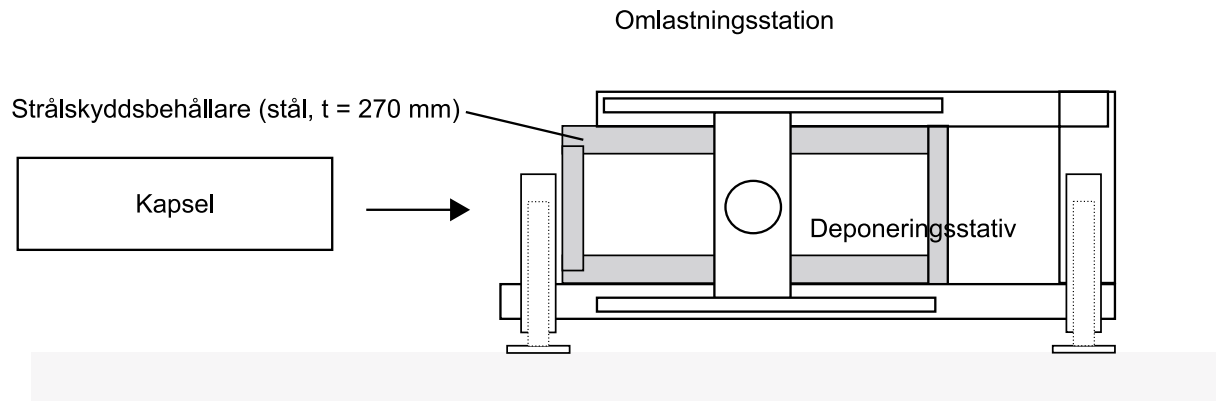
Transportfordonet är av typen ”terminalfordon” som idag används för att transportera strålskydd / kapsel bl a på SIGYN.

Deponeringsstativets utseende se bilaga SKISS 6.

PROCESSBESKRIVNING.

1. Lastning av deponeringsstativ.

Kapsel flyttas till den strålskyddande transportbehållaren på deponeringsstativet vid omlastningsstationen.



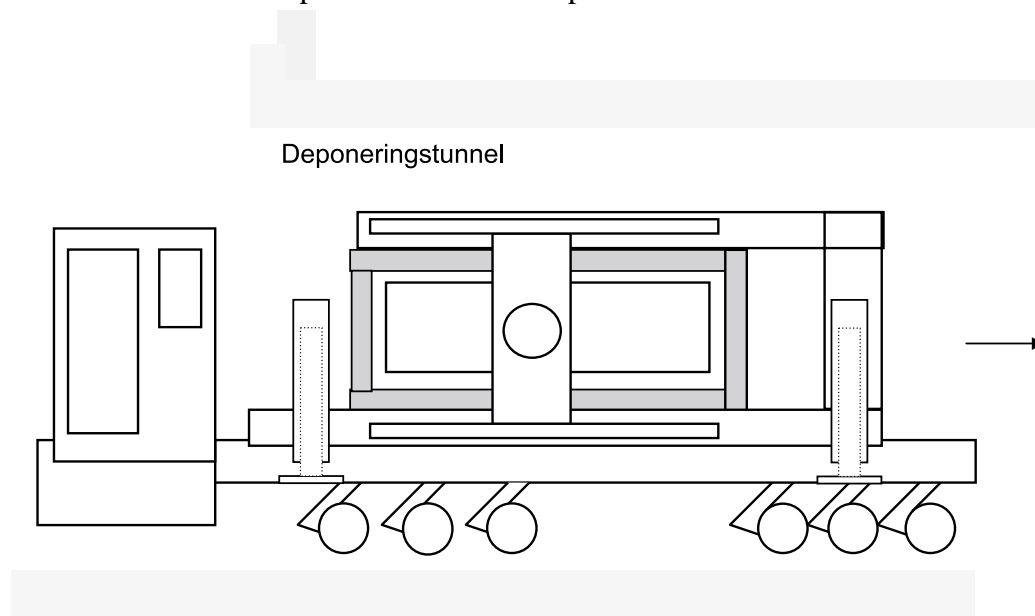
2. Förflyttning av kapsel på deponeringsstativet.

Transportfordonet lastat med deponeringsstativ och strålskydd / kapsel kör bort till deponeringshålet.

Kapseln är helt strålskyddad inuti strålskyddet.

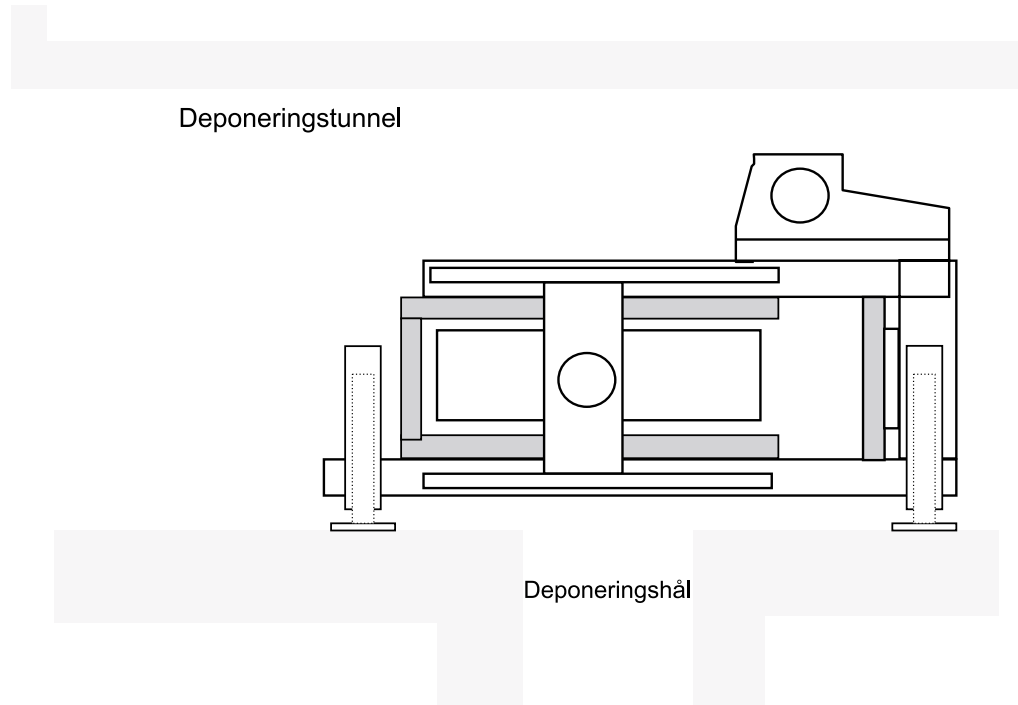
Transportfordonet lastar av stativ och strålskydd / kapsel och kör därifrån.

Vinschen lastas sedan på stativet med ett separat fordon.



3. Borttagning av gavellock.

alt a: Vid deponering lossas först gavellocket på strålskyddet och hålls fast av en hållare.
alt b, c: Strålskyddet delas.



Samma frågeställning som alternativ 2:

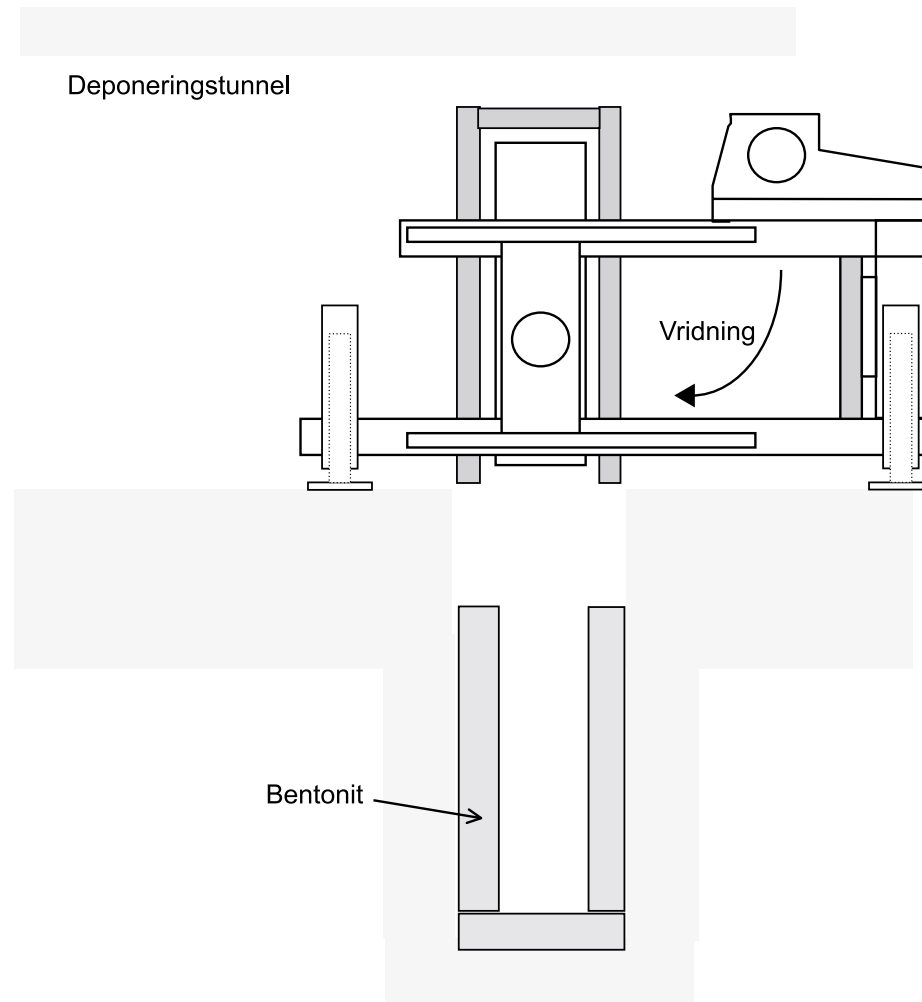
Vad medför borttagningen av gavellock / delning ur strålskydds synpunkt ?

4. Vridning.

Kapsel och strålskydd vrids till vertikalt läge.

Under vridrörelsen är kapselns ena gavel ej strålskyddad.

För alternativ b resp c är även kapselns ena ände oskyddad.



Samma frågeställningar som i alternativ 2:

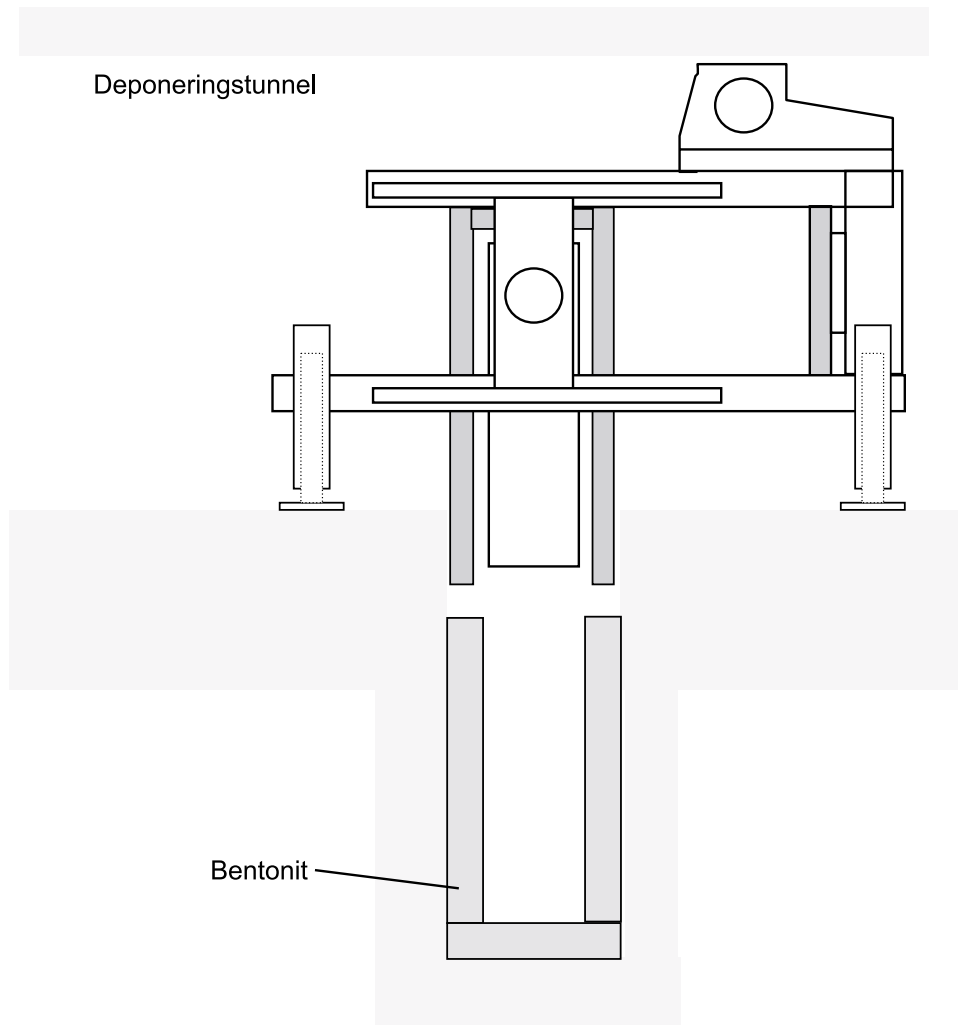
Hur påverkar spalter mellan strålskydd och deponeringshål ?

Strålskyddskonsekvenser för personal under vridrörelse?

5. Sänkning.

Alt a, b :Kapsel med strålskydd sänks ned i deponeringshålet.

Alt c : Kapsel / bentonit-paket sänks ner i hålet, strålskyddet sänks ner i ett urtag i betongsulan.



Samma frågeställningar som i alternativ Nr 2:

Hur påverkar spalter mellan strålskydd och deponeringshål ?

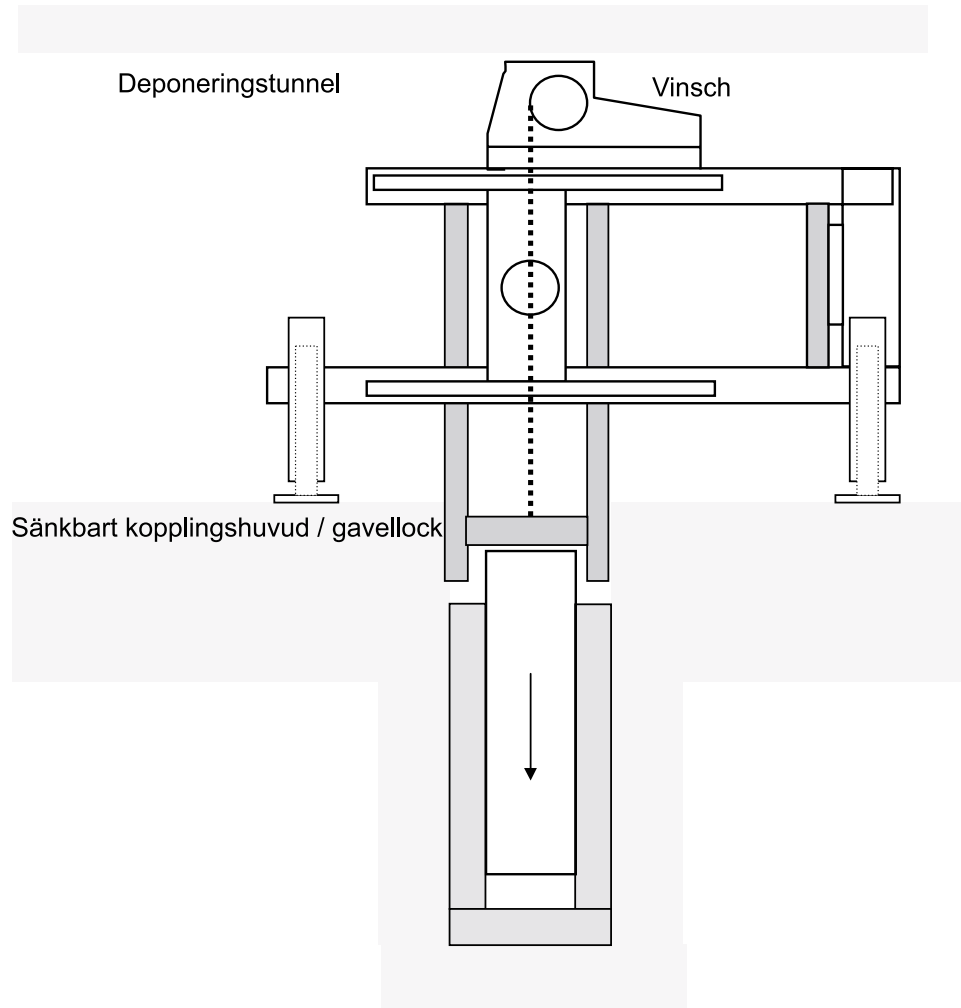
Kan personal befinna sig på / vid maskinen i detta läge ?

6. Nedsänkning av kapsel.

Vinschen körs i läge ovanför kapsel och kopplas till kopplingshuset / gavellocket på strålskyddet

Alt a, b : Med hjälp av vinschen körs kapseln ned till deponeringsläge.

Alt c : Kapsel / bentonit-paket körs ned i deponeringsläge.



Samma frågeställningar som i alternativ Nr 2:

Hur ska det sänkbara kopplingshuvudet / gavellocket utformas m a p strålning ?

Kan påkoppling av vinschkätting på det sänkbara kopplingshuvudet / gavellocket ske manuellt?

7. Uppkörning av kopplingshuvud / gavellock + strålskydd.

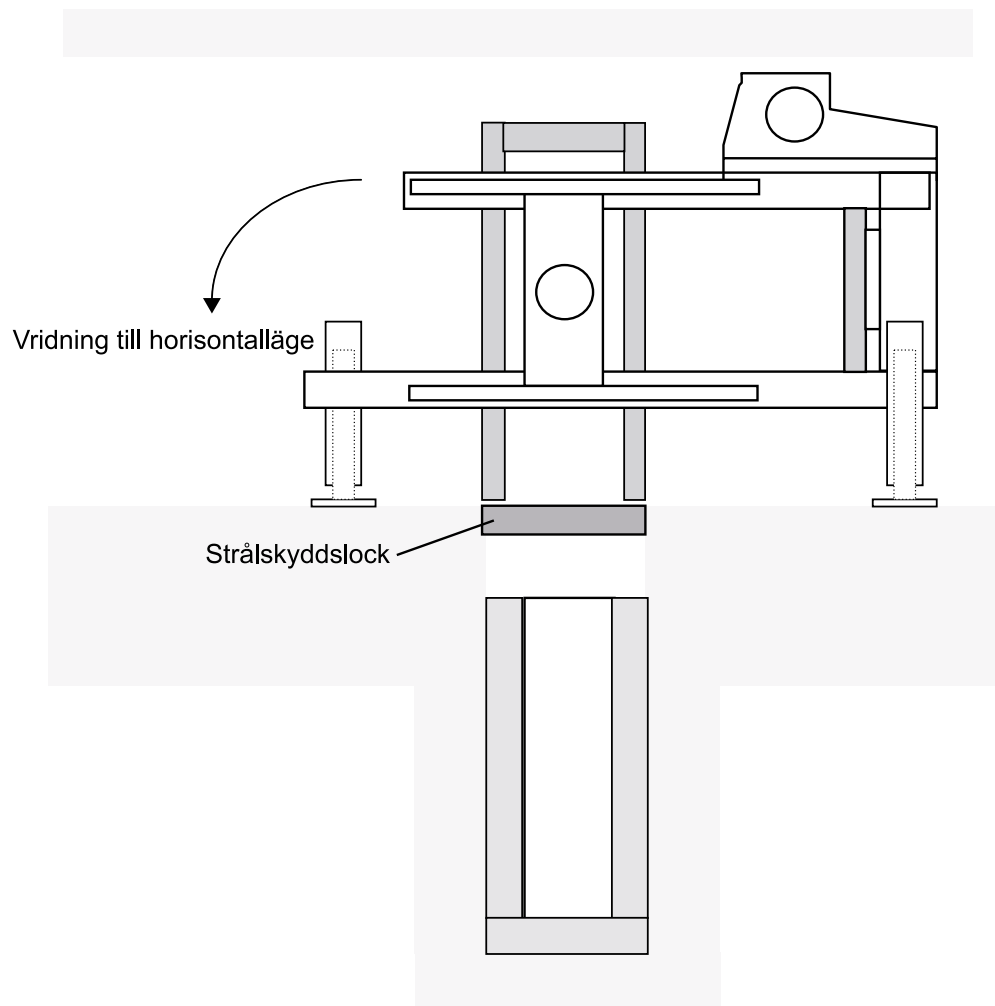
Efter det att kapseln placerats i deponeringshålet körs kopplingshuvud / gavellock på plats i strålskyddet och därefter körs hela strålskyddet upp ur deponeringshålet.

Strålskyddet vrids till horisontellt läge.

Alt c : Även formrör körs upp och på plats i strålskyddet.

Ett strålskyddslock placeras över deponeringshålet med hjälp av stativets vinsch.

Nu är kapselns övre gavel skyddad.



8. Förslutning med bentonitplugg.

Efter avslutad deponering kör ett transportfordon in och hämtar deponeringsstativet. Ett annat fordon lastat med tre bentonitpluggar i ett formrör kör in till deponeringshålet.

Deponeringshålet försluts med bentonitplugg på samma sätt som kapseln placerades i hålet.

Tre bentonitpluggar á ca 500 mm läggs dit.

Samma frågeställningar som i alternativ Nr 1.

SKB PROJEKT JADE

STRÅLSKYDDSKONSEKVENSER VID STRÅLSKYDDADE OCH ICKE STRÅLSKYDDADE DEPONERINGSMETODER.

UNDERLAG FÖR BEDÖMNING AV STRÅLSKYDDET FÖR OLIKA VERTIKALA DEPONERINGSALTERNATIV.

Alt 7. Deponeringsstativ med bar kapsel och separat strålskyddsskärm.

VBB Anläggning AB

STRÅLSKYDDSUUNDERLAG

Alt 7. Deponeringsstativ med bar kapsel och separat strålskyddsskärm.

SYFTE.

Detta underlag syftar till att klarlägga de olika strålsituationer som är förknippade med aktuell deponeringsmetod.

SAMMANFATTNING.

Deponeringen utförs med ett deponeringstativ som transporteras av ett transportfordon in i deponeringstunneln. En separat strålskyddsskärm körs in med truck framför stativet. Ett transportfordon med kapseln i ett strålskydd dockar till strålskyddsskärmen / deponeringsstativet efter det att stativet / strålskyddsskärm placerats vid deponeringshålet. Utrustningen flyttar kapsel från transportfordon över till stativet. På stativet reses kapseln vertikalt och sänks ned i hålet.

Transportfordonet är av typen "terminalfordon" som idag används för att transportera strålskydd / kapsel bl a på SIGYN.

Deponeringsstativets utseende se bilaga SKISS 7.

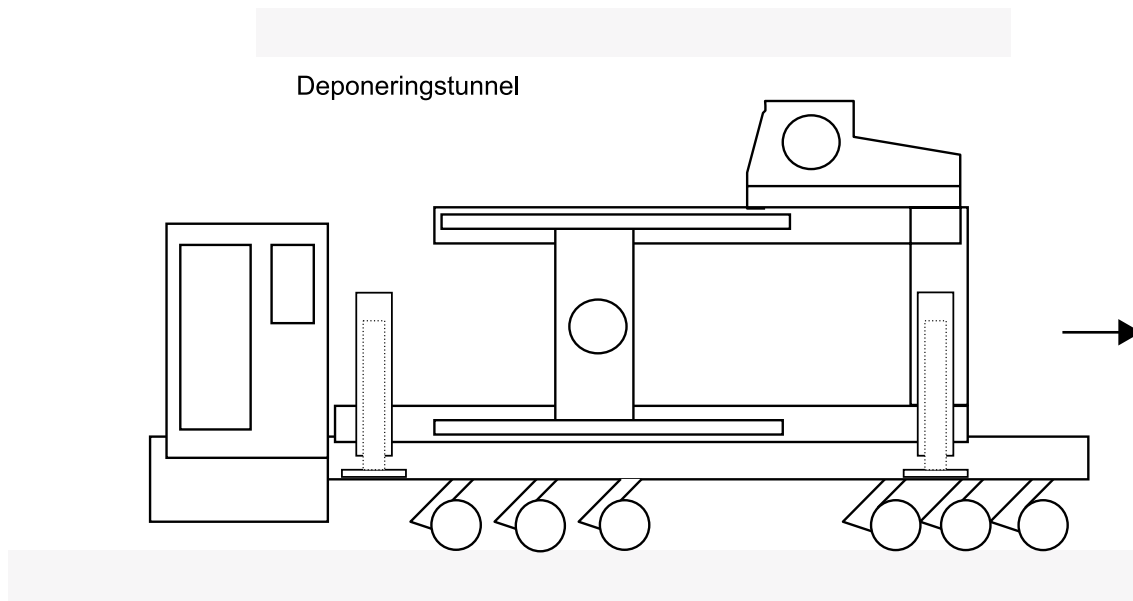
PROCESSBESKRIVNING.

1. Förflyttning av deponeringsstativet och separat strålskyddsskärm.

Ett transportfordon lastat med deponeringsstativ kör bort till deponeringshålet.

Transportfordonet lastar av stativ och kör därifrån.

En truck kör in med det separata strålskyddet till deponeringsstativet.

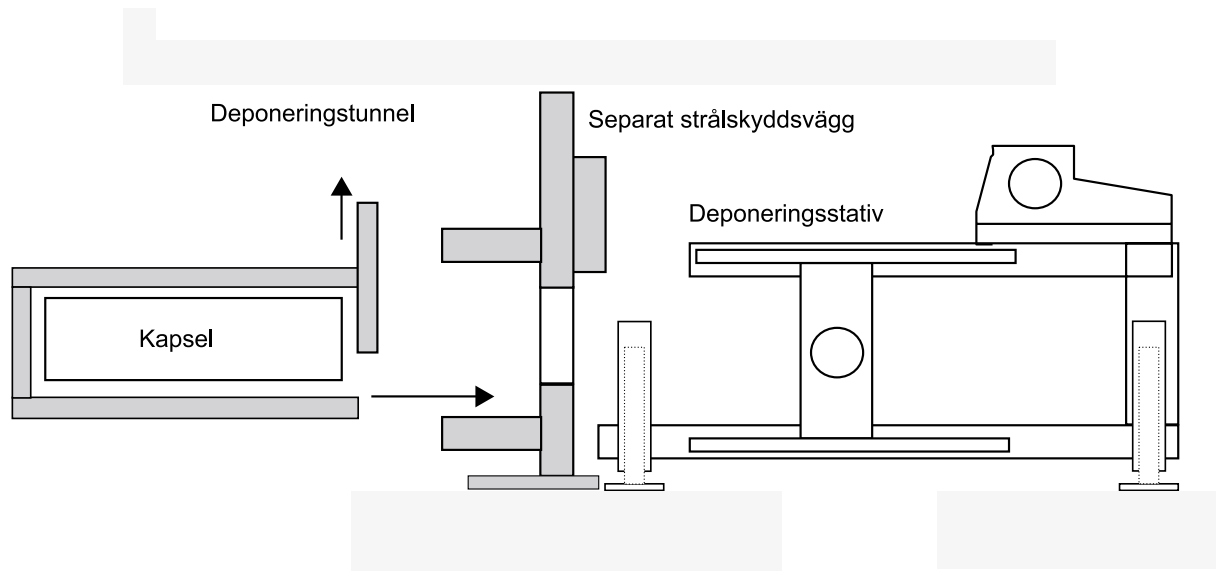


2. Dockning från transportfordon till deponeringsstativ.

Ett transportfordon med kapseln i en strålskyddsbehållare kör in och dockar med strålskyddsskärmen.

En lucka i transportbehållaren öppnas / svängs undan innan dockning.

Den strålskyddande behållaren med kapseln dockas till strålskyddsskärm / deponeringsstativ.



Strålskyddsskärmen ska förflyttas med truck vilket innebär att det måste finnas spalter mot tunneln, vad medför detta ur strålskyddssynpunkt ?

Samma frågeställning som alternativ 1:

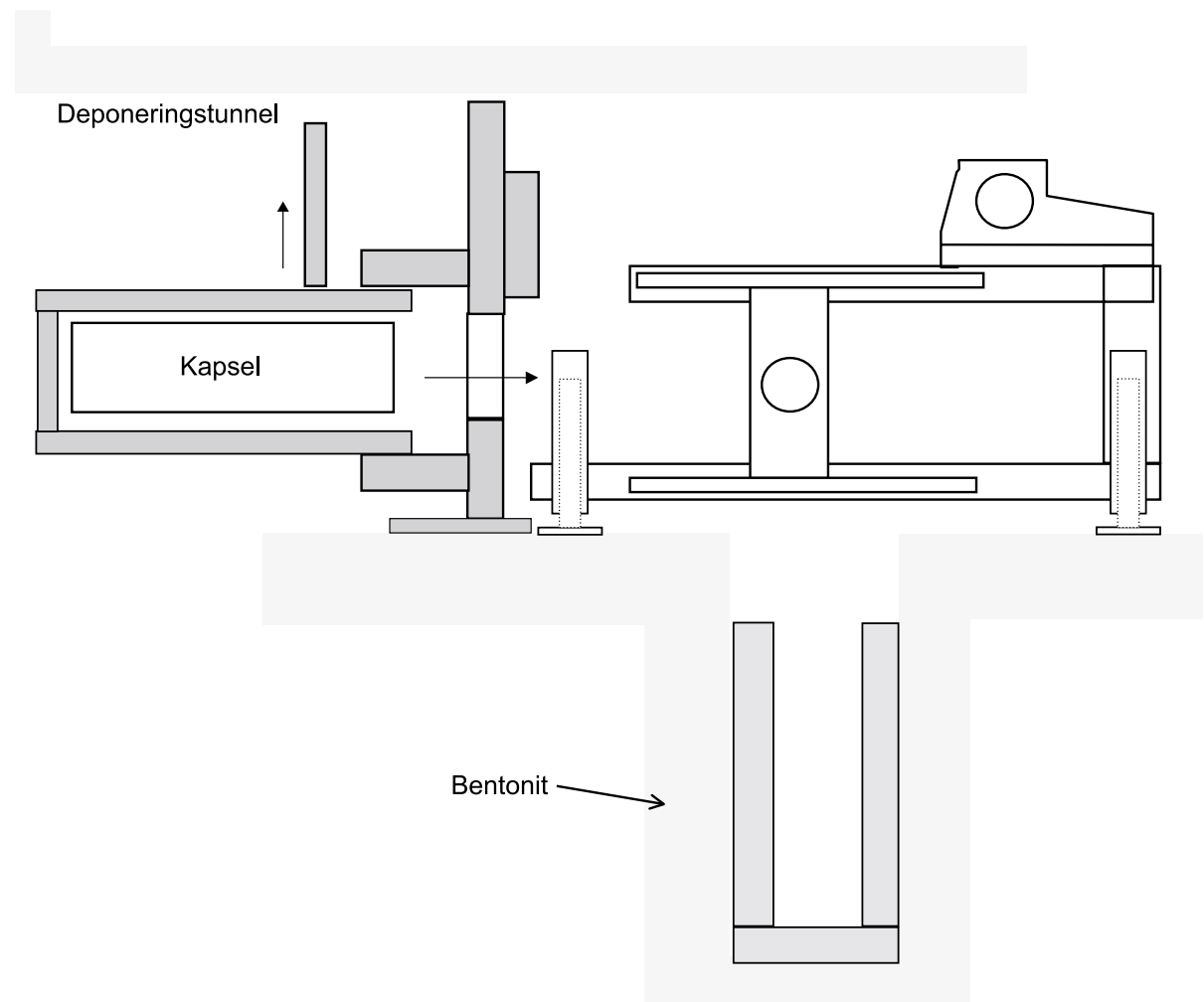
Vad innebär öppningen av luckan på transportbehållaren ?

Alternativt kan behållarluckan föras åt sidan i en större strålskyddad dockningskammare.

Hur ska strålskyddsskärmen utformas för att ge ett effektivt strålskydd ?

3. Förflyttning av kapsel.

Kapseln flyttas från transportbehållaren till deponeringsstativet.
Strålskyddsporten på strålskyddsskärmen stängs.



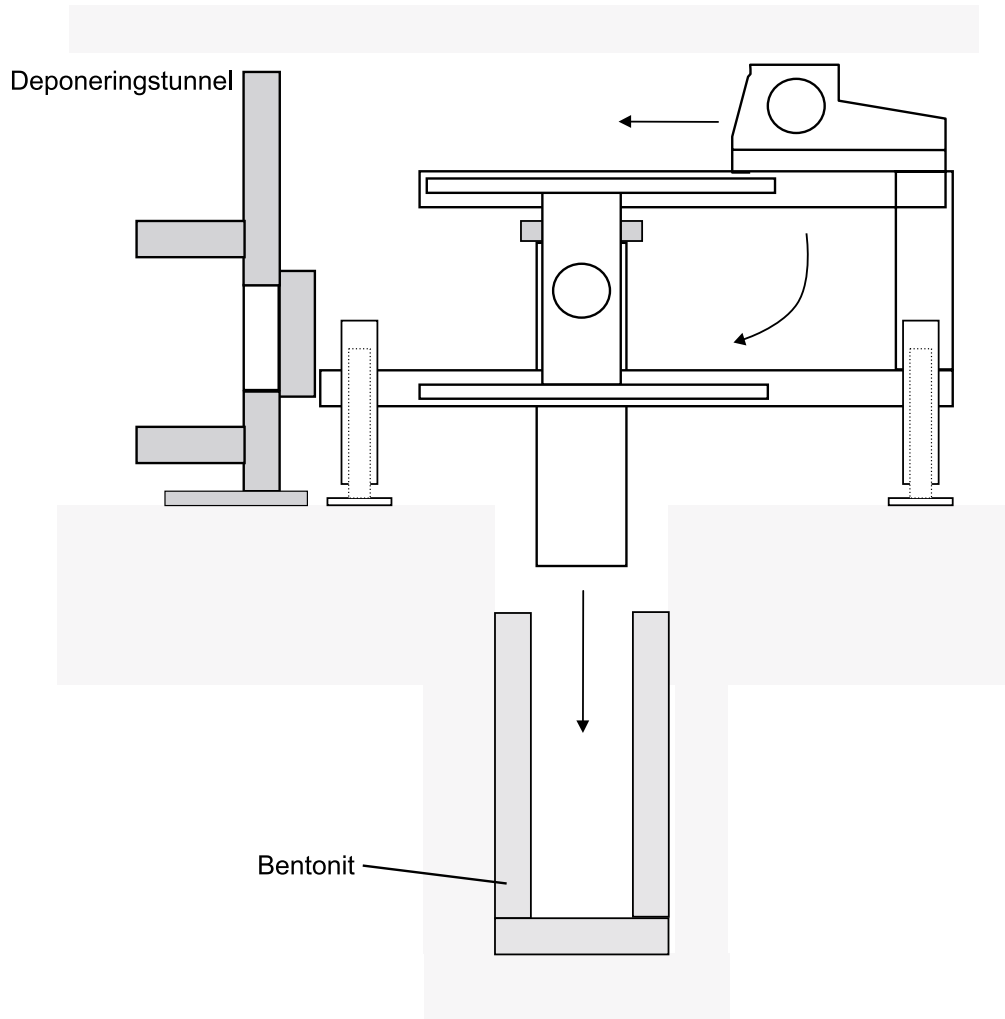
4. Deponering.

Kapseln roteras.

Vinschen körs i läge ovanför kapseln och kopplas till kapseln.

Med hjälp av vinschen körs kapseln ned till deponeringsläge.

Kapseln är helt oskyddad och strålskyddet utgörs av strålskyddsskärmen.



5. Förslutning med bentonitplugg.

Efter avslutad deponering kör ett fordon lastat med tre bentonitpluggar i ett fornrör in till deponeringsstativet och dockar till strålskyddsväggen. Bentonit / fornrör förs över till stativet. Deponeringshålet försluts med bentonitplugg på samma sätt som kapseln placerades i hålet. Tre bentonitpluggar á ca 500 mm läggs dit.

Konsekvenser av att öppna strålskyddsporten, efter det att kapseln deponerats i hålet, för att ta över fornröret med bentonitplugg ?

SKB PROJEKT JADE

STRÅLSKYDDSKONSEKVENSER VID STRÅLSKYDDADE OCH ICKE STRÅLSKYDDADE DEPONERINGSMETODER.

UNDERLAG FÖR BEDÖMNING AV STRÅLSKYDDET FÖR OLIKA VERTIKALA DEPONERINGSALTERNATIV.

Alt 8a. Deponeringstruck med stående strålskyddad kapsel .
Alt 8b. Deponeringstruck med stående strålskydd och ”helt paket”.

VBB Anläggning AB

STRÅLSKYDDSUUNDERLAG

Alt 8a. Deponeringstruck med stående strålskyddad kapsel.
Alt 8b. Deponeringstruck med stående strålskydd och ”helt paket”.

SYFTE.

Detta underlag syftar till att klargöra de olika strålsituationer som är förknippade med aktuell deponeringsmetod.

SAMMANFATTNING.

Deponeringen utförs med en deponeringstruck som kör i deponeringstunneln. Strålskyddet med kapsel lastas på trucken på omlastningsstationen. Trucken transporterar sedan strålskydd / kapsel stående fram till deponeringshålet där strålskydd och kapsel sänks ned i hålet.

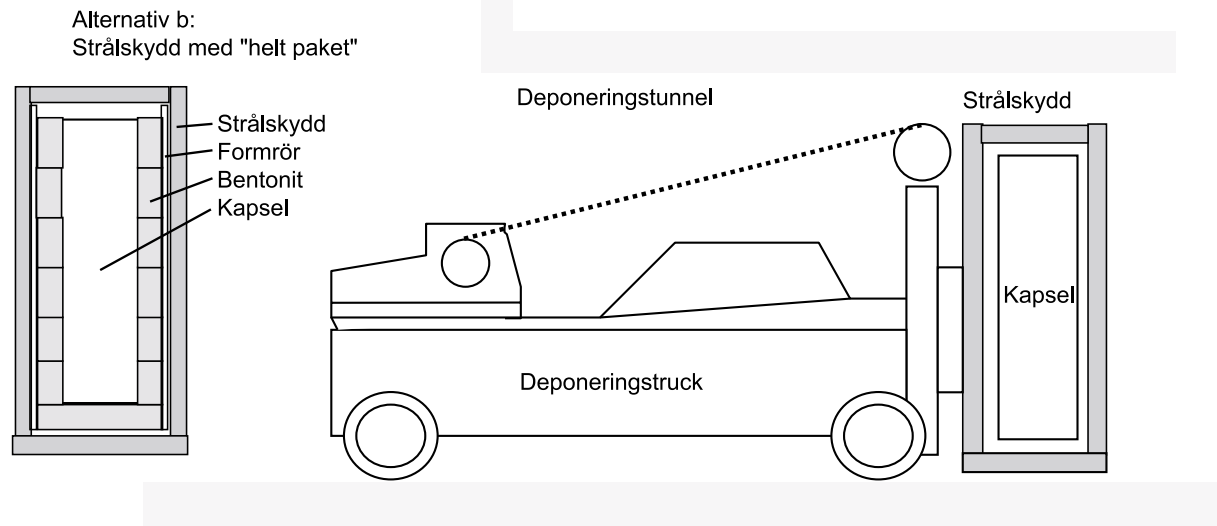
Varianter: a: Kapsel i strålskydd.
b: Kapsel / bentonit-paket i strålskydd.

Deponeringstruckens utseende se bilaga SKISS 8.

PROCESSBESKRIVNING.

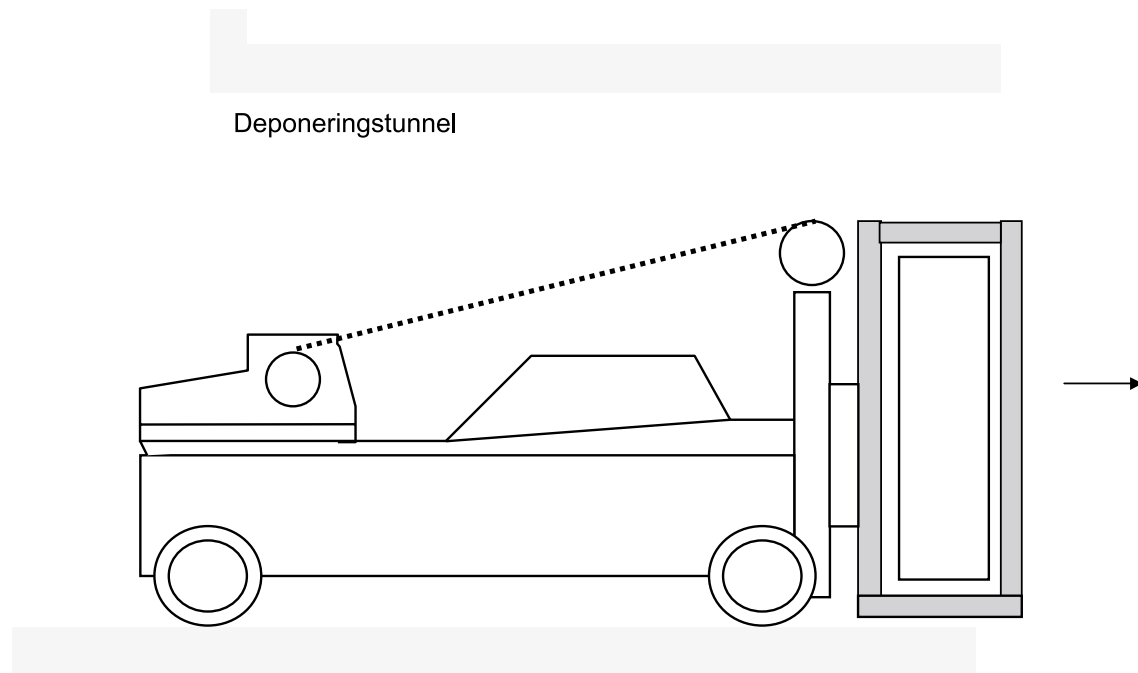
1. Lastning av deponeringstruck.

Hela den strålskyddande transportbehållaren med kapsel flyttas till deponeringstrucken på omlastningsstationen.



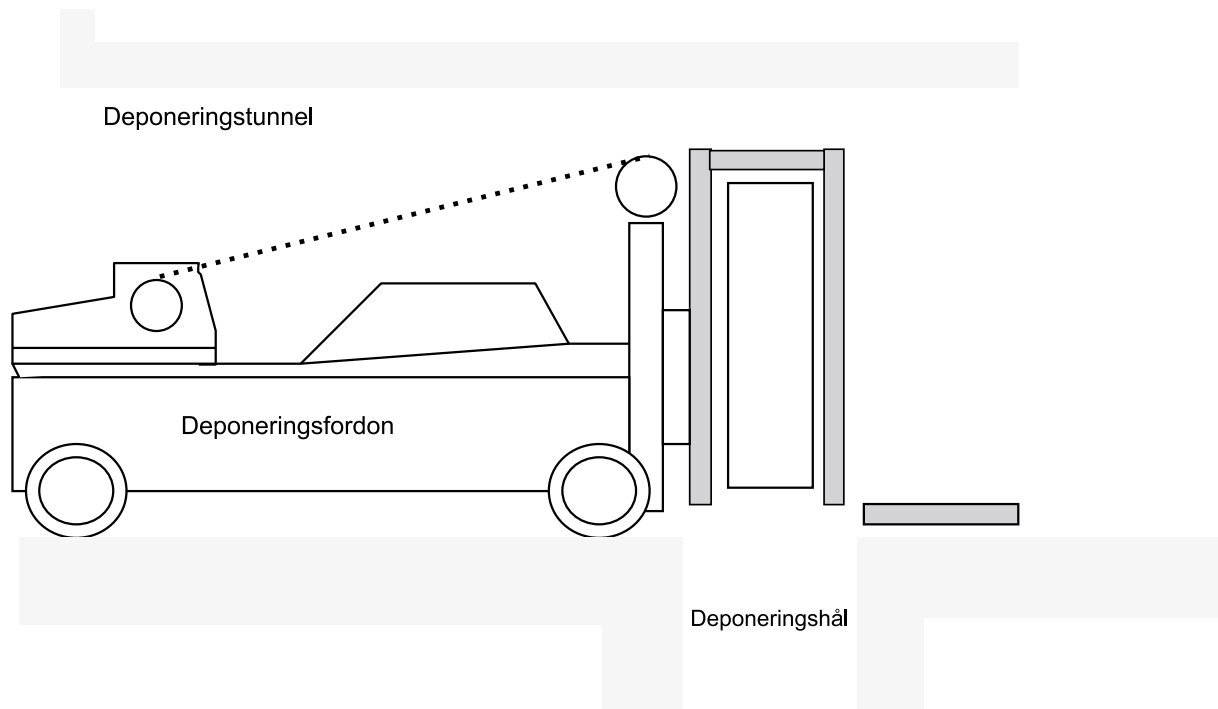
2. Förflyttning av kapsel på deponeringstruck.

Deponeringstruck och strålskydd / kapsel kör bort till deponeringshålet.
Kapseln är helt strålskyddad inuti strålskyddet.



3. Borttagning av gavellock.

Vid deponering lossas först gavellocket på strålskyddet och förs åt sidan.

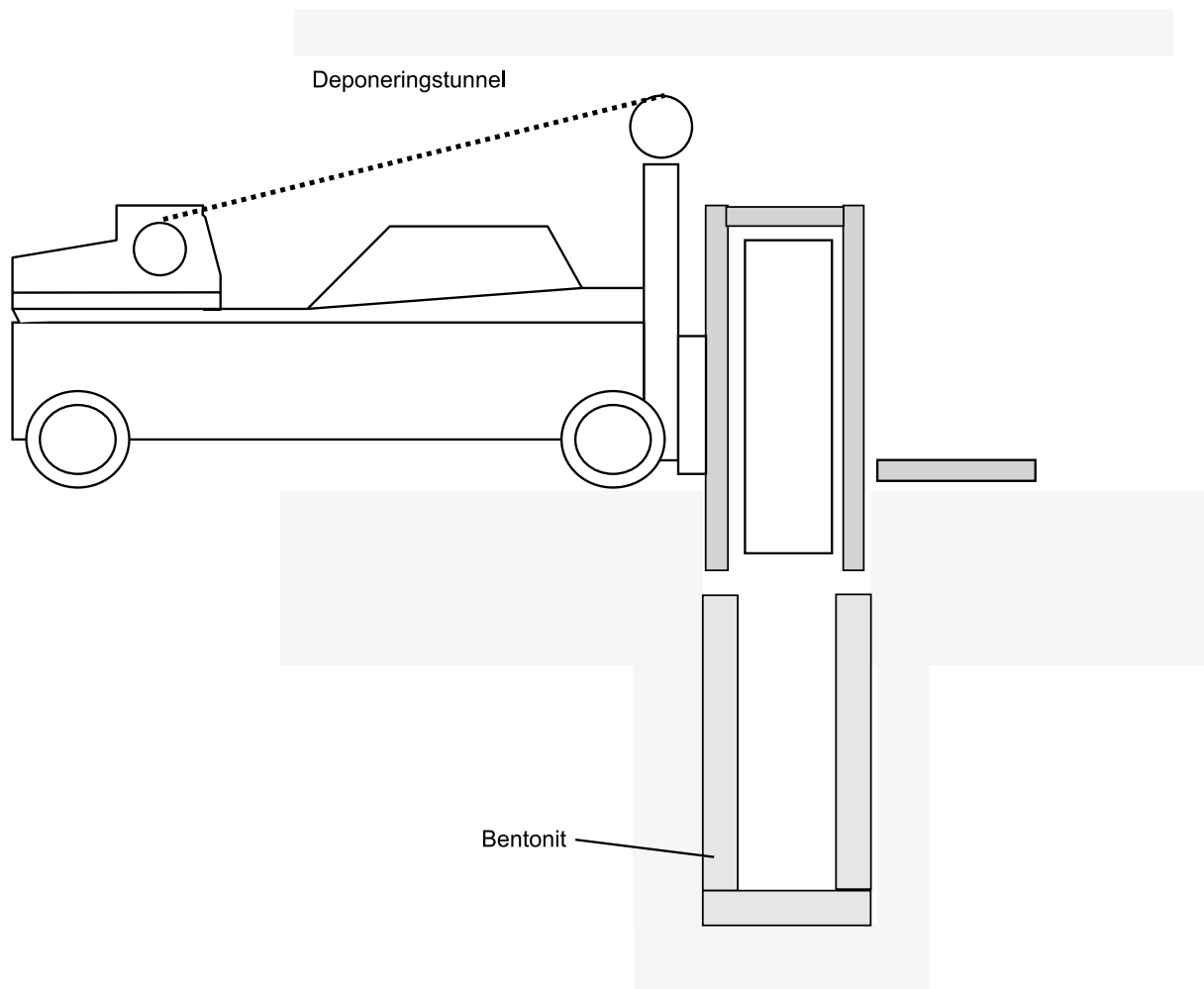


Samma frågeställning som alternativ 2:

Vad medför borttagningen av gavellock ur strålskydds synpunkt ?

4 Sänkning.

Kapsel med strålskydd sänks ned i deponeringshålet.
Alt b: Strålskyddet sänks ned i ett urtag i betongsulan.



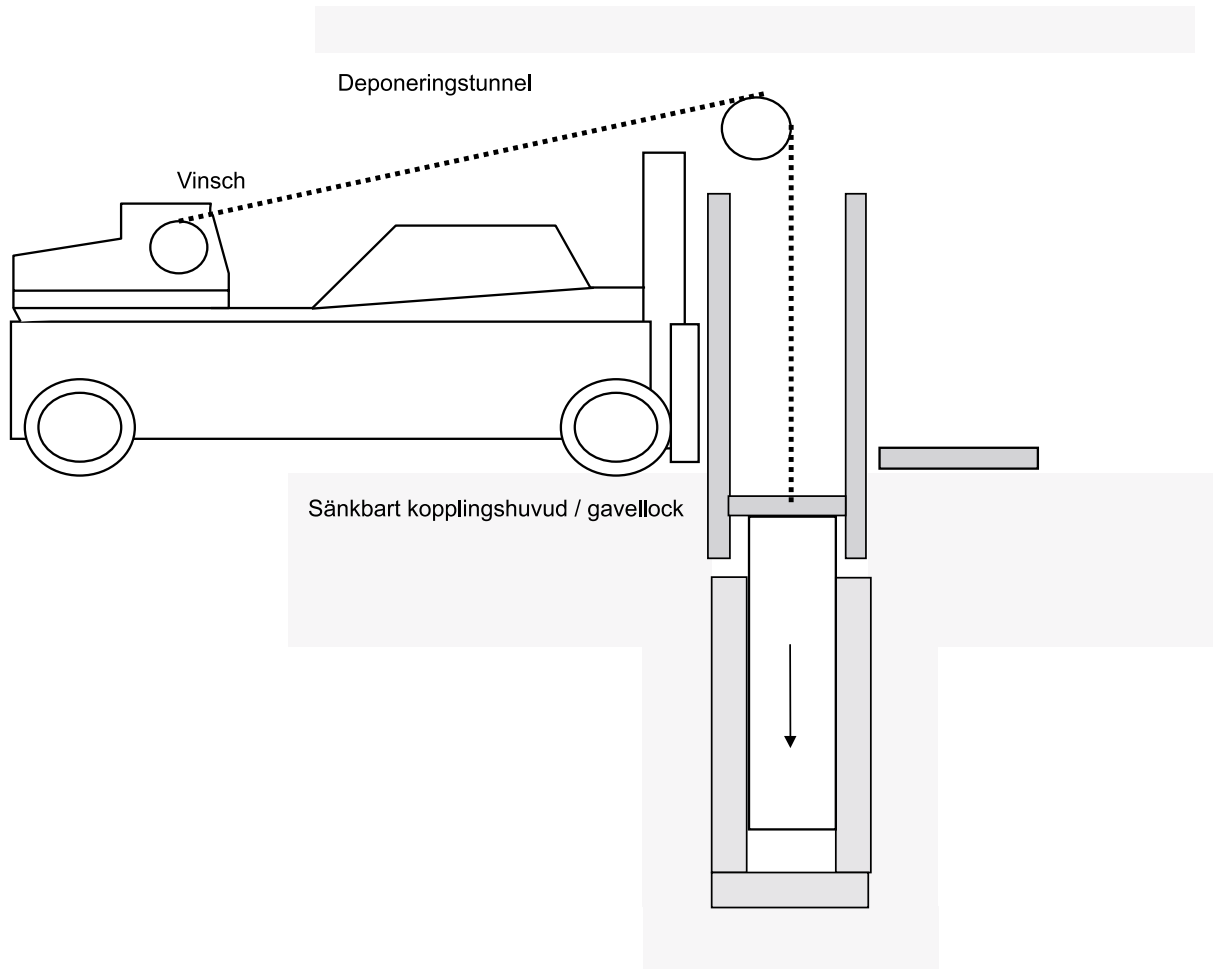
*Samma frågeställningar som i alternativ Nr 2:
Hur påverkar spalter mellan strålskydd och deponeringshål ?
Kan personal befinna sig på / vid maskinen i detta läge ?*

6. Nedsänkning av kapsel.

Vinschen kopplas till kopplingshuset / gavellocket på strålskyddet

Med hjälp av vinschen körs kapseln ned till deponeringsläge.

Alt b: Kapsel / bentonit-paket sänks ned.



Samma frågeställningar som i alternatin Nr 2:

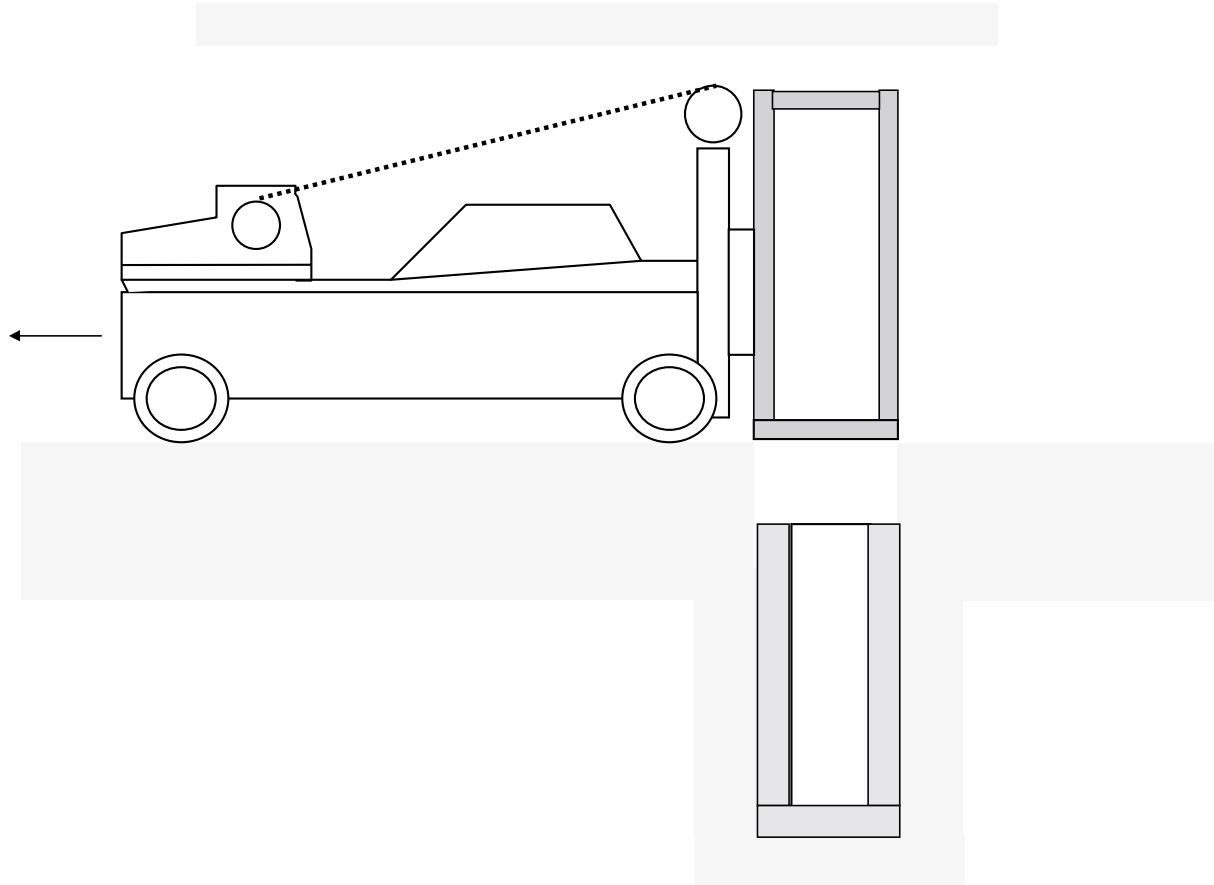
Hur ska det sänkbara kopplingshuvudet / gavellocket utformas m a p strålning ?

Kan påkoppling av vinschkätting på det sänkbara kopplingshuvudet / gavellocket ske manuellt ?

7. Uppkörning av kopplingshuvud / gavellock + strålskydd.

Efter det att kapseln placerats i deponeringshålet körs kopplingshuvud / gavellock på plats i strålskyddet och därefter körs hela strålskyddet upp ur deponeringshålet.

Nu är kapselns övre gavel helt oskyddad.



*Konsekvenser av den oskyddade gaveln på kapseln ?
(Reflektion ut i deponeringstunneln ?)*

8. Förslutning med bentonitplugg.

Efter avslutad deponering kör deponeringstrucken till tunnelmynning och lastar av strålskyddet, sedan lastar den tre bentonitpluggar i ett fornrör och kör in till deponeringshålet. Deponeringshålet försluts med bentonitplugg på samma sätt som kapseln placerades i hålet. Tre bentonitpluggar á ca 500 mm läggs dit.

Samma frågeställningar som i alternativ Nr1.

BILAGA 4

Strålskyddskonsekvenser vid strålskyddade och icke strålskyddade deponeringsmetoder, Alternativ 1-8

Distribution		Föln - From	Datum - Date	Sida - Page
SKB Scandiaconsult Håkan Sandstedt VBB Anläggning		PPS	96-10-22	1 (5)
		Utarbetad - Prepared		
		PPS Bengt Lönnerberg 347524		
		Granskad - Reviewed	Godkänd - Approved	Datum - Date
		PAF	PPS	
A.101146	Titel/Title SKB - Projekt JADE - Strålskyddsaspekter vid deponering - VBB Anläggning			

Sammanfattning - Abstract

VBB Anläggning har beskrivit åtta skilda metoder för vertikal deponering av kapsel med utbränt bränsle. I denna rapport har dessa studerats med avseende på strålningen från kapseln och de svårigheter strålningen kan orsaka under arbetet.

Alla stegen i metoderna har studerats och resultatet redovisas i bilagorna 1 till 8.

Rapporten ger bakgrunden till strålskyddsaspekterna med föreskrifter och beräkningsgrunder.

Uppgiften har inte varit att redovisa noggranna värden på dosraterna i de skilda situationerna, utan att med överslagsberäkningar ge ett underlag för en jämförande bedömning av olika metoder, främst metoder med och utan strålskärm kring kapseln.

Sammanfattningsvis visar studien svårigheter att klara vissa missöden och felfunktioner i de alternativ där strålskydd kring kapseln saknas.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Kopia: PPS, PAF

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

- 1 BAKGRUND OCH UNDERLAG FÖR STRÅLSKYDDSSTUDIEN
- 2 FÖRESKRIFTER OCH BEGRÄNSNINGAR
 - 2.1 Strålskyddsföreskrifter
 - 2.2 Transportbestämmelser
 - 2.3 Strålningszoner och begränsningar i tillträddbarheten
- 3 STRÅLDOSRATER KRING KAPSELN
- 4 ANVÄNDA SKÄRMNINGSDATA
- 5 RESULTAT AV STUDIEN

FIGUR 1

BILAGOR 1 TILL 8

Projekt JADE

Strålskärmsaspekter vid deponering av kapslar med utbränt kärnbränsle.

Deponeringsmetoder enligt VBB Anläggning AB

1 BAKGRUND OCH UNDERLAG FÖR STRÅLSKYDDSTUDIEN

Studiens syfte har inte varit att redovisa noggranna värden på dosraterna i de skilda situationerna, utan att med överslagsberäkningar ge ett underlag för en jämförande bedömning av olika metoder, främst metoder med och utan strålskärm kring kapseln.

Som utgångspunkt för studien har använts de av VBB Anläggning sammanställda dokumenten "SKB Projekt JADE, Strålskyddskonsekvenser vid strålskyddade och icke strålskyddade deponeringsmetoder." alternativen 1 tom 8.

Underlaget för stråldoser har varit ABB Atom PAF 96-021, Strålskyddsberäkningar för SKB inkapslingsanläggning. Denna har kompletterats med en beräkning för dosrater runt kapseln.

2 FÖRESKRIFTER OCH BEGRÄNSNINGAR**2.1 Strålskyddsföreskrifter**

Den internationella strålskyddskommissionen, ICRP, utfärdar rekommendationer om högsta tillåtna stråldoser till olika personkategorier. ICRP Publication 60 (1990) redovisar de gällande rekommendationerna.

Kommissionens rekommenderade årsdosgräns för verksamhet med joniserande strålning är 50 mSv. Ambitionen skall vara att den årliga helkropps-dosen i medeltal till arbetare i kärntekniska anläggningar ej skall överstiga 5 mSv.

I ICRP 60 tillkommer en rekommendation att helkropps-dosen (effektiva dosekvivalenten) ska begränsas så att den under fem på varandra följande kalenderår inte överstiger 100 mSv.

De svenska strålskyddsföreskrifterna, som utfärdas av SSI och gäller för kärntekniska anläggningar, baserar sig på ICRPs rekommendationer.

2.2 Transportbestämmelser

Bestämmelserna för transport av radioaktivt material utanför kontrollerat område ger följande begränsningar: dosraten får vara högst 2 mSv/h på ytan eller 0,1 mSv/h på 2 m avstånd.

2.3 Strålningszoner och begränsningar i tillträddbarheten

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

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

*) Strålskärmarna dimensioneras för att ge dosraten <0,2 mSv/h. Den övre gränsen hänför sig till komponentydoser.

3 STRÅLDOSRATER KRING KAPSELN

Strålningsnivån kring kapseln har beräknats på avstånden 0,5 m och 2 m från kapselytan. Nivåerna framgår av figur 1. Beräkningarna utgår från de data som använts vid beräkningen för inkapslingsstationen, ABB Atom PAF 96-021. Uppgifterna gäller tiden 30 år efter uttag ur reaktorerna. Beräkningen har huvudsakligen gjorts för γ -strålning. Uppgifter för neutronstrålning har hämtats från en äldre beräkning och detaljeringsgraden har inte varit tillräcklig för att ange dosraten i alla punkter kring kapseln. Detta har dock ansetts vara tillräckligt för studien syfte.

Dosraten vid kapselns yta varierar kraftigt från punkt till punkt. Detta beror på att bränslets konfiguration i kapseln har hörn som ligger nära kopparytan, medan andra delar finns innanför en tjockare del av stålinsatsen. Kvoten mellan högsta och lägsta ytdosrat kan uppgå till cirka 100 för PWR-bränsle, men är mindre för BWR-bränsle. Maximivärdet är jämförbart för de båda bränslesorterna. På avståndet 0,5 m har skillnaden i stort sett jämnats ut. Detta avstånd torde i praktiken vara det närmaste man kan komma kapseln vid vissa korrigerande åtgärder på utrustning.

Strålningen från kapselns sida kommer nästan helt från bränslet medan den från gavlarna domineras av från bränslets topp- och bottenplattor där Co-60 ger det starkaste bidraget. Bränslets γ -strålning är mjukare än den från topp- och bottenplattorna, vilket medför att skärmaterialet vid samma tjocklek skyddar effektivare åt sidan än vid gavlarna. Skillnaden syns i skärmningstabellen i avsnitt 4.

4 ANVÄNDA SKÄRMNINGSDATA

De uppgifter som använts för de aktuella materialens skärmnings-egenskaper ges i nedanstående tabell.

Skärmning med olika material

För en reduktion med en faktor 10 krävs följande tjocklekar

Material	γ Co-60	γ bränsle	Neutroner
Stål	5,6 cm	3,9 cm	22 cm
Betong	18 cm	12,5 cm	22 cm
Polyeten	40 cm	28 cm	ca 15 cm
Torr bentonit	20 cm	14 cm	30 cm (prel.)

Formler för överslagsberäkningar

F =dämpningsfaktor, t =tjocklek $F=F_0 t/t_0$

Ex. Om $F_0=10$ för $t_0=14$ cm (betong), vad blir F för $t=25$ cm?

$$F=10^{25/14}=61$$

Bentonitens skärmning för neutroner, i tabellen markerad med (prel), har hämtats från en äldre beräkning för djupförvaret. Den bentonit som planeras idag kan ha en annan materialsammansättning, men för denna studie har ovanstående skärmningsvärde ansetts vara användbart. Det fel som kan uppstå beräknas inte påverka de slutsatser som kan dras av studien.

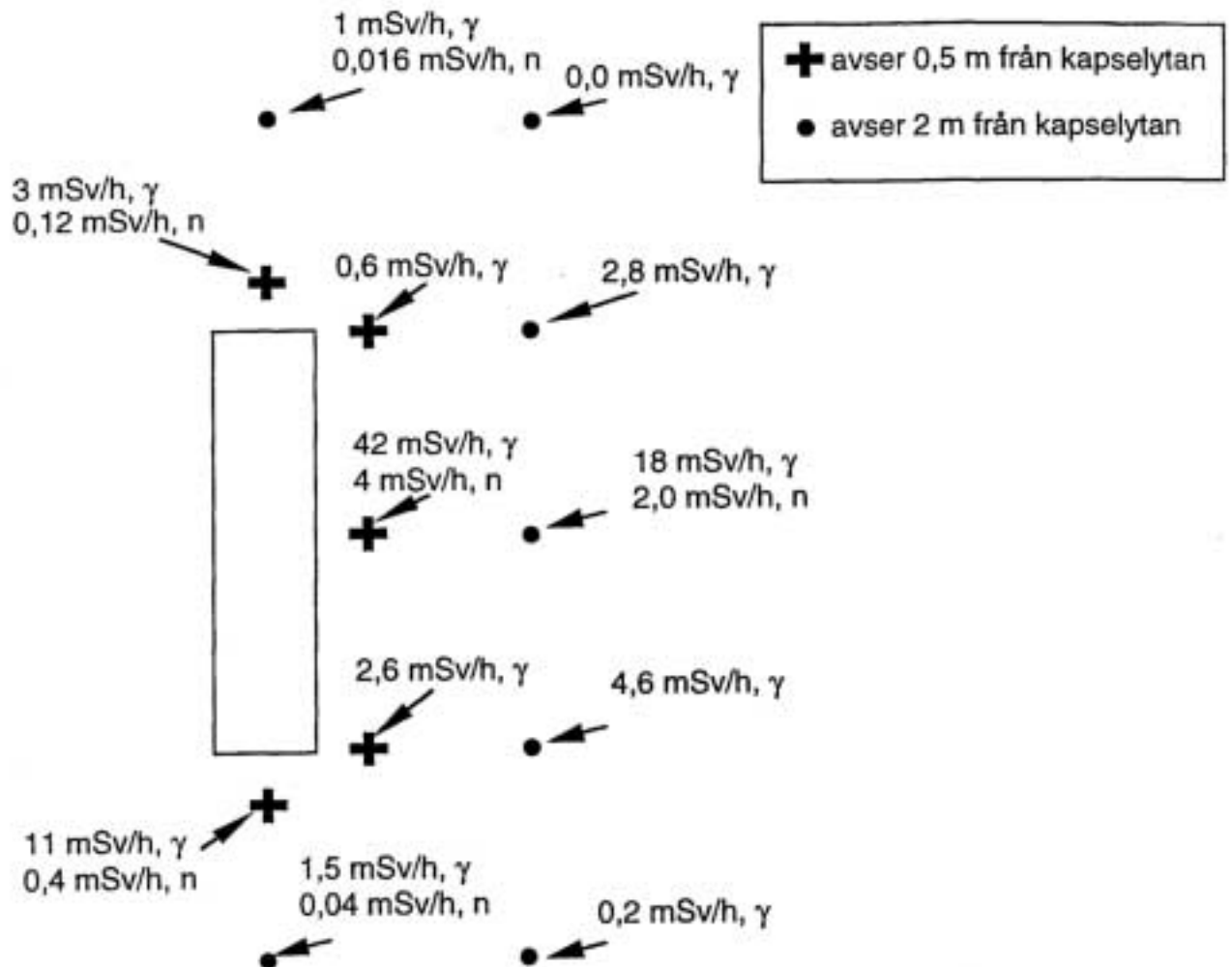
5 RESULTAT AV STUDIEN

I bilagorna 1 till 8 visas resultatet av genomgången av dokumenten från VVB Anläggning. Redovisningen består av två delar. Först anges erforderlig skärm samt dosraten i anslutning till kapseln vid de skilda hanteringsstegen. Därefter görs en preliminär analys av problemen vid fel och missöden.

De skärmtjocklekar som föreslås grundas på att dosraten i det normalt åtkomliga området ska understiga $10 \mu\text{Sv/h}$. Oftast avses då avståndet 2 m från kapseln men i vissa fall behöver åtgärder vidtas närmare och då har avståndet 0,5 m tillämpats. Detaljerna framgår av bilagorna.

Detaljerna i deponeringsutrustningens konstruktioner är givetvis inte kända på detta stadium. Vissa missöden är dessutom synnerligen osannolika. Redundans i funktionerna kan ofta ytterligare reducera risker för fel. Man bör dock kunna sammanfatta studiens resultat med att den visar svårigheter att komma ur vissa situationer med missöden och felfunktioner i de alternativ där strålskydd kring kapseln saknas.

Dosrater kring kapsel, 30 års avklingning, 1996-09-23



JADE, strålskyddsstudier

METOD VI

Dokument VBB Anläggning. SKB Projekt JADE, Alternativ 1.
Karakteristik: Deponeringsfordon med bar kapsel bakom strålskyddsskärm

Strålningsaspekter vid hantering

Processteg 1. Dockning

Transportbehållaren bör skärmas till en nivå på högst 10 $\mu\text{Sv/h}$ på 2 m avstånd. Den kan då göras av 12 cm stål och 30 cm polyeten för att vistelse i närzonen under större delen av arbetstiden ska vara möjlig (blå zon). Luckan kan göras tunnare: 12 cm stål och 10 cm polyeten.

Då behållarens lucka förs undan måste personalen skyddas mot direktstrålning från kapseln. Reflekterande strålning kan i praktiken försummas; den blir av samma storleksordning som strålningen genom transportbehållarens vägg med tjockleken 12 + 30 cm som föreslagits ovan.

En större dockningskammare behövs inte för behållarluckan, om avståndet mellan transportbehållaren och dockningskammaren är måttligt stort.

Processteg 2. Förflyttning av kapsel

Tjockleken på dockningskammarens vägg kan väljas som transportbehållaren ovan, strålskyddsväggen och strålskyddsporten ska skydda mot kapselns "övre" ände, vilket kräver 15 cm stål och 15 cm polyeten. Se dock nedan under processteg 3. Dockningskammaren kan göras som en tunn instyrning om transportbehållaren kan föras fram till nära anslutning till strålskyddsväggen.

Under förflyttningen på deponeringsfordonet kan en viss reflekterande strålning via spalten mellan strålskyddsväggen och tunnelväggen uppstå. Men strålningen efter en reflektion uppgår endast till ca 1 % av direktstrålningen per m^2 reflekterande yta. Den bör kunna försummas. Om spalten punktvis måste bli stor kan en lokal plåt vinkelrätt mot strålskyddsväggen införas.

Processteg 3. Deponering

γ -strålningen från kapselns sida är ungefär 10 gånger större än från gaveländarna; neutronstrålningen skiljer nästan två tiopotenser. Ovanstående mått på strålskyddsväggen klarar även detta fall, om man tar hänsyn till att avståndet mellan kapsel och åtkomlig del av tunneln ökat, uppskattningsvis till ca 4 m.

Under sänkningen av kapseln får man direktstrålning genom spaltens nedre del mot deponeringstunneln bakom väggen. Strålningen kommer nästan enbart i fothöjd och drabbar därför huvudsakligen mindre "ädla" kroppsdelar. Jag anser dock att det är lämpligt att täcka den nedre delen av spalten med en plåt på ca 7 cm, främst som beredskap för situationer då fel ska avhjälpas. Denna plåt förhindrar även merparten av reflekterande strålning. Strålningsnivån blir lokalt ca 100 $\mu\text{Sv/h}$.

Processteg 4. Förslutning med bentonitplugg

Innan den första bentonitpluggen har placerats över kapseln är området direkt över kapseln olämpligt att beträda. Strålningen är ca 1 mSv/h med γ -strålning helt dominerande. Det motsvarar röd zon.

När den första pluggen med 50 cm tjocklek satts på plats blir området helt beträdbart. γ - och neutronstrålning går ner till nivåer som ligger nära vit zon. Strålningen ovanför hålet i deponeringstunneln blir då = 4 $\mu\text{Sv/h}$.

Strålningsaspekter vid fel och missöden

I transportbehållaren och processteg 1, dockning.

Med kapseln skärmd i transporttunneln kan alla fel på utrustningen rättas till utan strålproblem. Här förutsätts givetvis att skärmen är tät, att det inte finns springor i skärmen som ger lokal dosrat.

Risken att kapseln friläggs pga något missöde bedöms som obefintlig med normal omsorg vid konstruktion och tillverkning av strålskärm.

Processteg 2. Förflyttning av kapsel

Eftersom transporttunneln under hela hanteringen är strålskärmd kan fel på utrustningen i denna tunneln åtgärdas utan att strålningen behöver beaktas. Fel på behållarluckan måste dock avhjälpas utan att personalen blir utsatt för direkt strålning från kapseln.

De fel som kan uppstå på deponeringsfordonet kan delas in i

- 2.1 fel innan kapseln förts över
- 2.2 fel under överföring av kapseln
- 2.3 fel under transporten

2.1 Fel innan kapseln förts över

Sådana fel åtgärdas genom att kapseln i sin transportbehållare förs bort i transporttunneln.

2.2 Fel under överföring av kapseln

Fel av denna typ kan utgöras av

- 2.2.1 fel på kapselpositionens drivmekanism och positionering
- 2.2.2 hinder i strålskyddsvägg eller på deponeringsvagn.

2.2.1

Fel på kapselns drivning och positionering kan åtgärdas utanför strålskärmen eftersom kapseln är skärmad. Fel innanför strålskärmen är svårare. Så länge kapseln inte börjat sin rörelse kan transporten återgå till omlastningsområdet för åtgärd. Om rörelsen av kapseln påbörjats kan man föra in en extra förflyttningstrustning genom någon lucka i strålskärmen. Denna utrustning ska antingen tvinga in kapseln på deponeringsfordonet eller dra den tillbaka in i transportbehållaren.

2.2.2

Hinder i strålskyddsväggens öppning synes osannolikt. Däremot kan hinder finnas på deponeringsfordonet. Så kan t ex mekanismen för kapselns framdrivning stoppa. Enda lösningen tycks vara att återföra kapseln men det är oklart hur detta kan ske. Hur får man ett grepp om kapseln för återtagning?

Strålskyddsporten kan låsa sig i öppet läge. Portens mekanism bör vara åtkomlig på den skärmade sidan av väggen. En temporär skärm bör sättas in i dockningskammaren under åtgärdsarbetet. Alternativt kan man fjärrstyra hela deponeringen från en plats som är skyddad för strålningen genom den öppna porten.

2.3 Fel under transporten

Deponeringsfordonet kan stanna av olika skäl. Reparation av t ex hjul eller axlar är nästan omöjliga på grund av strålningen. Möjligen kan en mobil fjärrstyrd domkraft föras in genom någon öppning i strålskyddsväggen. Därigenom kunde fordonet dras tillbaka till dockningspositionen. En annan möjlighet vore att transportbehållaren förs fram till fordonet i deponeringstunneln och kapseln tas tillbaka till behållaren.

Processteg 3. Deponering

Alla momenten under deponeringen - positionering, vridrörelse, sänkning - måste ske fjärrstyrt. Fel som kan uppstå medan kapseln ligger kvar i läge kan hanteras som ovan. Sedan kapseln börjat vridas kommer den snart till en position då den låser fordonet. Fel i den situationen är svåra att avhjälpa. Området är inte åtkomligt för åtgärder förrän kapseln sänkts ner i sitt slutliga läge. Redundans i styrning och mekanismer minskar sannolikheten för stopp men fel av typen axelbrott eller urspårning kan inte avhjälpas med annat än "rå kraft". Går det att föra in en sådan?

Ett speciellt problem uppstår om kapseln endast kan sänkas ner delvis (t ex låsning på grund av kilning med brottstycken av bentonit). I första hand bör kapseln kunna återtas på deponeringsfordonet och deponeringshålet återställas. Om kapseln låsts så att fordonets lyftkraft inte räcker, finns det två lägen: kapseln sticker upp så mycket att den hindrar fordonets förflyttning eller den sitter så lågt att fordonet kan tas bort. I det förra fallet har jag inte hittat någon lösning (demontera strålskyddsväggen, vidga tunneln, för in bockkran, allt fjärrstyrt?), i det

senare fallet kan en fjärrstyrd bockkran föras in sedan fordonet avlägsnats.

Processteg 4. Förslutning med bentonitplugg

Fel i samband med insättning av bentonitpluggar är lättare att hantera, eftersom åtkomligheten är god utom just ovanför hålet. Om normala åtkomliga åtgärder inte hjälper kan man fylla hålet med lös bentonit för att få tillträddbarhet.

JADE, strålskyddsstudier

METOD V2

Dokument VBB Anläggning. SKB Projekt JADE, Alternativ 2.
Karaktär: Deponeringsfordon med strålskyddad kapsel.

Strålningsaspekter vid hantering

Processteg 1. Dockning från transportfordon till deponeringsfordon
Strålskyddsbehållaren bör skärma till en nivå på högst 10 $\mu\text{Sv/h}$ på 2 m avstånd. Den kan då göras av 12 cm stål och 30 cm polyeten för att vistelse i närzonen under större delen av arbetstiden ska vara möjlig (blå zon). (27 cm stål ger ett onödigt gott skydd för γ men dåligt skydd för neutroner.) Luckan, liksom behållarens bakstycke (gavellock), kan göras tunnare: 12 cm stål och 10 cm polyeten.

Processteg 2. Förflyttning av kapsel på deponeringsfordonet

Strålskyddsfrågan vid förflyttningen på deponeringsfordonet täcks av utformningen i steg 1.

Processteg 3. Borttagning av gavellock

Den begränsade del av tunneln som blir utsatt för direkt strålning från kapselgaveln kan få en stråldosrat på några hundra $\mu\text{Sv/h}$ och bör därför inte beträdas. Övriga områden är helt beträdbara.

Processteg 4. Vridning

Även under vridningen ska direktstrålning mot personal från kapselgaveln undvikas. I övrigt finns inga restriktioner.

Processteg 5. Sänkning

Under sänkningen av kapseln får man ingen direktstrålning mot tunneln. Reflekterande strålning kan högst uppgå till några få $\mu\text{Sv/h}$ och kan försummas.

Processteg 6. Nedsänkning av kapseln

Gavellockets tjocklek har föreslagits ovan till 12 cm stål och 10 cm polyeten. Det är tillräckligt för att personal ska kunna arbeta på avståndet 2 m från kapseln. Vid rörelsens början ligger dock kapseln närmare vinschen och stålets tjocklek bör ökas till 15 cm för åtkomlighet av locket.

Processteg 7. Uppkörning av gavellock

Den oskyddade kapselgaveln ger en strålning som förhindrar närvaro över deponeringshålet. Reflekterande strålning kan möjligen uppgå till några $\mu\text{Sv/h}$ vilket inte hindrar närvaro utanför direktstrålningen.

Processteg 8. Förslutning med bentonitplugg

När den första pluggen med 50 cm tjocklek satts på plats blir området helt beträdbart. γ - och neutronstrålningen går ner till nivåer som ligger nära vit zon. Strålningen ovanför hålet i deponeringstunneln blir då = 4 $\mu\text{Sv/h}$.

Strålningsaspekter vid fel och missöden

Processteg 1 och 2. Dockning och förflyttning

Med kapseln skärmad i transport- och deponeringstunneln kan alla fel på utrustningen rättas till utan strålproblem. Här förutsätts givetvis att skärmen är tät, att det inte finns springor i skärmen som ger lokal dosrat.

Risken att kapseln friläggs pga något missöde bedöms som obefintlig med normal omsorg vid konstruktion och tillverkning av strålskyddsbehållaren.

Processteg 3. Borttagning av gavellock

Hållaren för strålskyddslocket kan fastna i tre lägen: locket kan inte tas bort, locket flyttas men hindrar vridning av kapseln, det fastnar i läge utan hinder för vridningen. I första läget medger strålskyddet möjlighet till åtgärder. I andra läget måste fordonet återgå till transporttunneln så att kapseln med behållare kan avlägsnas före åtgärd. I tredje läget hindrar locket inte fortsatt deponering.

Processteg 4. Vridning

Ett stopp under vridningen kan hindra både fortsatt deponering och återtagning. Reparationer är dock möjliga om mekanismen ligger utanför direktstrålningen från kapselgaveln.

Processteg 5 och 6. Sänkning av paket och nedsänkning av kapseln Strålskyddet under dessa steg ger åtkomlighet för reparationer.

Behöver man beakta risken att greppet i kapseln lossnar då kättingspelet kopplas in och manövreras? Kapseln kan då bli hängande på bentonitkanten.

Hinder i deponeringshålet kan medföra att kapseln måste föras bort för rensning av hålet, vilket tack vare strålskärmen inte utgör något problem.

Processteg 7. Uppkörning av gavellock

Eftersom gavellocket skärmar effektivt tillåter ett stopp i rörelsen närvaro medan gavellocket är i hålet. Detsamma gäller manuella åtgärder om greppet i kapseln inte lossnar. Om stopp inträffar med locket ovanför hålet förs fordonet bort.

Processteg 8. Förslutning med bentonitplugg

Fordonet kan stanna innan bentonitblocken kommit i position över hålet. Om åtgärder är nödvändiga på den del av fordonet som står mitt för direktstrålningen från hålet får fordonet släpas bort för åtgärder.

JADE, strålskyddsstudier

METOD V3

Dokument VBB Anläggning. SKB Projekt JADE, Alternativ 3.
Karaktär: Deponeringsfordon med delbart strålskydd.

Strålningsaspekter vid hantering

Processteg 1. Dockning från transportfordon till deponeringsfordon (Identiskt med Alt 2.)

Strålskyddsbehållaren bör skärma till en nivå på högst 10 $\mu\text{Sv/h}$ på 2 m avstånd. Den kan då göras av 12 cm stål och 30 cm polyeten för att vistelse i närzonen under större delen av arbetstiden ska vara möjlig (blå zon). (27 cm stål ger ett onödigt gott skydd för γ men dåligt skydd för neutroner.) Luckan, liksom behållarens bakstycke (gavellock), kan göras tunnare: 12 cm stål och 10 cm polyeten.

Processteg 2. Förflyttning av kapsel på deponeringsfordonet (Identiskt med Alt 2.)

Strålskyddsfrågan vid förflyttningen på deponeringsfordonet täcks av utformningen i steg 1.

Processteg 3. Delning av strålskydd

En begränsad del av tunneln blir utsatt för direkt strålning från den frilagda kapselsidan och får en hög stråldosrat. Denna del är inte beträddbar. Reflekterande strålning kan ge en mindre dosrat nära fordonet men övriga områden är helt beträddbara.

Processteg 4. Vridning

Under vridningen exponeras den frilagda delen mot tunneln. Det medför att en avsevärd del av tunneln måste avlysas, (röd zon sträcker sig tiotals meter från kapseln). En extra skärm som skyddar mot direktstrålningen hjälper. Reflekterande strålning är svårbedömd pga geometrin men utgör troligen inte något problem. Extraskärmen behöver inte gå upp mot taket men bör gå nära väggen.

Processteg 5. Sänkning

Under sänkningen av kapseln med strålskydd förbättras situationen successivt i tunneln. Då strålskyddet nått deponeringshållet blir området helt beträddbart. Spalter mellan strålskydd och deponeringshål ger en strålning så länge kapseln "syns", men därefter har spalten ingen betydelse.

Processteg 6. Nedsänkning av kapseln

(Identiskt med Alt 2.)

Gavellockets tjocklek har föreslagits ovan till 12 cm stål och 10 cm polyeten. Det är tillräckligt för att personal ska kunna arbeta på avståndet 2 m från kapseln. Vid rörelsens början ligger dock kapseln närmare vinschen och stålets tjocklek bör ökas till 15 cm för åtkomlighet av locket.

Processteg 7. Uppkörning av gavellock

(Identiskt med Alt 2.)

Den oskyddade kapselgaveln ger en strålning som förhindrar närvaro över deponeringshålet. Reflekterande strålning kan möjligen uppgå till några $\mu\text{Sv/h}$ vilket inte hindrar närvaro utanför direktstrålningen.

Processteg 8. Förslutning med bentonitplugg

(Identiskt med Alt 2.)

När den första pluggen med 50 cm tjocklek satts på plats blir området helt beträdbart. γ - och neutronstrålningen går ner till nivåer som ligger nära vit zon. Strålningen ovanför hålet i deponeringstunneln blir då = 4 $\mu\text{Sv/h}$.

Strålningsaspekter vid fel och missöden

Processteg 1 och 2. Dockning och förflyttning

(Identiskt med Alt 2.)

Med kapseln skärmad i transport- och deponeringstunneln kan alla fel på utrustningen rättas till utan strålproblem. Här förutsätts givetvis att skärmen är tät, att det inte finns springor i skärmen som ger lokal dosrat.

Risken att kapseln friläggs pga något missöde bedöms som obefintlig med normal omsorg vid konstruktion och tillverkning av strålskyddsbehållaren.

Processteg 3. Delning av strålskydd

(Nära identiskt med Alt 2.)

Hållaren för den lösa strålskyddsdelen kan fastna i tre lägen: delen kan inte tas bort, delen flyttas men hindrar vridning av kapseln, den fastnar i läge utan hinder för vridningen. I första läget medger strålskyddet möjlighet till åtgärder. I andra läget måste man antingen med extra kraft tvinga bort strålskyddsdelen för fortsatt deponering eller får fordonet återgå till transporttunneln där kapseln med behållare kan skärmas med extra strålskydd före åtgärder på deponeringsfordonets lockhållare. I tredje läget hindrar strålskyddsdelen inte fortsatt deponering.

Processteg 4. Vridning

Ett stopp under vridningen kan hindra både fortsatt deponering och återtagning. Reparationer är inte möjliga eftersom tunneln är utsatt för direktstrålning från den exponerade kapseldelen. Det förefaller svårt att sätta in ett extra strålskydd som ska skydda och samtidigt medge åtkomlighet för den felande utrustningen.

Processteg 5 och 6. Sänkning av paket och nedsänkning av kapseln

Den första delen av sänkningen bereder samma svårigheter som i steg 4. Sedan strålskyddet nått deponeringshålet ger strålskyddet åtkomlighet för reparationer.

Behöver man beakta risken att greppet i kapseln lossnar då kättingspelet kopplas in och manövreras? Kapseln kan då bli hängande på bentonitkanten.

(Kapselsänkningen är identiskt med Alt 2.)

Hinder i deponeringshålet kan medföra att kapseln måste föras bort för rensning av hålet, vilket tack vare strålskärmen inte utgör något problem.

Processteg 7. Uppkörning av gavellock

(Identiskt med Alt 2.)

Eftersom gavellocket skärmar effektivt tillåter ett stopp i rörelsen närvaro medan gavellocket är i hålet. Detsamma gäller manuella åtgärder om greppet i kapseln inte lossnar. Om stopp inträffar med locket ovanför hålet förs fordonet bort.

Processteg 8. Förslutning med bentonitplugg

(Identiskt med Alt 2.)

Fordonet kan stanna innan bentonitblocken kommit i position över hålet. Om åtgärder är nödvändiga på den del av fordonet som står mitt för direktstrålningen från hålet får fordonet släpas bort för åtgärder.

Jade, strålskyddsstudier

METOD V4

Dokument VBB Anläggning. SKB Projekt JADE, Alternativ 4.

Karaktär: Deponeringsfordon med kapsel/bentonit i "helt paket" bakom strålskyddsskärm.

Strålningsaspekter vid hantering

Processteg 1. Dockning från transportfordon till deponeringsfordon

Bentonitringarnas tjocklek antas vara 29 cm och bentonitblocket vid kapselns gavel antas vara 50 cm tjockt. Strålskyddet bör skärmas till en nivå på högst 10 $\mu\text{Sv/h}$ på 2 m avstånd. Det kan då göras av 4 cm stål och 25 cm polyeten för att vistelse i närzonen under större delen av arbetstiden ska vara möjlig (blå zon). (27 cm stål ger ett onödigt gott skydd för γ men knappt tillräckligt för neutroner.) Formröret ger ett skärmande bidrag, som inte har räknats in (eller kan räknas in i stålet). Bentonitpluggen vid kapselgaveln ger blå zon 2 m från kapseln. Topplattan kan göras av 12 cm stål och 10 cm polyeten; där behövs ingen ytterligare skärm.

Processteg 2. Förflyttning av kapsel på deponeringsfordonet

Strålskyddsskärmen och luckan bör göras på samma sätt som topplattan för att skydda deponeringstunneln för strålning från kapselns gavel. Detta räcker även när kapseln vrids till vertikalt läge. Med liggande kapsel får man "ingen" strålning genom spalterna om de hålls rimligt små. Strålning i riktning mot spalterna är högst 100 $\mu\text{Sv/h}$, vilket endast ger några få $\mu\text{Sv/h}$ efter reflektion.

Processteg 3. Vridning

I samband med vridningen ändras strålningen mot spalterna, främst de vid tunnelns nedre del. Om utformningen av skärmen är sådan att personal kan nås av strålning efter en reflektion kan de kortvarigt utsättas för en dosrat från kapselsidan som understiger den från gaveln ovan. Formröret har då räknats som 2 cm stål, vilket bidrar obetydligt till skärmningen.

Processteg 4 och 5. Sänkning och nedsänkning av kapseln

Under sänkningen av kapseln får man direktstrålning mot tunneln bakom strålskyddsskärmen via nedre spalten. Bentoniten skärmar så att strålningen endast blir något tiotal $\mu\text{Sv/h}$, dvs gul zon strax över blå. Den är kortvarig, finns bara i "fothöjd" och kan accepteras. Reflekterande strålning kan högst uppgå till några få $\mu\text{Sv/h}$ och kan försummas.

Topplattans tjocklek har föreslagits ovan till 12 cm stål och 10 cm polyeten. Det är tillräckligt för att personal ska kunna arbeta på avståndet 2 m över kapseln. Vid rörelsens början ligger dock kapseln närmare vinschen och stålets tjocklek bör ökas till 15 cm för åtkomlighet av plattan. Samtidigt är ju dock sidostrålningen för stark för närvaro.

Processteg 6 (??). Uppkörning av formrör

Den oskyddade kapselgaveln ger en strålning som förhindrar närvaro över deponeringshålet. Reflekterande strålning kan möjligen uppgå till 10 $\mu\text{Sv/h}$ runt hålet vilket inte hindrar närvaro utanför direktstrålningen.

Förhållandet avviker inte från de tidigare stegen, där ingen personal har antagits befinna sig på kapselsidan om strålskyddsskärmen.

Processteg 7 (8?). Förslutning med bentonitplugg

När den första pluggen med 50 cm tjocklek satts på plats blir området helt beträdbart. γ - och neutronstrålningen går ner till nivåer som ligger nära vit zon. Strålningen ovanför hålet i deponeringstunneln blir då $\approx 4 \mu\text{Sv/h}$.

Strålningsaspekter vid fel och missöden

Processteg 1. Dockning från transportfordon till deponeringsfordon

Med kapseln skärmd i transporttunneln kan alla fel på utrustningen rättas till utan strålproblem. Här förutsätts givetvis att skärmen är tät, att det inte finns springor i skärmen som ger lokal dosrat.

Risken att kapseln friläggs pga något missöde bedöms som obefintlig med normal omsorg vid konstruktion och tillverkning av strålskyddsbehållaren.

Processteg 2-4. Förflyttning av kapsel på deponeringsfordonet. Vridning. Sänkning

Fel på fordon och sänkingsdon kan åtgärdas men man måste beakta strålningen som har en nivå på 400 $\mu\text{Sv/h}$ vid kapselns sida, (drygt 200 $\mu\text{Sv/h}$ om 2 cm stål i formröret krediteras), vilket begränsar tiden, gul zon. För längre reparationstider måste andra åtgärder vidtas. Det är oklart hur detta ska kunna ske.

Även i detta alternativ bör man fundera över situationerna om greppet om bentoniten eller i kapseln lossnar i fel läge eller om greppen inte lossnar då de ska göra det.

Processteg 5. Nedsänkning av kapseln

När kapseln kommit under deponeringshålets mynning ger topplattan erforderligt skydd för åtgärder på fordonet. Dessförinnan motsvarar situationen den i föregående steg.

Hinder i deponeringshålet kan medföra att kapseln måste föras bort för rensning av hålet. Om detta kombineras med ett stopp i mekanismen har man åter problem.

Processteg 6 (??). Uppkörning av formrör

Eftersom topplattan skärmar effektivt tillåter ett stopp i rörelsen närvaro medan topplattan är i hålet. Om stopp inträffar med plattan ovanför hålet, men medan formröret fortfarande sticker ner, kan troligen reparationsarbete utföras. Strålningen snett uppåt från kapselgaveln är måttlig och även ett tunt formrör (ett par cm stål) bör vara tillräckligt för manuella åtgärder.

Processteg 8. Förslutning med bentonitplugg

Fordonet kan stoppa innan bentonitblocken kommit i position över hålet. Om åtgärder är nödvändiga på den del av fordonet som står mitt för direktstrålningen från hålet får fordonet släpas bort för åtgärder.

Den första bentonitpluggen kan stoppa under sänkningen. Stopp över hålet avhjälpas sedan fordonet förts åt sidan. Vid stopp vid hålets mynning skärmar pluggen tillräckligt för åtkomlighet.

Jade, strålskyddsstudier

METOD V5

Dokument VBB Anläggning. SKB Projekt JADE, Alternativ 5.

Karaktär: Deponeringsfordon med kapsel/bentonit i "helt paket" med delbart strålskydd.

Strålningsaspekter vid hantering

Processteg 1. Dockning från transportfordon till deponeringsfordon

Bentonitringarnas tjocklek antas vara 29 cm och bentonitblocket vid kapselns gavel antas vara 50 cm tjockt. Strålskyddet bör skärmas till en nivå på högst 10 $\mu\text{Sv/h}$ på 2 m avstånd. Det kan då göras av 4 cm stål och 25 cm polyeten för att vistelse i närzonen under större delen av arbetstiden ska vara möjlig (blå zon). (27 cm stål ger ett onödigt gott skydd för γ men knappt tillräckligt för neutroner.) Formröret ger ett skärmande bidrag, som inte har räknats in (eller kan räknas in i stålet). Bentonitpluggen vid kapselgaveln ger blå zon 2 m från kapseln utan strålskydd. Strålskyddets gavel kan alltså göras tunn. Toppgaveln kan göras av 12 cm stål och 10 cm polyeten.

Processteg 2. Förflyttning av kapsel på deponeringsfordonet

Strålskyddet enligt ovan skärmar effektivt för strålning från kapseln och deponeringstunneln blir helt beträddbar (blå zon).

Processteg 3. Delning av strålskydd

Då främre strålskyddsdelen avlägsnas får man en dosrat på ca 10 $\mu\text{Sv/h}$ 2 m framför gaveln (blå zon, på gränsen till gul), men den bortförda delen av strålskyddet skärmar i deponeringstunnelns längsriktning. Vid kapselsidan får man ca 400 $\mu\text{Sv/h}$ på 2 m avstånd (gul zon). Området är då endast kortfristigt beträddbart. Utanför området för direktstrålning kan dock personal vistas (blå zon).

Processteg 4. Vridning

I samband med vridningen ändras strålningen mot tunneln, som blir gul zon och endast kortfristigt beträddbar. För bättre tillgänglighet under längre tid behöver en strålskärm på 4 cm stål och 25 cm polyeten föras in. Den bör i första hand skydda mot direktstrålning, men även reflektion mot tunnelväggar ska beaktas, så att reflekterande yta reduceras.

Processteg 5. Sänkning

Då strålskärmen under sänkningen nått deponeringshålets mynning är direktstrålningen avskärmad och tunneln helt åtkomlig. I spalterna enligt skiss kan strålning endast gå igenom efter flera reflektioner och kan försummas.

Toppgavelns tjocklek har föreslagits ovan till 12 cm stål och 10 cm polyeten. Det är tillräckligt för att personal ska kunna arbeta på avståndet 2 m över kapseln. Vid rörelsens början ligger dock kapseln närmare vinschen och stålets tjocklek bör ökas till 15 cm för god åtkomlighet nära gaveln (blå zon).

Processteg 6. Nedsänkning av kapselpaket

Formrörets gavel har behandlats i steg 5.

Området är helt åtkomligt.

Processteg 7. Uppkörning av formrör

När formröret avlägsnats ger den oskyddade kapseln en direktstrålning upp mot deponeringstunneln på ca 1 mSv/h (röd zon). Området är alltså inte beträdbart. Reflekterande strålning gör de närmaste meterna kring hålet till blå zon.

Processteg 8. Förslutning med bentonitplugg

När den första pluggen med 50 cm tjocklek satts på plats blir området helt beträdbart. γ - och neutronstrålningen går ner till nivåer som ligger nära vit zon. Strålningen ovanför hålet i deponeringstunneln blir då = 4 μ Sv/h.

Strålningsaspekter vid fel och missöden

Processteg 1 och 2. Dockning från transportfordon till deponeringsfordon. Förflyttning av kapsel på deponeringsfordonet
(Nästan identiskt med alternativ 4, steg 1)

Med kapseln skärmad i transport- och deponeringstunneln kan alla fel på utrustningen rättas till utan strålningsproblem. Här förutsätts givetvis att skärmen är tät, att det inte finns springor i skärmen som ger lokal dosrat.

Risken att kapseln friläggs pga något missöde bedöms som obefintlig med normal omsorg vid konstruktion och tillverkning av strålskyddsbehållaren.

Processteg 3. Delning av strålskydd

(Nästan identiskt med alternativ 3)

Hållaren för den lösa strålskyddsdelen kan fastna i tre lägen: delen kan inte tas bort, delen flyttas men hindrar vridning av kapseln, den fastnar i läge utan hinder för vridningen. I första läget medger strålskyddet möjlighet till åtgärder. I andra läget måste man antingen med extra kraft tvinga bort strålskyddsdelen för fortsatt deponering eller får fordonet återgå till transporttunneln där kapselpaketet kan skärmas med extra strålskydd före åtgärder på deponeringsfordonets lockhållare. I tredje läget hindrar strålskyddsdelen inte fortsatt deponering.

Processteg 4. Vridning

(Identiskt med alternativ 4, steg 3)

Fel på fordon och sänkningsdon kan åtgärdas men man måste beakta strålningen som har en nivå på 400 μ Sv/h vid kapselns sida,

(drygt 200 $\mu\text{Sv/h}$ om 2 cm stål i formröret krediteras), vilket begränsar tiden, gul zon. För längre reparationstider måste andra åtgärder vidtas. Det är oklart hur detta ska kunna ske.

Även i detta alternativ bör man fundera över situationerna om greppet om bentoniten eller i kapseln lossnar i fel läge eller om greppen inte lossnar då de ska göra det.

Processteg 5. Sänkning

(Identiskt med alt 3)

Den första delen av sänkningen bereder samma svårigheter som i steg 4. Sedan strålskyddet nått deponeringshålet ger strålskyddet åtkomlighet för reparationer.

Behöver man beakta risken att greppet i kapseln lossnar då kättingspelet kopplas in och manövreras? Kapseln kan då bli hängande på bentonitkanten.

Processteg 6. Nedsänkning av kapselpaket

När kapseln kommit under deponeringshålets mynning ger topplattan erforderligt skydd för åtgärder på fordonet. Dessförinnan motsvarar situationen den i föregående steg.

Hinder i deponeringshålet kan medföra att kapseln måste föras bort för rensning av hålet. Om detta kombineras med ett stopp i mekanismen har man åter problem.

Man bör också beakta situationen om greppet om bentoniten lossnar i fel läge eller om det inte lossnar i rätt läge. Detta kan medföra strålskyddsproblem.

Processteg 7. Uppkörning av formrör

(Identiskt med alt 4)

Eftersom topplattan skärmar effektivt tillåter ett stopp i rörelsen närvaro medan topplattan är i hålet. Om stopp inträffar med plattan ovanför hålet, men medan formröret fortfarande sticker ner, kan troligen reparationsarbete utföras. Strålningen snett uppåt från kapselgaveln är måttlig och även ett tunt formrör (ett par cm stål) bör vara tillräckligt för manuella åtgärder.

Processteg 8. Förslutning med bentonitplugg

(Identiskt med alt 4)

Fordonet kan stoppa innan bentonitblocken kommit i position över hålet. Om åtgärder är nödvändiga på den del av fordonet som står mitt för direktstrålningen från hålet får fordonet släpas bort för åtgärder.

Den första bentonitpluggen kan stoppa under sänkningen. Stopp över hålet avhjälpas sedan fordonet förts åt sidan. Vid stopp vid hålets mynning skärmar pluggen tillräckligt för åtkomlighet.

JADE, strålskyddsstudier

METOD V6

Dokument VBB Anläggning. SKB Projekt JADE, Alternativ 6a.

- Karaktär:
- Deponeringsstativ med strålskyddad kapsel.
 - Deponeringsstativ med delat strålskydd.
 - Deponeringsstativ med delat strålskydd och "helt paket".

Strålningsaspekter vid hantering

Processteg 1. Lastning av deponeringsstativ

Skärmningen av kapseln innan den läggs i strålskyddsbehållaren i omlastningsstationen ingår inte i denna studie.

a och b. Stativets strålskyddsbehållare bör skärma till en nivå på högst 10 $\mu\text{Sv/h}$ på 2 m avstånd. Den kan då göras av 12 cm stål och 30 cm polyeten för att vistelse i närzonen under större delen av arbetstiden ska vara möjlig (blå zon). (27 cm stål ger ett onödigt gott skydd för γ men dåligt skydd för neutroner.) Gavlarna kan utföras med 13 cm stål.

c. Bentonitringarnas tjocklek antas vara 29 cm och bentonitblocket vid kapselns gavel antas vara 50 cm tjockt. Strålskyddet bör skärma till en nivå på högst 10 $\mu\text{Sv/h}$ på 2 m avstånd. Det kan då göras av 4 cm stål och 25 cm polyeten för att vistelse i närzonen under större delen av arbetstiden ska vara möjlig (blå zon). Formröret ger ett skärmande bidrag, som räknas in i ståltjockleken. Bentonitpluggen vid kapselgaveln ger blå zon 2 m från kapseln. Topplattan kan göras av 12 cm stål och 10 cm polyeten; där behövs ingen ytterligare skärm.

Processteg 2. Förflyttning av kapsel på deponeringsstativet

Strålskyddsfrågan vid förflyttningen på deponeringsfordonet täcks av utformningen i steg 1.

Processteg 3. Borttagning av gavellock

a. Den begränsade del av tunneln som blir utsatt för direkt strålning från kapselgaveln kan få en stråldosrat på några hundra $\mu\text{Sv/h}$ och bör därför inte beträdas. Övriga områden är helt beträdbara.

b. Med ett delat strålskydd får man samma förhållanden som i alternativ 3. En begränsad del av tunneln blir utsatt för direkt strålning från den frilagda kapselsidan och får en hög stråldosrat. Denna del är inte beträdbar. Reflekerande strålning kan ge en mindre dosrat nära fordonet men övriga områden är helt beträdbara.

c. Då främre strålskyddsdelen avlägsnas i fallet delat skydd och "helt paket" får man en dosrat på ca 10 $\mu\text{Sv/h}$ 2 m framför gaveln (blå zon på gränsen till gul), men den bortförda delen av strålskyddet skärmar i deponeringstunnelns längsriktning. Vid kapselsidan får man om 2 cm stål i formröret krediteras ca 200

zon). Området är då endast kortfristigt beträdbart. Utanför området för direktstrålning kan dock personal vistas (blå zon).

Processteg 4. Vridning

a. Även under vridningen ska direktstrålning mot personal från kapselgaveln undvikas. I övrigt finns inga restriktioner.

b. Med ett delat strålskydd exponeras den frilagda delen mot tunneln under vridningen. Det medför att en avsevärd del av tunneln måste avlysas, (röd zon sträcker sig tiotals meter från kapseln). En extra skärm som skyddar mot direktstrålningen hjälper. Reflekterande strålning är svårbedömd pga geometrin men utgör troligen inte något problem. Extraskärmen behöver inte gå upp mot taket men bör gå nära vägen.

c. I fallet delat skydd och "helt paket" ändras strålningen mot tunneln i samband med vridningen. Tunneln blir gul zon och endast kortfristigt beträdbar. För bättre tillgänglighet under längre tid behöver en strålskärm på 4 cm stål och 25 cm polyeten föras in. Den bör i första hand skydda mot direktstrålning, men även reflektion mot tunnelväggar ska beaktas, så att reflekterande yta reduceras.

Processteg 5. Sänkning

a. Under sänkningen av kapseln får man ingen direktstrålning mot tunneln. Reflekterande strålning kan högst uppgå till några få $\mu\text{Sv/h}$ och kan försummas.

b. I alternativet med delat strålskydd förbättras situationen successivt i tunneln under sänkningen av kapseln. Då strålskyddet nått deponeringshållet blir området helt beträdbart. Spalter mellan strålskydd och deponeringshål ger en strålning så länge kapseln "syns", men därefter har spalten ingen betydelse.

c. Då strålskärmen under sänkningen vid delat strålskydd och "helt paket" nått deponeringshållets mynning är direktstrålningen avskärmad och tunneln helt åtkomlig. I spalterna kan strålning endast gå igenom efter flera reflektioner och kan försummas.

Processteg 6. Nedsänkning av kapseln eller (c) kapsel/bentonitpaket
Gavellockets tjocklek har föreslagits ovan till 13 cm stål. Det är tillräckligt för att personal ska kunna arbeta på avståndet 2 m från kapseln. Vid rörelsens början ligger dock kapseln närmare vinschen och stålets tjocklek bör ökas till 15 cm för åtkomlighet av locket.

Processteg 7. Uppkörning av kopplingshuvud/gavellock och strålskydd samt (c) formrör

Den oskyddade kapselgaveln ger en strålning som förhindrar närvaro över deponeringshållet. Reflekterande strålning kan möjligen uppgå till några $\mu\text{Sv/h}$ vilket inte hindrar närvaro utanför direktstrålningen.

Ett strålskyddslock av stål placerat i deponeringshålet bör ha en tjocklek på 13 cm för att skärma till blå zon över hålet.

Processteg 8. Förslutning med bentonitplugg

När den första pluggen med 50 cm tjocklek satts på plats blir området helt beträdbart utan strålskyddslock. γ och neutronstrålningen går ner till nivåer som ligger nära vit zon. Strålningen ovanför hålet i deponeringstunneln blir då $\approx 3 \mu\text{Sv/h}$.

Strålningsaspekter vid fel och missöden

Processteg 1 och 2. Lastning av deponeringsstativ och Förflyttning av kapsel på deponeringsstativet

Missöden under omlastningen ligger utanför denna studie.

Med kapseln skärmad i transport- och deponeringstunneln kan alla fel på utrustningen rättas till utan strålproblem. Här förutsätts givetvis att skärmen är tät, att det inte finns springor i skärmen som ger lokal dosrat.

Risken att kapseln friläggs pga något missöde bedöms som obefintlig med normal omsorg vid konstruktion och tillverkning av strålskyddsbehållaren.

Processteg 3. Borttagning av gavellock

a. Hållaren för strålskyddslocket kan fastna i tre lägen: locket kan inte tas bort, locket flyttas men hindrar vridning av kapseln, det fastnar i läge utan hinder för vridningen. I första läget medger strålskyddet möjlighet till åtgärder. I andra läget måste stativet återföras till transporttunneln så att kapseln med behållare kan avlägsnas före åtgärd. I tredje läget hindrar locket inte fortsatt deponering.

b och c. Första och tredje läget med delat strålskydd är desamma som förhållandena ovan. I andra läget måste man antingen med extra kraft tvinga bort strålskyddsdelen för fortsatt deponering eller får stativet återföras till transporttunneln där kapseln med behållare kan skärmas med extra strålskydd före åtgärder på deponeringsstativets lockhållare.

Processteg 4. Vridning

a. Ett stopp under vridningen kan hindra både fortsatt deponering och återtagning. Reparationer är dock möjliga om mekanismen ligger utanför direktstrålningen från kapselgaveln.

b. Ett stopp under vridningen kan hindra både fortsatt deponering och återtagning. Reparationer är inte möjliga eftersom tunneln är utsatt för direktstrålning från den exponerade kapseldelen. Det förefaller svårt att sätta in ett extra strålskydd som ska skydda och samtidigt medge åtkomlighet för den felande utrustningen.

c. Fel på stativ och sänkningsdon i fallet delat skydd och "helt paket" kan åtgärdas men man måste beakta strålningen som har en nivå på drygt $200 \mu\text{Sv/h}$ (om 2 cm stål i formröret krediteras),

vilket begränsar tiden; gul zon. För längre reparationstider måste andra åtgärder vidtas. Det är oklart hur detta ska kunna ske.

Processteg 5. Sänkning

a. Under sänkningen av strålskyddet är kapseln helt skärmd och korrigerande åtgärder kan vidtas utan problem med strålning.

b och c. Med delat strålskydd med eler utan bentonit bereder den första delen av sänkningen samma svårigheter som i steg 4. Sedan strålskyddet nått deponeringshålet får man god åtkomlighet för reparationer.

Processteg 6. Nedsänkning av kapseln eller (c) kapsel/bentonitpaket a och b. Strålskyddet ger under detta steg åtkomlighet för reparationer.

Det finns en avlägsen risk att greppet i kapseln lossnar då kättingspelet kopplas in och manövreras. Kapseln kan då falla snett och bli hängande på bentonitkanten. Strålskärmen tillåter arbeten i omgivningen men ett nytt grepp måste ordnas med fjärrstyrning.

Hinder i deponeringshålet kan medföra att kapseln måste föras bort för rensning av hålet, vilket tack vare strålskärmen inte utgör något problem.

c. I fallet med bentonitpaket finns problemet om greppet om bentoniten lossnar i fel läge eller om det inte lossnar i rätt läge. Detta kan medföra strålskyddsproblem.

Processteg 7. Uppkörning av kopplingshuvud/gavellock och strålskydd samt (c) formrör

a och b. Eftersom gavellocket skärmar effektivt tillåts personalen närvara om ett stopp i rörelsen ska åtgärdas medan locket är i hålet. Detsamma gäller manuella åtgärder om greppet i kapseln inte lossnar. Om stopp inträffar med locket ovanför hålet bör strålskyddsbehållaren kunna vridas till horisontellt läge med locket i ett mellanläge. Andra fel kan åtgärdas om man undviker direktstrålningen från kapselgaveln.

c. Om stopp inträffar med plattan ovanför hålet, men medan formröret fortfarande sticker ner, kan troligen reparationsarbete utföras. Strålningen snett uppåt från kapselgaveln är måttlig och även ett tunt formrör (ett par cm stål) bör vara tillräckligt skydd för manuella åtgärder.

a - c. Strålskyddslocket som normalt hanteras med vinschen bör kunna sättas in i deponeringshålet även med annan utrustning om vinschen hänger upp sig.

Processteg 8. Förslutning med bentonitplugg

Bentonitfordonet kan stanna innan bentonitblocken kommit i position över hålet. Om åtgärder är nödvändiga på den del av

fordonet som står mitt för direktstrålningen från hålet får fordonet släpas bort för åtgärder.

Jade, strålskyddsstudier

METOD V7

Dokument VBB Anläggning. SKB Projekt JADE, Alternativ 7.

Karaktär: Deponeringsstativ med bar kapsel och separat strålskyddsskärm

Strålningsaspekter vid hantering

Processteg 2. Dockning från transportfordon till deponeringsstativ
(Identiskt med alt. 1, steg 1)

Transportbehållaren bör skärmas till en nivå på högst 10 $\mu\text{Sv/h}$ på 2 m avstånd. Den kan då göras av 12 cm stål och 30 cm polyeten för att vistelse i närzonen under större delen av arbetstiden ska vara möjlig (blå zon). Luckan kan göras tunnare: 12 cm stål och 10 cm polyeten.

Då behållarens lucka förs undan måste personalen skyddas mot direktstrålning från kapseln. Reflekterande strålning kan i praktiken försummas; den blir av samma storleksordning som strålningen genom transportbehållarens vägg med tjockleken 12 + 30 cm som föreslagits ovan.

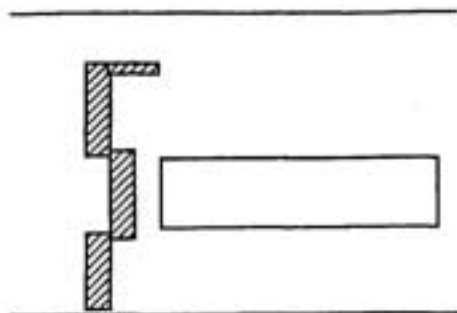
En större dockningskammare behövs inte för behållarluckan, om avståndet mellan transportbehållaren och dockningskammaren är måttligt stort. Tjockleken på dockningskammarens vägg, strålskyddsväggen och strålskyddsporten kan väljas som transportbehållaren respektive luckan ovan, se dock nedan under processteg 3. Dockningskammaren kan göras som en tunn instyrning om transportbehållaren kan föras fram till nära anslutning till strålskyddsväggen.

Processteg 3. Förflyttning av kapsel

(Identiskt med alt. 1, steg 2)

Tjockleken på dockningskammarens vägg kan väljas som transportbehållaren ovan, strålskyddsväggen och strålskyddsporten ska skydda mot kapselns "övre" ände, vilket kräver 15 cm stål och 15 cm polyeten. Se dock nedan under processteg 4. Dockningskammaren kan göras som en tunn instyrning om transportbehållaren kan föras fram till nära anslutning till strålskyddsväggen.

Under förflyttningen på deponeringsfordonet kan en viss reflekterande strålning via spalten mellan strålskyddsväggen och tunnelväggen uppstå. Men strålningen efter en reflektion uppgår endast till ca 1 % av direktstrålningen per m^2 reflekterande yta. Den bör kunna försummas. Om spalten punktvis måste bli stor kan en lokal plåt vinkelrätt mot strålskyddsväggen införas.



Processteg 4. Deponering

γ -strålningen från kapselns sida är ungefär 10 gånger större än från gaveländarna; neutronstrålningen skiljer nästan två tiopotenser. Det innebär att när kapseln vrids till vertikalt läge, krävs en tjockare strålskyddsvägg. Samtidigt har avståndet mellan kapsel och åtkomlig del av tunneln ökat, uppskattningsvis till ca 4 m. Sammantaget krävs en ståltjocklek på ca 12 cm och ett polyetenskikt på ca 25 cm för blå zon. Det blir detta fall som dimensionerar strålskyddsväggen.

Direktstrålning under strålskärmen undviks om man låter skärmens fot täcka hela öppningen och dimensionerar den på samma sätt som skärmen.

Processteg 5. Förslutning med bentonitplugg

(Första och tredje stycket identiskt med alt. 1, steg 4)

Innan den första bentonitpluggen har placerats över kapseln är området direkt över kapseln olämpligt att beträda. Strålningen är ca 1 mSv/h med γ -strålning helt dominerande. Det motsvarar röd zon.

Strålning genom strålskyddsporten kan försummas om skärmen placeras så att ingen direktstrålning kan gå från kapselgaveln genom porten.

När den första pluggen med 50 cm tjocklek satts på plats blir området helt beträdbart. γ - och neutronstrålning går ner till nivåer som ligger nära vit zon. Strålningen ovanför hålet i deponeringstunneln blir då = 4 μ Sv/h.

Strålningsaspekter vid fel och missöden

I transportbehållaren och processteg 1. förflyttning.

(Identiskt med alt. 1)

Med kapseln skärmad i transporttunneln kan alla fel på utrustningen rättas till utan strålproblem. Här förutsätts givetvis att skärmen är tät, att det inte finns springor i skärmen som ger lokal dosrat.

Risken att kapseln friläggs pga något missöde bedöms som obefintlig med normal omsorg vid konstruktion och tillverkning av strålskärm.

Processteg 2. Dockning från transportfordon till deponeringsstativ

Eftersom transporttunneln och deponeringstunneln fram till strålskyddsskärmen under hela hanteringen är strålskärmad kan fel på utrustningen i detta område åtgärdas utan att strålningen behöver beaktas. Fel på behållarluckan måste dock avhjälpas utan att personalen blir utsatt för direkt strålning från kapseln.

Processteg 3. Förflyttning av kapsel

De fel som kan uppstå under förflyttningen kan delas in i

- 3.1 fel innan kapseln förts över
- 3.2 fel under överföring av kapseln

3.1 Fel innan kapseln förts över

(Identiskt med alt. 1)

Sådana fel åtgärdas genom att kapseln i sin transportbehållare förs bort i transporttunneln.

3.2 Fel under överföring av kapseln

Fel av denna typ kan utgöras av

- 3.2.1 fel på kapselpositionens drivmekanism och positionering
- 3.2.2 hinder i strålskyddsvägg eller på deponeringsvagn.

3.2.1

(Identiskt med alt. 1)

Fel på kapselns drivning och positionering kan åtgärdas utanför strålskärmen eftersom kapseln är skärmad. Fel innanför strålskärmen är svårare. Så länge kapseln inte börjat sin rörelse kan transporten återgå till omlastningsområdet för åtgärd. Om rörelsen av kapseln påbörjats kan man föra in en extra förflyttningutrustning genom någon lucka i strålskärmen. Denna utrustning ska antingen tvinga in kapseln på deponeringsfordonet eller dra den tillbaka in i transportbehållaren.

3.2.2

(Identiskt med alt. 1)

Hinder i strålskyddsväggens öppning synes osannolikt. Däremot kan hinder finnas på deponeringsfordonet. Så kan t ex mekanismen för kapselns framdrivning stoppa. Enda lösningen tycks vara att återföra kapseln men det är oklart hur detta kan ske. Hur får man ett grepp om kapseln för återtagning?

Strålskyddsporten kan låsa sig i öppet läge. Portens mekanism bör vara åtkomlig på den skärmade sidan av väggen. En temporär skärm bör sättas in i dockningskammaren under åtgärdsarbetet. Alternativt kan man fjärrstyra hela deponeringen från en plats som är skyddad för strålningen genom den öppna porten.

Processteg 4. Deponering

Alla momenten under deponeringen - vridrörelse med sidoförskjutning, positionering, sänkning - måste ske fjärrstyrt. Fel som kan uppstå medan kapseln ligger kvar i läge kan hanteras som ovan. Sedan kapseln börjat vridas kommer den snart till en position då ett vridfel även låser sidoförskjutningen. Fel på

gejderrörets don för fasthållning av kapseln och på griphuvudet ger liknande problem. Fel i dessa situationer är svåra att avhjälpa. Området är inte åtkomligt för åtgärder förrän kapseln sänkts ner i sitt slutliga läge. Redundans i styrning och mekanismer minskar sannolikheten för stopp men måste ändå beaktas. Fel av typen axelbrott eller urspårning kan inte avhjälpas med annat än "rå kraft". Går det att föra in en sådan?

Ett speciellt problem uppstår om kapseln endast kan sänkas ner delvis (t ex låsning på grund av kilning med brottstycken av bentonit eller fel i griphuvudet). I första hand bör kapseln kunna återtas på deponeringsstativet och deponeringshålet återställas. Om kapseln låsts så att fordonets lyftkraft inte räcker, finns det två lägen: kapseln sticker upp så mycket att den hindrar stativets förflyttning eller den sitter så lågt att fordonet kan tas bort. I det förra fallet har jag inte hittat någon lösning (demontera strål-skyddsväggen, vidga tunneln, för in bockkran, allt fjärrstyrt?), i det senare fallet kan en fjärrstyrd bockkran föras in sedan stativet avlägsnats.

Processteg 5. Förslutning med bentonitplugg

(Identiskt med alt. 1, steg 4)

Fel i samband med insättning av bentonitpluggar är lättare att hantera, eftersom åtkomligheten är god utom just ovanför hålet. Om normala åtkomliga åtgärder inte hjälper kan man fylla hålet med lös bentonit för att få tillträddbarhet.

Jade, strålskyddsstudier

METOD V8

Dokument VBB Anläggning. SKB Projekt JADE, Alternativ 8.

Karaktär: a Deponeringstruck med stående strålskyddad kapsel.
b Deponeringstruck med stående strålskydd och "helt paket".

Strålningsaspekter vid hantering

Processteg 1 och 2. Lastning av deponeringstruck och förflyttning av kapsel på deponeringstruck

Strålskyddsbehållaren bör skärma till en nivå på högst 10 $\mu\text{Sv/h}$ på 2 m avstånd.

a. Behållaren kan då göras av 12 cm stål och 30 cm polyeten för att vistelse i närzonen under större delen av arbetstiden ska vara möjlig (blå zon). Gavlarna kan göras tunnare. Om man endast behöver ta hänsyn till reflekterad strålning, räcker 3 cm stål. Om man i något läge behöver komma åt den övre gaveln, skulle ett skydd på 9 cm stål och 15 cm polyeten behövas.

b. Med 29 cm bentonit innanför strålskyddet kan detta göras tunnare. 4 cm stål (inkl formröret) och 25 cm polyeten ger tillräckligt skydd mot sidan. För övre gaveln gäller samma som i alt. 8a; för undre gaveln utgör bentoniten tillräckligt skydd.

Processteg 3. Borttagning av gavellock

Borttagning av gavellocket i alt. 8a medför ingen besvärande reflekterad strålning mot omgivningen. Alt 8b är ännu gynnsammare från strålskyddssynpunkt.

Processteg 4. Sänkning

Strålskyddet tillåter personal att arbeta vid maskinen. Spalterna släpper inte igenom någon strålning. (Sidofråga: 8a. Strålskyddets diameter blir så stor att det inte går ner i deponeringshålet. 8b. Strålskyddet sätts ner i ett urtag i betonggolvet. Ur strålskyddssynvinkel räcker det att ställa strålskyddet på ett rimligt plant golv.)

Processteg 6. Nedsänkning av kapseln

Gavellockets tjocklek har föreslagits ovan till 9 cm stål och 15 cm polyeten för arbete nära locket.

Processteg 7. Uppkörning av kopplingshuvud/gavellock (och formrör i 8b) och strålskydd

Den oskyddade kapselgaveln ger en strålning som förhindrar närvaro över deponeringshålet. Reflekterande strålning kan möjligen uppgå till 10 $\mu\text{Sv/h}$ runt hålet vilket inte hindrar närvaro utanför direktstrålningen.

Processteg 8. Förslutning med bentonitplugg

När den första pluggen med 50 cm tjocklek satts på plats blir området helt beträdbart. γ - och neutronstrålning går ner till nivåer som ligger nära vit zon. Strålningen ovanför hålet i deponeringstunneln blir då = 4 $\mu\text{Sv/h}$.

Strålningsaspekter vid fel och missöden

Processteg 1 och 2. Lastning av deponeringstruck och förflyttning av kapsel på deponeringstruck

Med kapseln skärmd i transport- och deponeringstunneln kan alla fel på utrustningen rättas till utan strålproblem. Här förutsätts givetvis att skärmen är tät, att det inte finns springor i skärmen som ger lokal dosrat.

Risken att kapseln friläggs pga något missöde bedöms som obefintlig med normal omsorg vid konstruktion och tillverkning av strålskyddsbehållaren.

Processteg 3. Borttagning av gavellock

Om gavellocket fastnar är åtkomligheten god för justerande åtgärder. Personal behöver inte utsättas för direktstrålning från kapseln.

Processteg 4. Sänkning

Strålskyddet ger åtkomlighet för reparationer.

Processteg 6. Nedsänkning av kapseln

Åtgärder på kopplingshuvudet är möjliga om gavellocket gjorts så som angivits ovan.

Hinder i deponeringshålet kan medföra att kapseln måste föras bort för rensning av hålet, vilket tack vare strålskärmen inte utgör något problem.

a. Om kapseln låses av en kilning av bentonit måste extra krafter föras till. Strålskärmen tillåter sådana åtgärder.

b. Ett fel som innebär att greppet om bentoniten inte lossnar kan sannolikt lösas med ingrepp utanför strålskärmen. Alternativt lyfts paketet upp igen och förs till omlastning, där felet bör kunna avhjälpas.

Processteg 7. Uppkörning av gavellock

Eftersom gavellocket och strålskyddscylindern skärmar effektivt tillåter ett stopp i rörelsen närvarö medan gavellocket är i hålet eller i strålskyddet. Fel därefter åtgärdas på bortfört fordon.

Processteg 8. Förslutning med bentonitplugg

Fordonet kan stanna innan bentonitblocken kommit i position över hålet. Om åtgärder är nödvändiga på den del av fordonet som står mitt för direktstrålningen från hålet får fordonet släpas bort för åtgärder.

BILAGA 5

Felfunktionsanalys tsr

Felfunktionsmatriser

Deponeringsutrustning alternativ 1 - 8.

FELFUNKTIONSANALYS

Alt 1: Deponeringsfordon med kapsel bakom strålskyddsskärm.

Aktivitet: Aktuell sekvens av deponeringsprocessen.

Felfunktion: Resultatet av att någonting inte fungerar korrekt.

Strålning: Strålningsförekomst att ta hänsyn till vid insats.

Insats: Det som återstår att göra när alla enkla åtgärder / felsökningar / kontroller gjorts. Insatsen syftar i första hand till att deponeringen kan fortsätta, i andra hand till att reparera / åtgärda det uppkomna felet. Insats inom parentes är en alternativ åtgärd.

Värdering: VBB:s värdering av insatsen med avseende på Tidsåtgång, Säkerhet och Resursbehov.

Tidsåtgång:

T = 1: ≤ 1 dag

T = 2: 2-10 dagar

T = 3: > 10 dagar - 2 månader

Säkerhet:

S = 1: Inga extra säkerhetsåtgärder map strålning krävs.

S = 2: Vissa extra säkerhetsåtgärder map strålning krävs.

S = 3: Betydande extra säkerhetsåtgärder map strålning krävs.

Resursbehov:

R = 1: Driftspersonal

R = 2: Reparationspersonal

R = 3: Extraordinära insatser

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering		
					T	S	R
1.	Transport omlastning → deponeringstunnel	Transportfordon stannar av någon anledning.	Nej, kapsel i strålskydd	Åtgärda eller flytta strålskydd/ kapsel till annat transportfordon	1	1	2
2.	Öppning av strålskyddslock på transportbehållare	Locket går ej att öppna	Nej	Åtgärda på plats alt (Retur till omlastningsstation)	1	1	2 (1 1 1)
3.	Öppning av strålskyddslock på transportbehållare	Locket fastnar delvis öppen	Ja, i en riktning	Åtgärda på plats alt (Flytta kapsel till nytt strålskydd)	2	2	2 (2 3 2)
4.	Dockning	Transportbehållare och docknings-kammare går ej samman.	Ja, i en riktning	Stäng strålskyddslocket alt (Åtgärda på plats.)	1	1	1 (1 2 2)
5.	Dockning	Överföringsmekanism greppar ej i kapsel	Nej	Återkörning	1	1	1
6.	Dockning	Överföringsmekanism greppar ofullständigt i kapsel och går ej att lossa	Ja	Dra fram kapsel så att kopplingshuvud friläggs, skärma kapsel, åtgärda .	2	3	2
7.	Dockning	Kapsel fastnar på väg vid överföring.	Nej	Återkörning	1	1	1
8.	Dockning	Kapsel stannar på väg vid överföring pga fel på överföringsmekanism och kan ej köras tillbaka.	Ja	Lossa greppet och dra kapsel baklänges in i tranportstrålskydd alt. skärma kapsel provisoriskt och försöka åtgärda på plats.	2	3	2
9.	Dockning	Strålskyddsport går ej att stänga	Nej	Återkörning	1	1	1
10.	Dockning	Kapsel positioneras ej korrekt på deponerings fordon och förhindrar återkörning.	Ja	Skärma kapsel mha robot, koppla spel, domkrafter och dra/skjut kapsel rätt.	2	3	2
11.	Transport deponeringstunnel → deponeringshål	Deponeringsfordon stannar.	Ja, vid Åtgärd på plats.	Bogsering + återkörning av kapsel om möjligt alt (Åtgärd på plats)	2	1	2 (2 3 2)

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering
12.	Positionering av fordon	Deponeringsfordon positionerar ej korrekt, felmeddelande ges av styrsystemet.	Nej	Återkörning	1 1 1
13.	Resning av kapsel	Kapsel går ej att resa	Nej	Återkörning	1 1 1
14.	Resning av kapsel	Kapsel stannar på väg upp men kan köras tillbaka.	Nej	Återkörning	1 1 1
15.	Resning av kapsel	Kapsel stannar på väg upp men kan ej köras tillbaka.	Ja	Skärma kapseln provisoriskt mha robot, åtgärda.	2 3 3
16.	Resning av kapsel	Kapsel släpper från kopplingshuvud och fastnar i deponeringshålet med mantelytan exponerad	Ja	Skärma kapsel mha robot, koppla spel och dra kapsel rätt.	3 3 3
17.	Sänkning av kapsel	Domkraftcylindrar stannar på väg ner och kan ej köras tillbaka.	Ja	Skärma kapsel mha robot och åtgärda domkrafterna	3 3 3
18.	Positionering av kapsel	Kapsel positioneras ej korrekt	Nej	Återkörning	1 1 1
19.	Positionering av kapsel	Kapsel kilar fast pga felpositionering och hindrar automatisk återkörning.	Nej	Manuell återkörning.	1 1 2
20.	Positionering av kapsel	Kapsel kilar fast pga mekaniskt / hydrauliskt fel och hindrar återkörning.	Ja	Skärma kapsel mha robot och koppla spel, domkrafter och dra kapsel rätt.	3 3 3
21.	Koppling av spel	Spel kopplar inte till kapsel.	Nej	Återkörning.	1 1 1
22.	Koppling av spel	Spel kopplar ej korrekt till kapsel och kan ej lossas.	Ja	Manipulera greppet med robot.	2 3 3
23.	Nedfiring	Spel fungerar ej	Nej	Återkörning	1 1 1
24.	Nedfiring	Spel stannar på väg ner i deponeringshålet och går ej att köra upp.	Ja	Skärma kapsel mha robot och åtgärda spelet.	2 3 3
25.	Nedfiring	Kapsel åker ner okontrollerat .	Ja	Åtgärd på plats.	2 2 3
26.	Uppkörning av spel	Kapselgrepp lossar inte.	Nej	Återkörning	1 1 1
27.	Uppkörning av spel	Kapselgrepp lossar delvis men kan inte återkopplas	Ja	Reversering, om kapsel lossnar får den tas upp med ny deponeringsmaskin alt återtagsutrustning.	2 2 3
28.	Uppkörning av spel	Spel kan inte köras upp	Nej	Deponeringsfordon körs bort. (Åtgärd på plats)	2 1 2 (2 2 2)
29.	Nedkörning av vagga	Vagga går ej att köra ned.	Ja, upp ur hål	Deponeringsfordon körs bort	1 1 1
30.	Återkörning	Fordon kan ej köras iväg	ja, upp ur deponeringshål	Deponeringsfordon kan dras bort från deponeringshål. Alt. (Åtgärd på plats)	2 1 2 (2 2 2)
	Förslutning med bentonit	Förslutning med bentonitpluggar är inte särskiljande för olika deponeringsalternativ.			

Kod	111	112	212	222	223	232	233	333
Antal	12	3	3	1	2	3	3	2

Kod	T1	T2	T3	S1	S2	S3	R1	R2	R3
Antal	15	12	3	18	3	9	12	10	8

Nyckeltal: $TSR_A = 20 (T3+S3+R3)$

Sammanfattning Alt 1: Alla typer av felfunktioner som inte kan åtgärdas genom att reversera får allvarliga konsekvenser, ”Liten tuva stjälpert stort lass”.

Servicebarheten under drift med kapsel är väldigt liten.

Dockningsproceduren komplicerar deponeringsprocessen.

Nedfallande stenblock: Nedfallande stenblock kan få allvarliga konsekvenser under hela deponeringsförloppet eftersom det inte finns någon möjlighet att manuellt röja upp och reparera på grund av den oskyddade kapseln..

FELFUNKTIONSANALYS

Alt 2: Deponeringsfordon med kapsel omsluten av helt strålskydd.

Aktivitet: Aktuell sekvens av deponeringsprocessen.

Felfunktion: Resultatet av att någonting inte fungerar korrekt.

Strålning: Strålningsförekomst att ta hänsyn till vid insats.

Insats: Det som återstår att göra när alla enkla åtgärder / felsökningar / kontroller gjorts. Insatsen syftar i första hand till att deponeringen kan fortsätta, i andra hand till att reparera / åtgärda det uppkomna felet. Insats inom parentes är en alternativ åtgärd.

Värdering: VBB:s värdering av insatsen med avseende på Tidsåtgång, Säkerhet och Resursbehov.

Tidsåtgång:

T = 1: ≤ 1 dag

T = 2: 2-10 dagar

T = 3: > 10 dagar - 2 månader

Säkerhet:

S = 1: Inga extra säkerhetsåtgärder mot strålning krävs.

S = 2: Vissa extra säkerhetsåtgärder mot strålning krävs.

S = 3: Betydande extra säkerhetsåtgärder mot strålning krävs.

Resursbehov:

R = 1: Driftspersonal

R = 2: Reparationspersonal

R = 3: Extraordinära insatser

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering		
					T	S	R
1.	Transport Omlastning → deponeringstunnel	Transportfordon stannar	Nej	Åtgärd på plats alt flytta strålskydd/kapsel till nytt fordon	1	1	2
2.	Förflyttning av strålskydd/kapsel till deponeringsfordon	Gejdercylindrar på dep.fordon fungerar ej	Nej	Åtgärd på plats alt (Fortsätt deponering med annat deponeringsfordon i annan dep.tunnel)	1	1	2 (1 1 1)
3.	Förflyttning av strålskydd/kapsel till deponeringsfordon	Strålskydd/kapsel kommer ej korrekt på plats på dep.fordon.	Nej	Åtgärd på plats alt (Återflyttning av strålskydd/kapsel)	1	1	2 (1 1 1)
4.	Transport deponeringstunnel → deponeringshåll	Deponeringsfordon stannar	Nej	Åtgärd på plats alt bogsering + återflyttning	2	1	2
5.	Positionering av fordon	Deponeringsfordon positionerar ej korrekt vid deponeringshåll	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	1	1	2 (1 1 1)
6.	Borttagning av gavellock	Gavellock går ej att lossa	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning.)	1	1	2 (1 1 1)
7.	Borttagning av gavellock	Gavellock lossar men förhindrar vridning av strålskydd/kapsel	ja, spalt strålskydd / gavellock	Återkörning	1	1	1
8.	Borttagning av gavellock	Gavellock lossar och fastnar i utkört läge och förhindrar vridning, reversering ej möjlig.	Ja, spalt strålskydd/ gavellock	Åtgärd på plats	2	2	2

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering
9.	Borttagning av gavellock.	Gavellock lossar men stannar före ändläge, vridning av strålskydd/kapsel hindras ej.	Ja, spalt strålskydd/gavellock	Återkörning alt (Åtgärd på plats)	1 1 1 (2 2 2)
10.	Vridning av strålskydd/kapsel	Strålskydd/kapsel går ej att vrida.	Nej	Återför gavellock och åtgärda. alt (Återkörning)	1 1 2 (1 1 1)
11.	Vridning av strålskydd/kapsel	Strålskydd/kapsel stannar på väg men kan köras tillbaka.	Nej	Återför gavellock och åtgärda.alt (Återkörning)	1 1 2 (1 1 1)
12.	Vridning av strålskydd/kapsel	Strålskydd/kapsel stannar på väg men kan ej köras tillbaka.	Ja, i en riktning.	Åtgärd på plats.	2 2 2
13.	Vridning av strålskydd/kapsel	Kapsel släpper från kopplingshuvud och fastnar i deponeringshålet med mantelytan exponerad	Ja	Skärma kapsel mha robot, koppla spel och dra kapsel rätt.	3 3 3
14.	Positionering av strålskydd/kapsel.	Strålskydd /kapsel positionerar ej korrekt.	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning till gavellock.)	1 1 2 (1 1 1)
15.	Positionering av strålskydd/kapsel	Strålskydd kilar fast pga felpositionering och hindrar automatisk återkörning.	Nej	Manuell återkörning.	1 1 2
16.	Positionering av strålskydd/kapsel	Strålskydd/Kapsel kilar fast pga mekaniskt / hydrauliskt fel och hindrar återkörning.	Ja, i en riktning	Åtgärd på plats.	2 2 2
17.	Nedsänkning av strålskydd/kapsel	Gejdercylindrar fungerar ej.	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning.)	2 1 2 (1 1 1)
18.	Nedsänkning av strålskydd/kapsel	Gejdercylindrar stannar på väg ner och hindrar återkörning.	Nej	Åtgärd på plats.	2 1 2
19.	Koppling av spel	Spel kan ej köras i position	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	1 1 2 (1 1 1)
20.	Koppling av spel	Spel kopplar inte till kopplingshuvud	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning.)	1 1 2 (1 1 1)
21.	Koppling av spel.	Spel kopplar ej korrekt till kopplingshuvud och kan ej lossas automatiskt.	Nej	Åtgärd på plats	2 1 2
22.	Losskoppling av kopplingshuvud	Kopplingshuvud kopplar ej loss från strålskydd	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	1 1 2 (1 1 1)
23.	Losskoppling av kopplingshuvud	Kopplingshuvud kopplar delvis loss från strålskydd	Nej	Åtgärd på plats	2 1 2
24.	Nedfirning	Spel fungerar ej	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	2 1 2 (1 1 1)
25.	Nedfirning	Spel stannar på väg ner i hålet och går ej att köra upp igen.	Nej	Åtgärd på plats.	2 1 2
26.	Nedfirning	Kapsel åker ner okontrollerat	Ja	Åtgärd på plats	2 2 3

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering
27.	Uppkörning av spel	Kapselgrepp lossar inte	Nej	Uppkörning av kapsel, åtgärd på plats. (Reversering.)	1 1 2 (1 1 1)
28.	Uppkörning av spel	Kapselgrepp lossar delvis men kan inte återkopplas.	Ja	Reversering, om kapsel lossnar får den tas upp med ny deponeringsmaskin alt återtagsutrustning.	2 2 3
29.	Uppkörning av spel	Spel kan inte köras upp	Nej	Åtgärd på plats alt deponeringsfordon körs bort.	2 1 2
30.	Låsning av kopplingshuvud	Kopplingshuvud låser ej i strålskyddet	Nej	Åtgärd på plats	1 1 2
31.	Losskoppling av spel	Spel kopplar inte loss från kopplingshuvud	Nej	Åtgärd på plats	1 1 2
32.	Losskoppling av spel	Spel kan inte köras undan efter losskoppling	Nej	Åtgärd på plats	1 1 2
33.	Uppkörning av strålskydd	Gejdercylindrar fungerar ej.	Nej	Åtgärd på plats	2 1 2
34.	Uppkörning av strålskydd	Strålskydd stannar på väg upp och hindrar bortkörning av deponeringsfordon	Nej	Åtgärd på plats.	2 1 2
35.	Vridning av strålskydd	Strålskydd går ej att vrida	Nej	Åtgärd på plats alt bortkörning av deponeringsfordon.	1 1 2
36.	Vridning av strålskydd	Strålskydd stannar på väg och hindrar vidare körning av dep.fordon.	Ja, upp ur deponeringshål.	Åtgärd på plats	1 2 2
37.	Vridning av strålskydd	Strålskydd stannar på väg men hindrar ej vidare körning av dep.fordon	Ja, upp ur deponeringshål	Kör undan dep.fordon från dep.hål	1 1 1
38.	Återkörning deponeringshål → centraltunnel	Dep.fordon går ej att köra.	Ja, upp ur deponeringshål	Bogsera bort deponeringsfordonet från deponeringshål. alt (Åtgärda på plats)	2 1 2 (2 2 2)
	Förslutning med bentonitplugg	Förslutning med bentonitpluggar är inte särskiljande för de olika deponeringsalternativen.			

Kod	111	112	212	122	222	223	333
Antal	3	17	11	1	3	2	1

Kod	T1	T2	T3	S1	S2	S3	R1	R2	R3
Antal	21	16	1	31	6	1	3	32	3

Nyckeltal: $TSR_A = 5 (T3+S3+R3)$

Sammanfattning alt 2: Allvarliga felfunktioner kan nästan i alla situationer åtgärdas utan att betydande säkerhetsåtgärder behöver vidtas.

Hög servicebarhet under drift.

Stor valfrihet för många felfunktioner om felet ska åtgärdas på plats eller om man vill reversera deponeringen.

Nedfallande stenblock: Ett nedfallande stenblock behöver inte få allvarliga konsekvenser ur strålskyddssynpunkt eftersom kapseln hela tiden befinner sig inuti strålskyddet. Den mest kritiska situationen är då gavellocket tagits bort och strålskydd / kapsel ska vridas upp till vertikalt läge, ett nedfallande stenblock som hindrar reversering innebär att kapseländen strålar i axiell riktning ut ur strålskyddet. Det är då frågan om strålning i ett definierat område, vilket inte är svårt att undvika för reparationspersonal eller att skärma av provisoriskt.

Deponeringsfordonets utformning erbjuder också stora möjligheter att konstruktivt skydda känsliga komponenter och strålskydd/kapsel.

FELFUNKTIONSANALYS

Alt 3: Deponeringsfordon med kapsel omsluten av delbart strålskydd.

Aktivitet: Aktuell sekvens av deponeringsprocessen.

Felfunktion: Resultatet av att någonting inte fungerar korrekt.

Strålning: Strålningsförekomst att ta hänsyn till vid insats.

Insats: Det som återstår att göra när alla enkla åtgärder / felsökningar / kontroller gjorts. Insatsen syftar i första hand till att deponeringen kan fortsätta, i andra hand till att reparera / åtgärda det uppkomna felet. Insats inom parentes är en alternativ åtgärd.

Värdering: VBB:s värdering av insatsen med avseende på Tidsåtgång, Säkerhet och Resursbehov.

Tidsåtgång:

T = 1: ≤ 1 dag

T = 2: 2-10 dagar

T = 3: > 10 dagar - 2 månader

Säkerhet:

S = 1: Inga extra säkerhetsåtgärder map strålning krävs.

S = 2: Vissa extra säkerhetsåtgärder map strålning krävs.

S = 3: Betydande extra säkerhetsåtgärder map strålning krävs.

Resursbehov:

R = 1: Driftspersonal

R = 2: Reparationspersonal

R = 3: Extraordinära insatser

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering		
					T	S	R
1.	Transport Omlastning → deponeringstunnel	Transportfordon stannar	Nej	Åtgärd på plats alt flytta strålskydd/kapsel till nytt fordon	1	1	2
2.	Förflyttning av strålskydd/kapsel till deponeringsfordon	Gejderylindrar på deponeringsfordon fungerar ej	Nej	Åtgärd på plats alt (Fortsätt deponering i annan deponeringstunnel)	1	1	2 (1 1 1)
3.	Förflyttning av strålskydd/kapsel till deponeringsfordon	Strålskydd/kapsel kommer ej korrekt på plats på dep.fordon.	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	1	1	2 (1 1 1)
4.	Transport deponeringstunnel → deponeringshåll	Deponeringsfordon stannar	Nej	Åtgärd på plats alt bogsering + återkörning	2	1	2
5.	Positionering av deponeringsfordon	Deponeringsfordon positionerar ej korrekt vid deponeringshåll	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	1	1	2 (1 1 1)
6.	Delning av strålskydd	Strålskydd går ej att dela	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning.)	1	1	2 (1 1 1)
7.	Delning av strålskydd	Gavel lossar men förhindrar vridning av strålskydd/kapsel	Ja	Återkörning	1	1	1
8.	Delning av strålskydd	Gavel lossar och fastnar i utkört läge och förhindrar vridning, reversering ej möjlig.	Ja	Åtgärd på plats	2	2	2

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering
9.	Delning av strålskydd.	Gavel lossar men stannar före ändläge, vridning av strålskydd/kapsel hindras ej.	Ja	Återkörning.	1 1 1
10.	Vridning av strålskydd/kapsel	Strålskydd/kapsel går ej att vrida.	Nej	Återför gavel och åtgärda .alt (Återkörning)	1 1 2 (1 1 1)
11.	Vridning av strålskydd/kapsel	Strålskydd/kapsel stannar på väg men kan köras tillbaka.	Nej	Återför gavel och åtgärda. (Återkörning)	1 1 2 (1 1 1)
12.	Vridning av strålskydd/kapsel	Strålskydd stannar på väg och kan ej köras tillbaka.	Ja	Åtgärd på plats	2 2 2
13.	Vridning av strålskydd/kapsel	Kapsel släpper från kopplingshuvud och fastnar i deponeringshålet med mantelytan exponerad	Ja	Skärma kapsel mha robot, koppla spel och dra kapsel rätt.	3 3 3
14.	Positionering av strålskydd/kapsel.	Strålskydd positionerar ej korrekt.	Nej	Återkörning till ihopsättning av strålskydd.	1 1 1
15.	Positionering av strålskydd/kapsel	Kapsel kilar fast pga felpositionering och hindrar automatisk återkörning.	Nej	Manuell återkörning	1 1 2
16.	Positionering av strålskydd/kapsel	Kapsel kilar fast pga mekaniskt / hydrauliskt fel och hindrar återkörning.	Ja	Skärma kapsel mha robot och koppla spel, domkrafter och dra kapsel rätt.	2 3 2
17.	Nedsänkning av strålskydd/kapsel	Gejdercylindrar fungerar ej.	Nej	Återkörning.	1 1 1
18.	Nedsänkning av strålskydd/kapsel	Gejdercylindrar stannar på väg ner och hindrar återkörning.	Ja	Koppla ett spel till strålskyddet och dra tillbaks det till utgångsläge, reversera.	2 3 2
19.	Koppling av spel	Spel kan ej köras i position	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	1 1 2 (1 1 1)
20.	Koppling av spel	Spel kopplar inte till kopplingshuvud	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning.)	1 1 2 (1 1 1)
21.	Koppling av spel.	Spel kopplar ej korrekt till kopplingshuvud och kan ej lossas automatiskt.	Nej	Åtgärd på plats	2 1 2
22.	Losskoppling av kopplingshuvud	Kopplingshuvud kopplar ej loss från strålskydd	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning.)	1 1 2 (1 1 1)
23.	Losskoppling av kopplingshuvud	Kopplingshuvud kopplar delvis loss från strålskydd.	Nej	Åtgärd på plats.	2 1 2
24.	Nedfirning	Spel fungerar ej	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	2 1 2 (1 1 1)
25.	Nedfirning	Spel stannar på väg ner i hålet och går ej att köra upp igen.	Nej	Åtgärd på plats.	2 1 2
26.	Nedfirning	Kapsel åker ner okontrollerat	Nej	Åtgärd på plats	2 2 3

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering
27.	Uppkörning av spel	Kapselgrepp lossar inte	Nej	Uppkörning av kapsel, Åtgärd på plats. (Reversering)	1 1 2 (1 1 1)
28.	Uppkörning av spel	Kapselgrepp lossar delvis men kan inte återkopplas.	Ja	Reversering, om kapsel lossnar får den tas upp med ny deponeringsmaskin alt återtagsutrustning.	2 2 3
29.	Uppkörning av spel	Spel kan inte köras upp	Nej	Åtgärd på plats alt deponeringsfordon körs bort.	2 1 2
30.	Låsning av kopplingshuvud	Kopplingshuvud låser ej i strålskydd	Nej	Åtgärd på plats.	1 1 2
31.	Losskoppling av spel	Spel kan inte koppla loss från kopplingshuvud	Nej	Åtgärd på plats	1 1 2
32.	Losskoppling av spel	Spel kan inte köras undan efter losskoppling	Nej	Åtgärd på plats	1 1 2
33.	Uppkörning av strålskydd	Gejderylindrar fungerar ej.	Nej	Åtgärd på plats	2 1 2
34.	Uppkörning av strålskydd	Strålskydd stannar på väg upp och hindrar bortkörning av dep.fordon	Ja, upp ur deponeringshål	Åtgärd på plats.	2 2 2
35.	Vridning av strålskydd	Strålskydd går ej att vrida	Ja, upp ur deponeringshål	Bortkörning deponeringsfordon alt (Åtgärd på plats)	1 1 1 (1 2 2)
36.	Vridning av strålskydd	Strålskydd stannar på väg upp men hindrar ej vidare körning av dep.fordon	Ja, upp ur deponeringshål	Kör undan deponeringsfordon från deponeringshål	1 1 1
37.	Återkörning deponeringshål → centraltunnel	Deponeringsfordon går ej att köra.	Ja, upp ur deponeringshål	Bogsera bort deponeringsfordonet från deponeringshål. alt (Åtgärda på plats)	2 1 2 (2 2 2)
	Förslutning med bentonitplugg	Förslutning med bentonitpluggar är inte särskiljande för de olika deponeringsalternativen.			

Kod	111	112	212	222	232	223	333		
Antal	6	15	8	2	3	2	1		
Kod	T1	T2	T3	S1	S2	S3	R1	R2	R3
Antal	21	15	1	29	5	3	6	28	3

Nyckeltal: $TSR_A = 7 (T3+S3+R3)$

Sammanfattning Alt 3: Allvarliga felfunktioner kan i många situationer åtgärdas utan att betydande säkerhetsåtgärder behöver vidtas.

Medelgod servicebarhet under drift.

Relativt stor valfrihet för många felfunktioner om felet ska åtgärdas på plats eller om man vill reversera deponeringen.

Nedfallande stenblock: Ett nedfallande stenblock behöver inte få allvarliga konsekvenser ur strålskyddssynpunkt eftersom kapseln nästan hela tiden befinner sig inuti strålskyddet. Den mest kritiska situationen är då strålskyddet delats och strålskydd / kapsel ska vridas upp till vertikalt läge, ett nedfallande stenblock som hindrar reversering innebär att viss kapsellängd är strålmässigt oskyddad. Detta kan vara en knepig situation eftersom stenblocket troligen befinner sig i omedelbar närhet till den oskyddade kapseldelen. Strålskyddande skärmväggar på fordonet gör dock att det är möjligt att komma fram till deponeringsfordonet. Deponeringsfordonets utformning erbjuder också stora möjligheter att konstruktivt skydda känsliga komponenter och strålskydd/kapsel.

FELFUNKTIONSANALYS Alt 4: Deponeringsfordon med "helt paket" bakom strålskyddsskärm.

Aktivitet: Aktuell sekvens av deponeringsprocessen.

Felfunktion: Resultatet av att någonting inte fungerar korrekt.

Strålning: Strålningsförekomst att ta hänsyn till vid insats.

Insats: Det som återstår att göra när alla enkla åtgärder / felsökningar / kontroller gjorts. Insatsen syftar i första hand till att deponeringen kan fortsätta, i andra hand till att reparera / åtgärda det uppkomna felet. Insats inom parentes är en alternativ åtgärd.

Värdering: VBB:s värdering av insatsen med avseende på Tidsåtgång, Säkerhet och Resursbehov.

Tidsåtgång:

T = 1: ≤ 1 dag

T = 2: 2-10 dagar

T = 3: > 10 dagar - 2 månader

Säkerhet:

S = 1: Inga extra säkerhetsåtgärder map strålning krävs.

S = 2: Vissa extra säkerhetsåtgärder map strålning krävs.

S = 3: Betydande extra säkerhetsåtgärder map strålning krävs.

Resursbehov:

R = 1: Driftspersonal

R = 2: Reparationspersonal

R = 3: Extraordinära insatser

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering		
					T	S	R
1.	Transport omlastning → deponeringstunnel	Transportfordon stannar av någon anledning.	Nej, kapsel i strålskydd	Åtgärda eller flytta strålskydd/ kapsel till annat transportfordon	1	1	2
2.	Öppning av strålskyddslock på transportbehållare	Locket går ej att öppna	Nej	Åtgärd på plats. Alt (Retur till omlastningsstation)	1	1	2 (1 1 1)
3.	Öppning av strålskyddslock på transportbehållare	Locket fastnar halvt öppen	Ja, i en riktning	Åtgärda på plats. alt (Flytta kapsel till nytt strålskydd)	2	2	2 (2 3 2)
4.	Dockning	Transportbehållare och docknings-kammare går ej samman.	Ja, i en riktning	Stäng strålskyddslocket. alt (Åtgärda på plats.)	1	1	1 (1 2 2)
5.	Dockning	Överföringsmekanism på transportfordonet fungerar ej.	Nej	Återkörning.	1	1	1
6.	Dockning	Överföringsmekanism på transportfordonet stannar på väg och tillåter ej returkörning.	Nej	Åtgärd på plats	2	1	2
7.	Dockning	Gejercylindermekanism på deponeringsfordon greppar ej i kapsel	Nej	Återkörning	1	1	1
8.	Dockning	Gejercylindermekanism greppar ofullständigt i kapsel och går ej att lossa	Ja	Tvångsöppna mha robot alt skärma kapsel och åtgärda för hand.	2	3	2
9.	Dockning	Kapsel fastnar på väg vid överföring.	Nej	Återkörning om möjligt	1	1	1

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering
10.	Dockning	Kapsel stannar på väg vid överföring pga fel på ex v gejdercylindrarna	Ja	Lossa greppet och dra kapsel baklänges in i transportstrålskydd alt. skärma kapsel provisoriskt och försöka åtgärda på plats.	2 3 2
11.	Dockning	Strålskyddsport går ej att stänga	Nej	Återkörning	1 1 1
12.	Dockning	Kapsel positioneras ej korrekt på deponeringsfordon och förhindrar återkörning.	Ja	Skärma kapsel mha robot, koppla spel, domkrafter och dra/skjut kapsel rätt.	2 3 2
13.	Transport deponeringstunnel → deponeringshål	Deponeringsfordon stannar.	Ja, vid åtgärd på plats.	Bogsering + återkörning om möjligt. alt (Åtgärd på plats)	2 1 2 (2 3 2)
14.	Positionering av fordon	Deponeringsfordon positionerar ej korrekt, felmeddelande ges av styrsystemet.	Nej	Återkörning	1 1 1
15.	Vridning av kapsel/bentonit	Kapsel/bentonit går ej att vrida	Nej	Återkörning	1 1 1
16.	Vridning av kapsel/bentonit	Kapsel/bentonit stannar på väg men kan köras tillbaka.	Nej	Återkörning	1 1 1
17.	Vridning av kapsel/bentonit	Kapsel/bentonit stannar halvägs men kan ej köras tillbaka.	Ja	Skärma kapsel mha robot, åtgärda felet.	2 3 3
18.	Vridning av kapsel/bentonit	Kapsel/bentonit släpper från kopplingshuvud och fastnar i deponeringshålet med mantelytan exponerad	Ja	Skärma kapsel mha robot, koppla spel och dra kapsel rätt.	3 3 3
19.	Positionering av kapsel/bentonit	Kapsel/bentonit positioneras ej korrekt	Nej	Återkörning	1 1 1
20.	Positionering av kapsel/bentonit	Kapsel/bentonit kilar fast pga felpositionering och hindrar automatisk återkörning.	Nej	Manuell återkörning	1 1 2
21.	Positionering av kapsel/bentonit	Kapsel/bentonit kilar fast pga mekaniskt / hydrauliskt fel och hindrar återkörning	Ja	Skärma kapsel mha robot och koppla spel, domkrafter och dra kapsel rätt.	3 3 3
22.	Nedsänkning av formrör	Gejdercylindrar fungerar ej.	Nej	Återkörning	1 1 1
23.	Nedsänkning av formrör	Gejdercylindrar stannar på väg ner och hindrar återkörning.	Ja	Skärma kapsel mha robot och åtgärda gejdernfunktionen.	3 3 3
24.	Koppling av spel	Spel kan ej köras i position	Nej	Återkörning	1 1 1
25.	Koppling av spel	Spel kopplar inte till kopplingshuvud.	Nej	Återkörning.	1 1 1
26.	Koppling av spel	Spel kopplar ej korrekt till kapsel och kan ej lossas.	Ja	Manipulera greppet med robot.	2 3 2
27.	Nedfirning	Spel fungerar ej	Nej	Återkörning	1 1 1

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering
28.	Nedfirning	Spel stannar på väg ner i deponeringshålet och går ej att köra upp.	Ja	Skärma kapsel mha robot och åtgärda spelet.	2 3 3
29.	Nedfirning	Kapsel åker ner okontrollerat .	Ja	Åtgärd på plats.	2 2 3
30.	Nedfirning	Formröret fastnar i deponeringshålet och tillåter inte återkörning	Ja	Koppla loss kopplingshuvud från formrör och reversera om möjligt	2 3 2
31.	Bentonit	Bentonitringar ramlar ur formröret under nedfirningen.	Nej	Återkörning	1 1 1
32.	Uppkörning	Greppet runt bentoniten lossar ej.	Nej	Återkörning	1 1 1
33.	Uppkörning av spel	Kapselgrepp lossar inte.	Ja	Uppkörning av kapsel, reversering	1 1 1
34.	Uppkörning av spel	Kapselgrepp lossar till hälften men kan inte återkopplas	Ja	Reversering, om kapsel lossnar får den tas upp med ny deponeringsmaskin alt återtagsutrustning.	2 2 3
35.	Uppkörning av spel	Spel kan inte köras upp	Ja	Åtgärd på plats.	2 2 2
36.	Losskoppling av spel	Spel kan inte kopplas loss från formrör.	Ja	Åtgärd på plats	1 2 2
37.	Losskoppling av spel	Spel kan inte köras undan efter losskoppling	Ja	Åtgärd på plats	1 2 2
38.	Uppkörning av formrör	Gejdercylidrar fungerar ej.	Ja	Åtgärd på plats	2 2 2
39.	Uppkörning av formrör	Formrör stannar halvvägs upp och hindrar bortkörning av deponeringsfordon	Ja	Åtgärd på plats	2 2 2
40.	Vridning av formrör	Formrör går ej att vrida.	Ja	Deponeringsfordon körs bort	1 1 2
41.	Vridning av formrör	Formrör stannar på väg och hindrar vidare körning av deponeringsfordon.	Ja	Frikoppla vridmekanismen och kör bort deponeringsfordonet.	1 2 2
42.	Vridning av formrör	Formrör stannar på väg men hindrar ej vidare körning av deponeringsfordon.	Ja	Kör undan deponeringsfordonet från deponeringshålet	1 1 1
43.	Återkörning deponeringshål → centraltunnel	Fordon kan ej köras iväg	Ja, upp ur deponeringshål	Deponeringsfordon kan dras bort från deponeringshål alt (Åtgärd på plats.)	2 1 2 (2 2 2)
	Förslutning med bentonitpluggar.	Förslutning med bentonitpluggar är inte särskiljande för de olika deponeringsalternativen.			

Kod	111	112	212	122	222	223	232	233	333
Antal	17	4	3	3	4	2	5	2	3
Kod	T1	T2	T3	S1	S2	S3	R1	R2	R3
Antal	24	16	3	24	9	10	17	19	7

Nyckeltal: $TSR_A = 20 (T3 + S3 + R3)$

Sammanfattning Alt 4: Alla typer av felfunktioner som inte kan åtgärdas genom att reversera får allvarliga konsekvenser, "Liten tuva stjälpert stort lass".
Servicebarheten under drift med kapsel är väldigt liten.
Dockningsproceduren komplicerar deponeringsprocessen.
Deponering av kapsel och bentonit samtidigt komplicerar deponeringen.

Nedfallande stenblock: Nedfallande stenblock kan få allvarliga konsekvenser under hela deponeringsförloppet eftersom det inte finns någon möjlighet att manuellt röja upp och reparera på grund av den oskyddade kapseln.

FELFUNKTIONSANALYS

Alt 5: Deponeringsfordon med "helt paket" omsluten av delbart strålskydd.

Aktivitet: Aktuell sekvens av deponeringsprocessen.

Felfunktion: Resultatet av att någonting inte fungerar korrekt.

Strålning: Strålningsförekomst att ta hänsyn till vid insats.

Insats: Det som återstår att göra när alla enkla åtgärder / felsökningar / kontroller gjorts. Insatsen syftar i första hand till att deponeringen kan fortsätta, i andra hand till att reparera / åtgärda det uppkomna felet. Insats inom parentes är en alternativ åtgärd.

Värdering: VBB:s värdering av insatsen med avseende på Tidsåtgång, Säkerhet och Resursbehov.

Tidsåtgång:

T = 1: ≤ 1 dag

T = 2: 2-10 dagar

T = 3: > 10 dagar - 2 månader

Säkerhet:

S = 1: Inga extra säkerhetsåtgärder map strålning krävs.

S = 2: Vissa extra säkerhetsåtgärder map strålning krävs.

S = 3: Betydande extra säkerhetsåtgärder map strålning krävs.

Resursbehov:

R = 1: Driftspersonal

R = 2: Reparationspersonal

R = 3: Extraordinära insatser

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering		
					T	S	R
1.	Transport Omlastning → deponeringstunnel	Transportfordon stannar	Nej	Åtgärd på plats alt flytta strålskydd/paket till nytt fordon	1	1	2
2.	Förflyttning av strålskydd/paket till deponeringsfordon	Gejderylindrar på deponeringsfordon fungerar ej	Nej	Åtgärd på plats alt (Fortsätt deponering i annan deponeringstunnel)	1	1	2 (1 1 1)
3.	Förflyttning av strålskydd/paket till deponeringsfordon	Strålskydd/paket kommer ej korrekt på plats på dep.fordon.	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	1	1	2 (1 1 1)
4.	Transport deponeringstunnel → deponeringshåll	Deponeringsfordon stannar	Nej	Åtgärd på plats alt bogsering + återkörning	2	1	2
5.	Positionering av deponeringsfordon	Deponeringsfordon positionerar ej korrekt vid deponeringshåll	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	1	1	2 (1 1 1)
6.	Delning av strålskydd	Strålskydd går ej att dela	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning.)	1	1	2 (1 1 1)
7.	Delning av strålskydd	Gavel lossar men förhindrar vridning av strålskydd/paket	Ja	Återkörning	1	1	1
8.	Delning av strålskydd	Gavel lossar och fastnar i utkört läge och förhindrar vridning, reversering ej möjlig.	Ja	Åtgärd på plats	2	2	2

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering
9.	Delning av strålskydd	Gavel lossar men stannar före ändläge, vridning av strålskydd/paket hindras ej.	Ja	Återkörning.	1 1 1
10.	Vridning av strålskydd/kapsel	Strålskydd/paket går ej att vrida.	Nej	Återför gavel och åtgärda .alt (Återkörning)	1 1 2 (1 1 1)
11.	Vridning av strålskydd/paket	Strålskydd/paket stannar på väg men kan köras tillbaka.	Nej	Återför gavel och åtgärda. (Återkörning)	1 1 2 (1 1 1)
12.	Vridning av strålskydd/paket	Strålskydd/paket stannar på väg och kan ej köras tillbaka.	Ja	Koppla ett spel till strålskyddet och dra tillbaks det till utgångsläge, reversera.	2 2 2
13.	Vridning av strålskydd/kapsel	Kapsel släpper från kopplingshuvud och fastnar i deponeringshålet med mantelytan exponerad	Ja	Skärma kapsel mha robot, koppla spel och dra kapsel rätt.	3 3 3
14.	Positionering av strålskydd/paket.	Strålskydd/paket positionerar ej korrekt.	Nej	Återkörning till ihopsättning av strålskydd.	1 1 1
15.	Positionering av strålskydd/paket	Kapsel/bentonitpaket kilar fast pga felpositionering och hindrar automatisk återkörning.	Nej	Manuell återkörning	1 1 2
16.	Positionering av strålskydd/paket	Kapsel/bentonitpaket kilar fast pga mekaniskt / hydrauliskt fel och hindrar återkörning.	Ja	Skärma kapsel mha robot och koppla spel, domkrafter och dra kapsel rätt.	2 3 2
17.	Nedsänkning av strålskydd/paket	Gejdercylindrar fungerar ej.	Nej	Återkörning.	1 1 1
18.	Nedsänkning av strålskydd/paket	Gejdercylindrar stannar på väg ner och hindrar återkörning.	Ja	Koppla ett spel till strålskyddet och dra tillbaks det till utgångsläge, reversera.	2 3 2
19.	Koppling av spel	Spel kan ej köras i position	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	1 1 2 (1 1 1)
20.	Koppling av spel	Spel kopplar inte till kopplingshuvud	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning.)	1 1 2 (1 1 1)
21.	Koppling av spel.	Spel kopplar ej korrekt till kopplingshuvud och kan ej lossas automatiskt.	Nej	Åtgärd på plats	2 1 2
22.	Losskoppling av kopplingshuvud	Kopplingshuvud kopplar ej loss från strålskydd	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning.)	1 1 2 (1 1 1)
23.	Losskoppling av kopplingshuvud	Kopplingshuvud kopplar delvis loss från strålskydd.	Nej	Åtgärd på plats.	2 1 2
24.	Nedfirning	Spel fungerar ej	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	2 1 2 (1 1 1)
25.	Nedfirning	Spel stannar på väg ner i hålet och går ej att köra upp igen.	Nej	Åtgärd på plats.	2 1 2
26.	Nedfirning	Kapsel åker ner okontrollerat	Nej	Åtgärd på plats	2 2 3

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering
27.	Nedfirning	Formröret fastnar i deponeringshålet och tillåter inte återkörning	Ja	Åtgärd på plats.	2 2 2
28.	Bentonit	Bentonitringar ramlar ur formröret under nedfirningen.	Nej	Återkörning	1 1 1
29.	Bentonit	Greppet runt bentoniten lossar ej.	Nej	Återkörning	1 1 1
30.	Uppkörning av formrör/spel	Kapselgrepp lossar inte	Nej	Uppkörning av kapsel, Åtgärd på plats. (Reversering)	1 1 2 (1 1 1)
31.	Uppkörning av formrör/spel	Kapselgrepp lossar delvis men kan inte återkopplas.	Ja	Reversering, om kapsel lossnar får den tas upp med ny deponeringsmaskin alt återtagnsutrustning.	2 2 3
32.	Uppkörning av formrör/spel	Spel kan inte köras upp	Nej	Åtgärd på plats alt deponeringsfordon körs bort.	2 1 2
33.	Låsning av kopplingshuvud	Kopplingshuvud låser ej i strålskydd	Nej	Åtgärd på plats.	1 1 2
34.	Losskoppling av spel	Spel kan inte koppla loss från kopplingshuvud	Nej	Åtgärd på plats	1 1 2
35.	Losskoppling av spel	Spel kan inte köras undan efter losskoppling	Nej	Åtgärd på plats	1 1 2
36.	Uppkörning av strålskydd	Gejercylindrar fungerar ej.	Nej	Åtgärd på plats	2 1 2
37.	Uppkörning av strålskydd	Strålskydd stannar på väg upp och hindrar bortkörning av dep.fordon	Ja, upp ur deponeringshål	Åtgärd på plats.	2 2 2
38.	Vridning av strålskydd	Strålskydd går ej att vrida	Ja, upp ur deponeringshål	Åtgärd på plats alt (Bortkörning deponeringsfordon)	1 2 2 (1 1 1)
39.	Vridning av strålskydd	Strålskydd stannar på väg upp och hindrar vidare körning av deponeringsfordon.	Ja, upp ur deponeringshål.	Åtgärd på plats	1 2 2
40.	Vridning av strålskydd	Strålskydd stannar på väg upp men hindrar ej vidare körning av dep.fordon	Ja, upp ur deponeringshål	Kör undan deponeringsfordon från deponeringshål	1 1 1
41.	Återkörning deponeringshål → centraltunnel	Deponeringsfordon går ej att köra.	Ja, upp ur deponeringshål	Bogsera bort deponeringsfordonet från deponeringshål. alt (Åtgärda på plats)	2 1 2 (2 2 2)
	Förslutning med bentonitplugg	Förslutning med bentonitpluggar är inte särskiljande för de olika deponeringsalternativen.			

Kod	111	112	212	122	222	232	223	333	
Antal	7	15	8	2	3	3	2	1	
Kod	T1	T2	T3	S1	S2	S3	R1	R2	R3
Antal	24	16	1	30	8	3	7	31	3

Nyckeltal: $TSR_A = 7 (T3 + S3 + R3)$

Sammanfattning Alt 5: Allvarliga felfunktioner kan i många situationer åtgärdas utan att betydande säkerhetsåtgärder behöver vidtas.

Medelgod servicebarhet under drift.

Relativt stor valfrihet för många felfunktioner om felet ska åtgärdas på plats eller om man vill reversera deponeringen.

Deponering av kapsel och bentonit samtidigt komplicerar deponeringen.

Nedfallande stenblock: Ett nedfallande stenblock behöver inte få allvarliga konsekvenser ur strålskyddssynpunkt eftersom kapsel/bentonit nästan hela tiden befinner sig inuti strålskyddet. Den mest kritiska situationen är då strålskyddet delats och strålskydd / kapsel ska vridas upp till vertikalt läge, ett nedfallande stenblock som hindrar reversering innebär att viss kapsellängd är strålmässigt oskyddad. Detta kan vara en knepig situation eftersom stenblocket troligen befinner sig i omedelbar närhet till den oskyddade kapseldelen. Strålskyddande skärmväggar på fordonet gör dock att det är möjligt att komma fram till deponeringsfordonet. Deponeringsfordonets utformning erbjuder också stora möjligheter att konstruktivt skydda känsliga komponenter och strålskydd/kapsel.

FELFUNKTIONSANALYS

Alt 6a: Deponeringsstativ med kapsel omsluten av helt strålskydd.

Aktivitet: Aktuell sekvens av deponeringsprocessen.

Felfunktion: Resultatet av att någonting inte fungerar korrekt.

Strålning: Strålningsförekomst att ta hänsyn till vid insats.

Insats: Det som återstår att göra när alla enkla åtgärder / felsökningar / kontroller gjorts. Insatsen syftar i första hand till att deponeringen kan fortsätta, i andra hand till att reparera / åtgärda det uppkomna felet. Insats inom parentes är en alternativ åtgärd.

Värdering: VBB:s värdering av insatsen med avseende på Tidsåtgång, Säkerhet och Resursbehov.

Tidsåtgång:

T = 1: ≤ 1 dag

T = 2: 2-10 dagar

T = 3: > 10 dagar - 2 månader

Säkerhet:

S = 1: Inga extra säkerhetsåtgärder mot strålning krävs.

S = 2: Vissa extra säkerhetsåtgärder mot strålning krävs.

S = 3: Betydande extra säkerhetsåtgärder mot strålning krävs.

Resursbehov:

R = 1: Driftspersonal

R = 2: Reparationspersonal

R = 3: Extraordinära insatser

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering		
					T	S	R
1.	Transport Omlastning → deponeringshåll	Transportfordon stannar	Nej	Åtgärd på plats alt flytta strålskydd/kapsel till nytt fordon	1	1	2
2.	Förflyttning av strålskydd/kapsel till deponeringsstativ	Gejderylindrar på deponeringsstativ fungerar ej	Nej	Åtgärd på plats alt (Fortsätt deponering med annat deponeringsstativ i annan dep.tunnel)	1	1	2 (1 1 1)
3.	Förflyttning av strålskydd/kapsel till deponeringsstativ	Strålskydd/kapsel kommer ej korrekt på plats på deponeringsstativ.	Nej	Åtgärd på plats alt (Återflyttning av strålskydd/kapsel)	1	1	2 (1 1 1)
4.	Positionering av stativ	Deponeringsstativ positionerar ej korrekt vid deponeringshåll	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	1	1	2 (1 1 1)
5.	Borttagning av gavellock	Gavellock går ej att lossa	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning.)	1	1	2 (1 1 1)
6.	Borttagning av gavellock	Gavellock lossar men förhindrar vridning av strålskydd/kapsel	ja, spalt strålskydd / gavel	Återkörning	1	1	1
7.	Borttagning av gavellock	Gavellock lossar och fastnar i utkört läge och förhindrar vridning, reversering ej möjlig.	Ja, spalt mellan strålskydd/gavel	Åtgärd på plats	2	2	2
8.	Borttagning av gavellock.	Gavellock lossar men stannar före ändläge, vridning av strålskydd/kapsel hindras ej.	Ja, spalt mellan strålskydd/gavel	Återkörning alt (Åtgärd på plats)	1	1	1 (2 2 2)

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering
9.	Vridning av strålskydd/kapsel	Strålskydd/kapsel går ej att vrida.	Nej	Återför gavellock och åtgärda. alt (Återkörning)	1 1 2 (1 1 1)
10.	Vridning av strålskydd/kapsel	Strålskydd/kapsel stannar på väg men kan köras tillbaka.	Nej	Återför gavellock och åtgärda.alt (Återkörning)	1 1 2 (1 1 1)
11.	Vridning av strålskydd/kapsel	Strålskydd/kapsel stannar på väg men kan ej köras tillbaka.	Ja, i en riktning.	Åtgärd på plats.	2 2 2
12.	Vridning av strålskydd/kapsel	Kapsel släpper från kopplingshuvud och fastnar i deponeringshålet med mantelytan exponerad	Ja	Skärma kapsel mha robot, koppla spel och dra kapsel rätt.	3 3 3
13.	Positionering av strålskydd/kapsel.	Strålskydd /kapsel positionerar ej korrekt.	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning till gavellock.)	1 1 2 (1 1 1)
14.	Positionering av strålskydd/kapsel	Strålskydd/Kapsel kilar fast pga felpositionering och hindrar automatisk återkörning.	Nej	Manuell återkörning.	1 1 2
15.	Positionering av strålskydd/kapsel	Strålskydd/Kapsel kilar fast pga mekaniskt / hydrauliskt fel och hindrar återkörning.	Ja, i en riktning	Åtgärd på plats.	2 2 2
16.	Nedsänkning av strålskydd/kapsel	Gejdercylindrar fungerar ej.	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning.)	2 1 2 (1 1 1)
17.	Nedsänkning av strålskydd/kapsel	Gejdercylindrar stannar på väg ner och hindrar återkörning.	Nej	Åtgärd på plats.	2 1 2
18.	Koppling av spel	Spel kan ej köras i position	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	1 1 2 (1 1 1)
19.	Koppling av spel	Spel kopplar inte till kopplingshuvud	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning.)	1 1 2 (1 1 1)
20.	Koppling av spel.	Spel kopplar ej korrekt till kopplingshuvud och kan ej lossas automatiskt.	Nej	Åtgärd på plats	2 1 2
21.	Losskoppling av kopplingshuvud	Kopplingshuvud kopplar ej loss från strålskydd	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	1 1 2 (1 1 1)
22.	Losskoppling av kopplingshuvud	Kopplingshuvud kopplar delvis loss från strålskydd	Nej	Åtgärd på plats	2 1 2
23.	Nedfirning	Spel fungerar ej	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	2 1 2 (1 1 1)
24.	Nedfirning	Spel stannar på väg ner i hålet och går ej att köra upp igen.	Nej	Åtgärd på plats.	2 1 2
25.	Nedfirning	Kapsel åker ner okontrollerat	Ja	Åtgärd på plats	2 2 3
26.	Uppkörning av spel	Kapselgrepp lossar inte	Nej	Uppkörning av kapsel, åtgärd på plats. (Reversering.)	1 1 2 (1 1 1)

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering
27.	Uppkörning av spel	Kapselgrepp lossar delvis men kan inte återkopplas.	Ja	Reversering, om kapsel lossnar får den tas upp med ny deponeringsmaskin alt återtagsutrustning.	2 2 3
28.	Uppkörning av spel	Spel kan inte köras upp	Nej	Åtgärd på plats alt deponeringsfordon körs bort.	2 1 2
29.	Låsning av kopplingshuvud	Kopplingshuvud låser ej i strålskyddet	Nej	Åtgärd på plats	1 1 2
30.	Losskoppling av spel	Spel kan inte koppla loss från kopplingshuvud	Nej	Åtgärd på plats	1 1 2
31.	Losskoppling av spel	Spel kan inte köras undan efter losskoppling	Nej	Åtgärd på plats	1 1 2
32.	Uppkörning av strålskydd	Gejercylindrar fungerar ej.	Nej	Åtgärd på plats	2 1 2
33.	Uppkörning av strålskydd	Strålskydd stannar på väg upp och hindrar bortkörning av deponeringsfordon	Nej	Åtgärd på plats.	2 1 2
34.	Vridning av strålskydd	Strålskydd går ej att vrida	Nej	Åtgärd på plats alt bortkörning av deponeringsfordon.	1 1 2
35.	Vridning av strålskydd	Strålskydd stannar på väg och hindrar vidare körning av dep.fordon.	Ja, upp ur deponeringshål.	Åtgärd på plats	1 2 2
36.	Vridning av strålskydd	Strålskydd stannar på väg men hindrar ej vidare körning av dep.fordon	Ja, upp ur deponeringshål	Kör undan dep.fordon från dep.hål	1 1 1
37.	Bortkörning från deponeringshål	Deponeringsstativ går ej att köra.	Ja, upp ur deponeringshål	Bogsera bort deponeringsstativet från deponeringshål. alt (Åtgärda på plats)	2 1 2 (2 2 2)
	Förslutning med bentonitplugg	Förslutning med bentonitpluggar är inte särskiljande för de olika deponeringsalternativen.			

Kod	111	112	212	122	222	223	333			
Antal	3	17	10	1	3	2	1			
Kod	T1	T2	T3	S1	S2	S3	R1	R2	R3	
Antal	21	16	1	30	6	1	3	31	3	

Nyckeltal: $TSR_A = 5 (T3 + S3 + R3)$

Sammanfattning Alt 6a: Allvarliga felfunktioner kan nästan i alla situationer åtgärdas utan att betydande säkerhetsåtgärder behöver vidtas.

Hög servicebarhet under drift.

Stor valfrihet för många felfunktioner om felet ska åtgärdas på plats eller om man vill reversera deponeringen.

Nedfallande stenblock: Ett nedfallande stenblock behöver inte få allvarliga konsekvenser ur strålskyddssynpunkt eftersom kapseln hela tiden befinner sig inuti strålskyddet. Den mest kritiska situationen är då gavellocket tagits bort och strålskydd / kapsel ska vridas upp till vertikalt läge, ett nedfallande stenblock som hindrar reversering innebär att kapseländen strålar i axiell riktning ut ur strålskyddet. Det är då frågan om strålning i ett definierat område, vilket inte är svårt att undvika för reparationspersonal eller att skärma av provisoriskt.

Deponeringsfordonets utformning erbjuder också stora möjligheter att konstruktivt skydda känsliga komponenter och strålskydd/kapsel.

FELFUNKTIONSANALYS

Alt 6b: Deponeringsstativ med kapsel omsluten av delbart strålskydd.

Aktivitet: Aktuell sekvens av deponeringsprocessen.

Felfunktion: Resultatet av att någonting inte fungerar korrekt.

Strålning: Strålningsförekomst att ta hänsyn till vid insats.

Insats: Det som återstår att göra när alla enkla åtgärder / felsökningar / kontroller gjorts. Insatsen syftar i första hand till att deponeringen kan fortsätta, i andra hand till att reparera / åtgärda det uppkomna felet. Insats inom parentes är en alternativ åtgärd.

Värdering: VBB:s värdering av insatsen med avseende på Tidsåtgång, Säkerhet och Resursbehov.

Tidsåtgång:

T = 1: ≤ 1 dag

T = 2: 2-10 dagar

T = 3: > 10 dagar - 2 månader

Säkerhet:

S = 1: Inga extra säkerhetsåtgärder map strålning krävs.

S = 2: Vissa extra säkerhetsåtgärder map strålning krävs.

S = 3: Betydande extra säkerhetsåtgärder map strålning krävs.

Resursbehov:

R = 1: Driftspersonal

R = 2: Reparationspersonal

R = 3: Extraordinära insatser

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering		
					T	S	R
1.	Transport Omlastning → deponeringstunnel	Transportfordon stannar	Nej	Åtgärd på plats alt flytta strålskydd/kapsel till nytt fordon	1	1	2
2.	Förflyttning av strålskydd/kapsel till deponeringsstativ	Gejdercylindrar på deponeringsstativ fungerar ej	Nej	Åtgärd på plats alt (Fortsätt deponering i annan deponeringstunnel)	1	1	2 (1 1 1)
3.	Förflyttning av strålskydd/kapsel till deponeringsstativ	Strålskydd/kapsel kommer ej korrekt på plats på deponeringsstativ.	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	1	1	2 (1 1 1)
4.	Positionering av stativ	Deponeringsstativ positionerar ej korrekt vid deponeringshål	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	1	1	2 (1 1 1)
5.	Delning av strålskydd	Strålskydd går ej att dela	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning.)	1	1	2 (1 1 1)
6.	Delning av strålskydd	Gavel lossar men förhindrar vridning av strålskydd/kapsel	Ja	Återkörning	1	1	1
7.	Delning av strålskydd	Gavel lossar och fastnar i utkört läge och förhindrar vridning, reversering ej möjlig.	Ja	Åtgärd på plats	2	2	2
8.	Delning av strålskydd.	Gavel lossar men stannar före ändläge, vridning av strålskydd/kapsel hindras ej.	Ja	Återkörning.	1	1	1
9.	Vridning av strålskydd/kapsel	Strålskydd/kapsel går ej att vrida.	Nej	Återför gavel och åtgärda .alt (Återkörning)	1	1	2 (1 1 1)

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering
10.	Vridning av strålskydd/kapsel	Strålskydd/kapsel stannar på väg men kan köras tillbaka.	Nej	Återför gavel och åtgärda. (Återkörning)	1 1 2 (1 1 1)
11.	Vridning av strålskydd/kapsel	Strålskydd stannar på väg och kan ej köras tillbaka.	Ja	Åtgärd på plats.	2 2 2
12.	Vridning av strålskydd/kapsel	Kapsel släpper från kopplingshuvud och fastnar i deponeringshålet med mantelytan exponerad	Ja	Skärma kapsel mha robot, koppla spel och dra kapsel rätt.	3 3 3
13.	Positionering av strålskydd/kapsel.	Strålskydd positionerar ej korrekt.	Nej	Återkörning till ihopsättning av strålskydd.	1 1 1
14.	Positionering av strålskydd/kapsel	Kapsel kilar fast pga felpositionering och hindrar automatisk återkörning.	Nej	Manuell återkörning	1 1 2
15.	Positionering av strålskydd/kapsel	Kapsel kilar fast pga mekaniskt / hydrauliskt fel och hindrar återkörning.	Ja	Skärma kapsel mha robot och koppla spel, domkrafter och dra kapsel rätt.	2 3 2
16.	Nedsänkning av strålskydd/kapsel	Gejdercylindrar fungerar ej.	Nej	Återkörning.	1 1 1
17.	Nedsänkning av strålskydd/kapsel	Gejdercylindrar stannar på väg ner och hindrar återkörning.	Ja	Koppla ett spel till strålskyddet och dra tillbaks det till utgångsläge, reversera.	2 3 2
18.	Koppling av spel	Spel kan ej köras i position	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	1 1 2 (1 1 1)
19.	Koppling av spel	Spel kopplar inte till kopplingshuvud	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning.)	1 1 2 (1 1 1)
20.	Koppling av spel.	Spel kopplar ej korrekt till kopplingshuvud och kan ej lossas automatiskt.	Nej	Åtgärd på plats	2 1 2
21.	Losskoppling av kopplingshuvud	Kopplingshuvud kopplar ej loss från strålskydd	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning.)	1 1 2 (1 1 1)
22.	Losskoppling av kopplingshuvud	Kopplingshuvud kopplar delvis loss från strålskydd.	Nej	Åtgärd på plats.	2 1 2
23.	Nedfirning	Spel fungerar ej	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	2 1 2 (1 1 1)
24.	Nedfirning	Spel stannar på väg ner i hålet och går ej att köra upp igen.	Nej	Åtgärd på plats.	2 1 2
25.	Nedfirning	Kapsel åker ner okontrollerat	Nej	Åtgärd på plats	2 2 3
26.	Uppkörning av spel	Kapselgrepp lossar inte	Nej	Uppkörning av kapsel, Åtgärd på plats. (Reversering)	1 1 2 (1 1 1)
27.	Uppkörning av spel	Kapselgrepp lossar delvis men kan inte återkopplas.	Ja	Reversering, om kapsel lossnar får den tas upp med ny deponeringsmaskin alt återtagsutrustning.	2 2 3

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering
28.	Uppkörning av spel	Spel kan inte köras upp	Nej	Åtgärd på plats alt deponeringsfordon körs bort.	2 1 2
29.	Låsning av kopplingshuvud	Kopplingshuvud låser ej i strålskydd	Nej	Åtgärd på plats.	1 1 2
30.	Losskoppling av spel	Spel kan inte koppla loss från kopplingshuvud	Nej	Åtgärd på plats	1 1 2
31.	Losskoppling av spel	Spel kan inte köras undan efter losskoppling	Nej	Åtgärd på plats	1 1 2
32.	Uppkörning av strålskydd	Gejercylindrar fungerar ej.	Nej	Åtgärd på plats	2 1 2
33.	Uppkörning av strålskydd	Strålskydd stannar på väg upp och hindrar bortkörning av dep.fordon	Ja, upp ur deponeringshål	Åtgärd på plats.	2 2 2
34.	Vridning av strålskydd	Strålskydd går ej att vrida	Ja, upp ur deponeringshål	Bortkörning deponeringsfordon alt (Åtgärd på plats)	1 1 1 (1 2 2)
35.	Vridning av strålskydd	Strålskydd stannar på väg upp men hindrar ej vidare körning av dep.fordon	Ja, upp ur deponeringshål	Kör undan deponeringsfordon från deponeringshål	1 1 1
36.	Bortkörning från deponeringshål	Deponeringsstativ går ej att köra.	Ja, upp ur deponeringshål	Bogsera bort deponeringsstativet från deponeringshål. alt (Åtgärda på plats)	2 1 2 (2 2 2)
	Förslutning med bentonitplugg	Förslutning med bentonitpluggar är inte särskiljande för de olika deponeringsalternativen.			

Kod	111	112	212	222	232	223	333
Antal	6	15	7	2	3	2	1

Kod	T1	T2	T3	S1	S2	S3	R1	R2	R3
Antal	21	14	1	28	5	3	6	27	3

Nyckeltal: $TSR_A = 7 (T3+S3+R3)$

Sammanfattning Alt 6b: Allvarliga felfunktioner kan i många situationer åtgärdas utan att betydande säkerhetsåtgärder behöver vidtas.

Medelgod servicebarhet under drift.

Relativt stor valfrihet för många felfunktioner om felet ska åtgärdas på plats eller om man vill reversera deponeringen

Nedfallande stenblock: Ett nedfallande stenblock behöver inte få allvarliga konsekvenser ur strålskyddssynpunkt eftersom kapseln nästan hela tiden befinner sig inuti strålskyddet. Den mest kritiska situationen är då strålskyddet delats och strålskydd / kapsel ska vridas upp till vertikalt läge, ett nedfallande stenblock som hindrar reversering innebär att viss kapsellängd är strålmässigt oskyddad. Detta kan vara en knepig situation eftersom stenblocket troligen befinner sig i omedelbar närhet till den oskyddade kapseldelen. Strålskyddande skärmväggar på fordonet gör dock att det är möjligt att komma fram till deponeringsfordonet. Deponeringsfordonets utformning erbjuder också stora möjligheter att konstruktivt skydda känsliga komponenter och strålskydd/kapsel.

FELFUNKTIONSANALYS

Alt 6c: Deponeringsstativ med ”helt paket” omsluten av delbart strålskydd.

Aktivitet: Aktuell sekvens av deponeringsprocessen.

Felfunktion: Resultatet av att någonting inte fungerar korrekt.

Strålning: Strålningsförekomst att ta hänsyn till vid insats.

Insats: Det som återstår att göra när alla enkla åtgärder / felsökningar / kontroller gjorts. Insatsen syftar i första hand till att deponeringen kan fortsätta, i andra hand till att reparera / åtgärda det uppkomna felet. Insats inom parentes är en alternativ åtgärd.

Värdering: VBB:s värdering av insatsen med avseende på Tidsåtgång, Säkerhet och Resursbehov.

Tidsåtgång:

T = 1: ≤ 1 dag

T = 2: 2-10 dagar

T = 3: > 10 dagar - 2 månader

Säkerhet:

S = 1: Inga extra säkerhetsåtgärder mot strålning krävs.

S = 2: Vissa extra säkerhetsåtgärder mot strålning krävs.

S = 3: Betydande extra säkerhetsåtgärder mot strålning krävs.

Resursbehov:

R = 1: Driftspersonal

R = 2: Reparationspersonal

R = 3: Extraordinära insatser

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering		
					T	S	R
1.	Transport Omlastning → deponeringstunnel	Transportfordon stannar	Nej	Åtgärd på plats alt flytta strålskydd/paket till nytt fordon	1	1	2
2.	Förflyttning av strålskydd/paket till deponeringsstativ	Gejdercylindrar på deponeringsstativ fungerar ej	Nej	Åtgärd på plats alt (Fortsätt deponering i annan deponeringstunnel)	1	1	2 (1 1 1)
3.	Förflyttning av strålskydd/paket till deponeringsstativ	Strålskydd/paket kommer ej korrekt på plats på deponeringsstativ.	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	1	1	2 (1 1 1)
4.	Positionering av stativ	Deponeringsstativ positionerar ej korrekt vid deponeringshål	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	1	1	2 (1 1 1)
5.	Delning av strålskydd	Strålskydd går ej att dela	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning.)	1	1	2 (1 1 1)
6.	Delning av strålskydd	Gavel lossar men förhindrar vridning av strålskydd/paket	Ja	Återkörning	1	1	1
7.	Delning av strålskydd	Gavel lossar och fastnar i utkört läge och förhindrar vridning, reversering ej möjlig.	Ja	Åtgärd på plats	2	2	2
8.	Delning av strålskydd	Gavel lossar men stannar före ändläge, vridning av strålskydd/paket hindras ej.	Ja	Återkörning.	1	1	1
9.	Vridning av strålskydd/kapsel	Strålskydd/paket går ej att vrida.	Nej	Återför gavel och åtgärda .alt (Återkörning)	1	1	2 (1 1 1)

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering
10.	Vridning av strålskydd/paket	Strålskydd/paket stannar på väg men kan köras tillbaka.	Nej	Återför gavel och åtgärda. (Återkörning)	1 1 2 (1 1 1)
11.	Vridning av strålskydd/paket	Strålskydd/paket stannar på väg och kan ej köras tillbaka.	Ja	Åtgärd på plats.	2 2 2
12.	Vridning av strålskydd/kapsel	Kapsel släpper från kopplingshuvud och fastnar i deponeringshålet med mantelytan exponerad	Ja	Skärma kapsel mha robot, koppla spel och dra kapsel rätt.	3 3 3
13.	Positionering av strålskydd/paket.	Strålskydd/paket positionerar ej korrekt.	Nej	Återkörning till ihopsättning av strålskydd.	1 1 1
14.	Positionering av strålskydd/paket	Kapsel/bentonitpaket kilar fast pga fel-positionering och hindrar automatisk återkörning.	Nej	Manuell återkörning	1 1 2
15.	Positionering av strålskydd/paket	Kapsel/bentonitpaket kilar fast pga mekaniskt / hydrauliskt fel och hindrar återkörning.	Ja	Skärma kapsel mha robot och koppla spel, domkrafter och dra kapsel rätt.	2 3 2
16.	Nedsänkning av strålskydd/paket	Gejdercylindrar fungerar ej.	Nej	Återkörning.	1 1 1
17.	Nedsänkning av strålskydd/paket	Gejdercylindrar stannar på väg ner och hindrar återkörning.	Ja	Koppla ett spel till strålskyddet och dra tillbaks det till utgångsläge, reversera.	2 3 2
18.	Koppling av spel	Spel kan ej köras i position	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	1 1 2 (1 1 1)
19.	Koppling av spel	Spel kopplar inte till kopplingshuvud	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning.)	1 1 2 (1 1 1)
20.	Koppling av spel.	Spel kopplar ej korrekt till kopplingshuvud och kan ej lossas automatiskt.	Nej	Åtgärd på plats	2 1 2
21.	Losskoppling av kopplingshuvud	Kopplingshuvud kopplar ej loss från strålskydd	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning.)	1 1 2 (1 1 1)
22.	Losskoppling av kopplingshuvud	Kopplingshuvud kopplar delvis loss från strålskydd.	Nej	Åtgärd på plats.	2 1 2
23.	Nedfirning	Spel fungerar ej	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	2 1 2 (1 1 1)
24.	Nedfirning	Spel stannar på väg ner i hålet och går ej att köra upp igen.	Nej	Åtgärd på plats.	2 1 2
25.	Nedfirning	Kapsel åker ner okontrollerat	Nej	Åtgärd på plats	2 2 3
26.	Nedfirning	Formröret fastnar i deponeringshålet och tillåter inte återkörning	Ja	Åtgärd på plats.	2 2 2
27.	Bentonit	Bentonitringar ramlar ur formröret under nedfirningen.	Nej	Återkörning	1 1 1
28.	Bentonit	Greppet runt bentoniten lossar ej.	Nej	Återkörning	1 1 1

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering
29.	Uppkörning av formrör/spel	Kapselgrepp lossar inte	Nej	Uppkörning av kapsel, Åtgärd på plats. (Reversering)	1 1 2 (1 1 1)
30.	Uppkörning av formrör/spel	Kapselgrepp lossar delvis men kan inte återkopplas.	Ja	Reversering, om kapsel lossnar får den tas upp med ny deponeringsmaskin alt återtagsutrustning.	2 2 3
31.	Uppkörning av formrör/spel	Spel kan inte köras upp	Nej	Åtgärd på plats alt deponeringsfordon körs bort.	2 1 2
32.	Låsning av kopplingshuvud	Kopplingshuvud låser ej i strålskydd	Nej	Åtgärd på plats.	1 1 2
33.	Losskoppling av spel	Spel kan inte koppla loss från kopplingshuvud	Nej	Åtgärd på plats	1 1 2
34.	Losskoppling av spel	Spel kan inte köras undan efter losskoppling	Nej	Åtgärd på plats	1 1 2
35.	Uppkörning av strålskydd	Gejdercylindrar fungerar ej.	Nej	Åtgärd på plats	2 1 2
36.	Uppkörning av strålskydd	Strålskydd stannar på väg upp och hindrar bortkörning av dep.fordon	Ja, upp ur deponeringshål	Åtgärd på plats.	2 2 2
37.	Vridning av strålskydd	Strålskydd går ej att vrida	Ja, upp ur deponeringshål	Åtgärd på plats alt (Bortkörning deponeringsfordon)	1 2 2 (1 1 1)
38.	Vridning av strålskydd	Strålskydd stannar på väg upp och hindrar vidare körning av deponeringsstativ.	Ja, upp ur deponeringshål.	Åtgärd på plats	1 2 2
39.	Vridning av strålskydd	Strålskydd stannar på väg upp men hindrar ej vidare körning av deponeringsstativ	Ja, upp ur deponeringshål	Kör undan deponeringsstativ från deponeringshål	1 1 1
40.	Bortkörning från deponeringshål	Deponeringsstativ går ej att köra.	Ja, upp ur deponeringshål	Bogsera bort deponeringsstativet från deponeringshål. alt (Åtgärda på plats)	2 1 2 (2 2 2)
	Förslutning med bentonitplugg	Förslutning med bentonitpluggar är inte särskiljande för olika deponeringsalternativ.			

Kod	111	112	212	122	222	232	223	333	
Antal	7	15	7	2	3	3	2	1	
Kod	T1	T2	T3	S1	S2	S3	R1	R2	R3
Antal	24	15	1	29	8	3	7	30	3

Nyckeltal: $TSR_A = 7 (T3+S3+R3)$

Sammanfattning Alt 6c: Allvarliga felfunktioner kan i många situationer åtgärdas utan att betydande säkerhetsåtgärder behöver vidtas.

Medelgod servicebarhet under drift.

Relativt stor valfrihet för många felfunktioner om felet ska åtgärdas på plats eller om man vill reversera deponeringen.

Deponering av kapsel och bentonit samtidigt komplicerar deponeringen.

Nedfallande stenblock: Ett nedfallande stenblock behöver inte få allvarliga konsekvenser ur strålskyddssynpunkt eftersom kapsel/bentonit nästan hela tiden befinner sig inuti strålskyddet. Den mest kritiska situationen är då strålskyddet delats och strålskydd / kapsel ska vridas upp till vertikalt läge, ett nedfallande stenblock som hindrar reversering innebär att viss kapsellängd är strålmässigt oskyddad. Detta kan vara en knepig situation eftersom stenblocket troligen befinner sig i omedelbar närhet till den oskyddade kapseldelen. Strålskyddande skärmväggar på fordonet gör dock att det är möjligt att komma fram till deponeringsfordonet. Deponeringsfordonets utformning erbjuder också stora möjligheter att konstruktivt skydda känsliga komponenter och strålskydd/kapsel.

FELFUNKTIONSANALYS

Alt 7: Deponeringsstativ med kapsel bakom strålskyddsskärm.

Aktivitet: Aktuell sekvens av deponeringsprocessen.

Felfunktion: Resultatet av att någonting inte fungerar korrekt.

Strålning: Strålningsförekomst att ta hänsyn till vid insats.

Insats: Det som återstår att göra när alla enkla åtgärder / felsökningar / kontroller gjorts. Insatsen syftar i första hand till att deponeringen kan fortsätta, i andra hand till att reparera / åtgärda det uppkomna felet. Insats inom parentes är en alternativ åtgärd.

Värdering: VBB:s värdering av insatsen med avseende på Tidsåtgång, Säkerhet och Resursbehov.

Tidsåtgång:

T = 1: ≤ 1 dag

T = 2: 2-10 dagar

T = 3: > 10 dagar - 2 månader

Säkerhet:

S = 1: Inga extra säkerhetsåtgärder mot strålning krävs.

S = 2: Vissa extra säkerhetsåtgärder mot strålning krävs.

S = 3: Betydande extra säkerhetsåtgärder mot strålning krävs.

Resursbehov:

R = 1: Driftspersonal

R = 2: Reparationspersonal

R = 3: Extraordinära insatser

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering		
					T	S	R
1.	Transport omlastning → deponeringstunnel	Transportfordon stannar av någon anledning.	Nej, kapsel i strålskydd	Åtgärda eller flytta strålskydd/ kapsel till annat transportfordon	1	1	2
2.	Öppning av strålskyddslock på transportbehållare	Locket går ej att öppna	Nej	Åtgärd på plats. Alt (Retur till omlastningsstation)	1	1	2 (1 1 1)
3.	Öppning av strålskyddslock på transportbehållare	Locket fastnar halvt öppen	Ja, i en riktning	Åtgärda på plats. alt (Flytta kapsel till nytt strålskydd)	2	2	2 (2 3 2)
4.	Dockning	Transportbehållare och dockningskammare går ej samman.	Ja, i en riktning	Stäng strålskyddslocket. Alt (Åtgärda på plats.)	1	1	1 (1 2 2)
5.	Dockning	Överföringsmekanism på transportfordonet fungerar ej.	Nej	Återkörning.	1	1	1
6.	Dockning	Överföringsmekanism på transportfordonet stannar på väg och tillåter ej returkörning.	Nej	Åtgärd på plats	2	1	2
7.	Dockning	Gejercylindermekanism på deponeringsfordon greppar ej i kapsel	Nej	Återkörning	1	1	1
8.	Dockning	Gejercylindermekanism greppar ofullständigt i kapsel och går ej att lossa	Ja	Tvångsöppna mha robot alt skärma kapsel och åtgärda för hand.	2	3	2
9.	Dockning	Kapsel fastnar på väg vid överföring.	Nej	Återkörning om möjligt	1	1	1

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering
10.	Dockning	Kapsel stannar på väg vid överföring pga fel på ex v gejdercylindrarna	Ja	Lossa greppet och dra kapsel baklänges in i transportstrålskydd alt. skärma kapsel provisoriskt och försöka åtgärda på plats.	2 3 2
11.	Dockning	Strålskyddsport går ej att stänga	Nej	Återkörning	1 1 1
12.	Dockning	Kapsel positioneras ej korrekt på deponeringsstativ och förhindrar återkörning.	Ja	Skärma kapsel mha robot, koppla spel, domkrafter och dra/skjut kapsel rätt.	2 3 2
13.	Positionering av stativ	Deponeringsstativ positionerar ej korrekt, felmeddelande ges av styrsystemet.	Nej	Återkörning	1 1 1
14.	Vridning av kapsel	Kapsel går ej att vrida	Nej	Återkörning	1 1 1
15.	Vridning av kapsel	Kapsel stannar på väg men kan köras tillbaka.	Nej	Återkörning	1 1 1
16.	Vridning av kapsel	Kapsel stannar halvägs och kan ej köras tillbaka.	Ja	Skärma kapsel mha robot, åtgärda felet.	2 3 3
17.	Vridning av kapsel	Kapsel släpper från kopplingshuvud och fastnar i deponeringshålet med mantelytan exponerad	Ja	Skärma kapsel mha robot, koppla spel och dra kapsel rätt.	3 3 3
18.	Positionering av kapsel	Kapsel positioneras ej korrekt	Nej	Återkörning	1 1 1
19.	Positionering av kapsel	Kapsel kilar fast pga felpositionering och hindrar automatisk återkörning.	Nej	Manuell återkörning	1 1 2
20.	Positionering av kapsel	Kapsel kilar fast pga mekaniskt / hydrauliskt fel och hindrar återkörning	Ja	Skärma kapsel mha robot och koppla spel, domkrafter och dra kapsel rätt.	3 3 3
21.	Nedsänkning av kapsel	Gejdercylindrar fungerar ej.	Nej	Återkörning	1 1 1
22.	Nedsänkning av kapsel	Gejdercylindrar stannar på väg ner och hindrar återkörning.	Ja	Skärma kapsel mha robot och åtgärda gejdernfunktionen.	3 3 3
23.	Koppling av spel	Spel kan ej köras i position	Nej	Återkörning	1 1 1
24.	Koppling av spel	Spel kopplar inte till kopplingshuvud.	Nej	Återkörning.	1 1 1
25.	Koppling av spel	Spel kopplar ej korrekt till kapsel och kan ej lossas.	Ja	Manipulera greppet med robot.	2 3 2
26.	Nedfiring	Spel fungerar ej	Nej	Återkörning	1 1 1
27.	Nedfiring	Spel stannar på väg ner i deponeringshålet och går ej att köra upp.	Ja	Skärma kapsel mha robot och åtgärda spelet.	2 3 3
28.	Nedfiring	Kapsel åker ner okontrollerat .	Ja	Åtgärd på plats.	2 2 3
29.	Uppkörning av spel	Kapselgrepp lossar inte.	Ja	Uppkörning av kapsel, reversering	1 1 1
30.	Uppkörning av spel	Kapselgrepp lossar till hälften men kan inte återkopplas	Ja	Reversering, om kapsel lossnar får den tas upp med ny deponeringsmaskin alt återtagsutrustning.	2 2 3
31.	Uppkörning av spel	Spel kan inte köras upp	Ja	Åtgärd på plats.	2 2 2
32.	Losskoppling av spel	Spel kan inte kopplas loss från kopplingshuvud.	Ja	Åtgärd på plats	1 2 2
33.	Losskoppling av spel	Spel kan inte köras undan efter losskoppling	Ja	Åtgärd på plats	1 2 2

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering
34.	Uppkörning av gejderrör	Gejdercylindrar fungerar ej.	Ja	Åtgärd på plats	2 2 2
35.	Uppkörning av gejderrör	Gejderrör stannar på väg upp och hindrar bortkörning av deponeringsfordon	Ja	Åtgärd på plats	2 2 2
36.	Vridning av gejderrör	Gejderrör går ej att vrida.	Ja	Deponeringsstativ körs bort	1 1 2
37.	Vridning av gejderrör	Gejderrör stannar på väg men hindrar ej vidare körning av deponeringsstativ.	Ja	Kör undan deponeringsstativ från deponeringshål	1 1 1
38.	Bortkörning deponeringshål	Stativ kan ej köras iväg	Ja, upp ur deponeringshål	Deponeringsstativ kan dras bort från deponeringshål alt (Åtgärd på plats.)	2 1 2 (2 2 2)
	Förslutning med bentonitpluggar.	Förslutning med bentonitpluggar är inte särskiljande för de olika deponeringsalternativen.			

Kod	111	112	212	122	222	223	232	233	333
Antal	15	4	2	2	4	2	4	2	3
Kod	T1	T2	T3	S1	S2	S3	R1	R2	R3
Antal	21	14	3	21	8	9	15	16	7

Nyckeltal: $TSR_A = 19 (T3 + S3 + R3)$

Sammanfattning Alt 7: Alla typer av felfunktioner som inte kan åtgärdas genom att reversera får allvarliga konsekvenser, ”Liten tuva stjälp stort lass”.
Servicebarheten under drift med kapsel är väldigt liten.
Dockningsproceduren komplicerar deponeringsprocessen.

Nedfallande stenblock: Nedfallande stenblock kan få allvarliga och kostnadskrävande konsekvenser under hela deponeringsförloppet eftersom det inte finns någon möjlighet att manuellt röja upp och reparera på grund av den oskyddade kapseln.

FELFUNKTIONSANALYS

Alt 8a: Deponeringsfordon med stående kapsel omsluten av strålskydd.

Aktivitet: Aktuell sekvens av deponeringsprocessen.

Felfunktion: Resultatet av att någonting inte fungerar korrekt.

Strålning: Strålningsförekomst att ta hänsyn till vid insats.

Insats: Det som återstår att göra när alla enkla åtgärder / felsökningar / kontroller gjorts. Insatsen syftar i första hand till att deponeringen kan fortsätta, i andra hand till att reparera / åtgärda det uppkomna felet. Insats inom parentes är en alternativ åtgärd.

Värdering: VBB:s värdering av insatsen med avseende på Tidsåtgång, Säkerhet och Resursbehov.

Tidsåtgång:

T = 1: ≤ 1 dag

T = 2: 2-10 dagar

T = 3: > 10 dagar - 2 månader

Säkerhet:

S = 1: Inga extra säkerhetsåtgärder map strålning krävs.

S = 2: Vissa extra säkerhetsåtgärder map strålning krävs.

S = 3: Betydande extra säkerhetsåtgärder map strålning krävs.

Resursbehov:

R = 1: Driftspersonal

R = 2: Reparationspersonal

R = 3: Extraordinära insatser

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering		
					T	S	R
1.	Transport Omlastning → deponeringstunnel	Deponeringsfordon stannar	Nej	Åtgärd på plats alt flytta strålskydd/kapsel till nytt fordon	1	1	2
2.	Transport deponeringstunnel → deponeringshåll	Deponeringsfordon stannar	Nej	Åtgärd på plats alt bogsering + återflyttning	2	1	2
3.	Positionering av fordon	Deponeringsfordon positionerar ej korrekt vid deponeringshåll	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	1	1	2 (1 1 1)
4.	Borttagning av gavellock	Gavellock går ej att lossa	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning.)	1	1	2 (1 1 1)
5.	Borttagning av gavellock	Gavellock lossar men förhindrar sänkning av strålskydd/kapsel	(ja) spalt mellan strålskydd / underlag	Återkörning	1	1	1
6.	Borttagning av gavellock	Gavellock lossar och fastnar i utkört läge och förhindrar sänkning, reversering ej möjlig.	(Ja) spalt mellan strålskydd/underlag	Åtgärd på plats	2	2	2

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering
7.	Borttagning av gavellock.	Gavellock lossar men stannar före ändläge, sänkning av strålskydd/kapsel hindras ej.	(Ja) spalt mellan strålskydd/underlag	Återkörning alt (Åtgärd på plats)	1 1 1 (2 2 2)
8.	Borttagning av gavellock	Kapsel släpper från kopplingshuvud och fastnar i deponeringshålet med mantelytan exponerad mellan strålskydd och hål	Ja	Åtgärd på plats	2 2 2
9.	Positionering av strålskydd/kapsel.	Strålskydd /kapsel positionerar ej korrekt.	(Ja) spalt mellan strålskydd/underlag	Åtgärd på plats alt (Återkörning till gavellock.)	1 1 2 (1 1 1)
10.	Positionering av strålskydd/kapsel	Strålskydd/Kapsel kilar fast pga felpositionering och hindrar automatisk återkörning.	Nej	Manuell återkörning.	1 1 2
11.	Positionering av strålskydd/kapsel	Strålskydd/Kapsel kilar fast pga mekaniskt / hydrauliskt fel och hindrar återkörning.	(Ja) spalt mellan strålskydd/underlag	Åtgärd på plats.	2 1 2
12.	Nedsänkning av strålskydd/kapsel	Sänkcyllindrar fungerar ej.	(Ja) spalt mellan strålskydd/underlag	Åtgärd på plats alt (Återkörning.)	2 1 2 (1 1 1)
13.	Nedsänkning av strålskydd/kapsel	Sänkcyllindrar stannar på väg ner och hindrar återkörning.	(Ja) spalt mellan strålskydd/underlag	Åtgärd på plats.	2 1 2
14.	Koppling av spel	Spel kan ej köras i position	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	1 1 2 (1 1 1)
15.	Koppling av spel	Spel kopplar inte till kopplingshuvud	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning.)	1 1 2 (1 1 1)
16.	Koppling av spel.	Spel kopplar ej korrekt till kopplingshuvud och kan ej lossas automatiskt.	Nej	Åtgärd på plats	2 1 2
17.	Losskoppling av kopplingshuvud	Kopplingshuvud kopplar ej loss från strålskydd	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	1 1 2 (1 1 1)
18.	Losskoppling av kopplingshuvud	Kopplingshuvud kopplar delvis loss från strålskydd	Nej	Åtgärd på plats	2 1 2
19.	Nedfirning	Spel fungerar ej	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	2 1 2 (1 1 1)

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering
20.	Nedfirning	Spel stannar på väg ner i hålet och går ej att köra upp igen.	Nej	Åtgärd på plats.	2 1 2
21.	Nedfirning	Kapsel åker ner okontrollerat	Ja	Åtgärd på plats	2 2 3
22.	Uppkörning av spel	Kapselgrepp lossar inte	Nej	Uppkörning av kapsel, åtgärd på plats. (Reversering.)	1 1 2 (1 1 1)
23.	Uppkörning av spel	Kapselgrepp lossar delvis men kan inte återkopplas.	Ja	Reversering, om kapsel lossnar får den tas upp med ny deponeringsmaskin alt återtagsutrustning.	2 2 3
24.	Uppkörning av spel	Spel kan inte köras upp	Nej	Åtgärd på plats alt deponeringsfordon körs bort.	2 1 2
25.	Låsning av kopplingshuvud	Kopplingshuvud låser ej i strålskyddet	Nej	Åtgärd på plats	1 1 2
26.	Losskoppling av spel	Spel kan inte koppla loss från kopplingshuvud	Nej	Åtgärd på plats	1 1 2
27.	Losskoppling av spel	Spel kan inte köras undan efter losskoppling	Nej	Åtgärd på plats	1 1 2
28.	Uppkörning av strålskydd	Sänkcyllindrar fungerar ej.	Nej	Åtgärd på plats	2 1 2
29.	Uppkörning av strålskydd	Strålskydd stannar på väg upp och hindrar bortkörning av deponeringsfordon	Nej	Åtgärd på plats.	2 1 2
30.	Återkörning deponeringshål → centraltunnel	Dep.fordon går ej att köra.	Ja, upp ur deponeringshål	Bogsera bort deponeringsfordonet från deponeringshål. alt (Åtgärda på plats)	2 1 2 (2 2 2)
	Förslutning med bentonitplugg	Förslutning med bentonitpluggar är inte särskiljande för de olika deponeringsalternativen.			

Kod	111	112	212	222	223
Antal	2	12	12	2	2

Kod	T1	T2	T3	S1	S2	S3	R1	R2	R3
Antal	14	16	0	26	4	0	2	26	2

Nyckeltal: $TSR_A = 2 (T3 + S3 + R3)$

Sammanfattning Alt 8a: Allvarliga felfunktioner kan i alla situationer åtgärdas utan att betydande extra säkerhetsåtgärder för strålning behöver vidtas.

Hög servicebarhet under drift.

Stor valfrihet för många felfunktioner om felet ska åtgärdas på plats eller om man vill reversera.

Nedfallande stenblock: Ett nedfallande stenblock behöver inte få allvarliga konsekvenser ur strålskyddssynpunkt eftersom kapseln hela tiden befinner sig inuti strålskyddet.
Deponeringsfordonets utformning erbjuder också stora möjligheter att konstruktivt skydda känsliga komponenter och strålskydd/kapsel.

FELFUNKTIONSANALYS Alt 8b: Deponeringsfordon med stående ”helt paket” omsluten av strålskydd.

Aktivitet: Aktuell sekvens av deponeringsprocessen.

Felfunktion: Resultatet av att någonting inte fungerar korrekt.

Strålning: Strålningsförekomst att ta hänsyn till vid insats.

Insats: Det som återstår att göra när alla enkla åtgärder / felsökningar / kontroller gjorts. Insatsen syftar i första hand till att deponeringen kan fortsätta, i andra hand till att reparera / åtgärda det uppkomna felet. Insats inom parentes är en alternativ åtgärd.

Värdering: VBB:s värdering av insatsen med avseende på Tidsåtgång, Säkerhet och Resursbehov.

Tidsåtgång:

T = 1: ≤ 1 dag

T = 2: 2-10 dagar

T = 3: > 10 dagar - 2 månader

Säkerhet:

S = 1: Inga extra säkerhetsåtgärder map strålning krävs.

S = 2: Vissa extra säkerhetsåtgärder map strålning krävs.

S = 3: Betydande extra säkerhetsåtgärder map strålning krävs.

Resursbehov:

R = 1: Driftspersonal

R = 2: Reparationspersonal

R = 3: Extraordinära insatser

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering		
					T	S	R
1.	Transport Omlastning → deponeringstunnel	Deponeringsfordon stannar	Nej	Åtgärd på plats alt flytta strålskydd/kapsel till nytt fordon	1	1	2
2.	Transport deponeringstunnel → deponeringshåll	Deponeringsfordon stannar	Nej	Åtgärd på plats alt bogsering + återflyttning	2	1	2
3.	Positionering av fordon	Deponeringsfordon positionerar ej korrekt vid deponeringshåll	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	1	1	2 (1 1 1)
4.	Borttagning av gavellock	Gavellock går ej att lossa	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning.)	1	1	2 (1 1 1)
5.	Borttagning av gavellock	Gavellock lossar men förhindrar sänkning av strålskydd/kapsel	(ja) spalt mellan strålskydd / underlag	Återkörning	1	1	1
6.	Borttagning av gavellock	Gavellock lossar och fastnar i utkört läge och förhindrar sänkning, reversering ej möjlig.	(Ja) spalt mellan strålskydd/underlag	Åtgärd på plats	2	2	2
7.	Borttagning av gavellock.	Gavellock lossar men stannar före ändläge, sänkning av strålskydd/kapsel hindras ej.	(Ja) spalt mellan strålskydd/underlag	Återkörning alt (Åtgärd på plats)	1	1	1 (2 2 2)

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering
8.	Borttagning av gavellock	Kapsel släpper från kopplingshuvud och fastnar i deponeringshålet med mantelytan exponerad mellan strålskydd och hål	Ja	Åtgärd på plats	2 2 2
9.	Positionering av strålskydd/kapsel.	Strålskydd /kapsel positionerar ej korrekt.	(Ja) spalt mellan strålskydd/underlag	Åtgärd på plats alt (Återkörning till gavellock.)	1 1 2 (1 1 1)
10.	Positionering av strålskydd/paket	Strålskydd/Kapsel kilar fast pga felpositionering och hindrar automatisk återkörning.	Nej	Manuell återkörning.	1 1 2
11.	Positionering av strålskydd/paket	Strålskydd/Kapsel kilar fast pga mekaniskt / hydrauliskt fel och hindrar återkörning.	(Ja) spalt mellan strålskydd/underlag	Åtgärd på plats.	2 1 2
12.	Nedsänkning av strålskydd/paket	Sänkcyllindrar fungerar ej.	(Ja) spalt mellan strålskydd/underlag	Åtgärd på plats alt (Återkörning.)	2 1 2 (1 1 1)
13.	Nedsänkning av strålskydd/paket	Sänkcyllindrar stannar på väg ner och hindrar återkörning.	(Ja) spalt mellan strålskydd/underlag	Åtgärd på plats.	2 1 2
14.	Koppling av spel	Spel kan ej köras i position	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	1 1 2 (1 1 1)
15.	Koppling av spel	Spel kopplar inte till kopplingshuvud	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning.)	1 1 2 (1 1 1)
16.	Koppling av spel.	Spel kopplar ej korrekt till kopplingshuvud och kan ej lossas automatiskt.	Nej	Åtgärd på plats	2 1 2
17.	Losskoppling av kopplingshuvud	Kopplingshuvud kopplar ej loss från strålskydd	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	1 1 2 (1 1 1)
18.	Losskoppling av kopplingshuvud	Kopplingshuvud kopplar delvis loss från strålskydd	Nej	Åtgärd på plats	2 1 2
19.	Nedfirning	Spel fungerar ej	Nej	Åtgärd på plats alt (Återkörning)	2 1 2 (1 1 1)
20.	Nedfirning	Spel stannar på väg ner i hålet och går ej att köra upp igen.	Nej	Åtgärd på plats.	2 1 2
21.	Nedfirning	Kapsel åker ner okontrollerat	Ja	Åtgärd på plats	2 2 3

	Aktivitet	Felfunktion	Strålning	Insats	Värdering
22.	Nedfirning	Formröret fastnar i deponeringshålet och tillåter inte återkörning	Ja	Åtgärd på plats.	2 2 2
23.	Bentonit	Bentonitringar ramlar ur formröret under nedfirningen.	Nej	Återkörning	1 1 1
24.	Bentonit	Greppet runt bentoniten lossar ej.	Nej	Återkörning	1 1 1
25.	Uppkörning av formrör/spel	Kapselgrepp lossar inte	Nej	Uppkörning av kapsel, åtgärd på plats. (Reversering.)	1 1 2 (1 1 1)
26.	Uppkörning av formrör/spel	Kapselgrepp lossar delvis men kan inte återkopplas.	Ja	Reversering, om kapsel lossnar får den tas upp med ny deponeringsmaskin alt återtagsutrustning.	2 2 3
27.	Uppkörning av formrör/spel	Spel kan inte köras upp	Nej	Åtgärd på plats alt deponeringsfordon körs bort.	2 1 2
28.	Låsning av kopplingshuvud	Kopplingshuvud låser ej i strålskyddet	Nej	Åtgärd på plats	1 1 2
29.	Losskoppling av spel	Spel kan inte koppla loss från kopplingshuvud	Nej	Åtgärd på plats	1 1 2
30.	Losskoppling av spel	Spel kan inte köras undan efter losskoppling	Nej	Åtgärd på plats	1 1 2
31.	Uppkörning av strålskydd	Sänkcyllindrar fungerar ej.	Nej	Åtgärd på plats	2 1 2
32.	Uppkörning av strålskydd	Strålskydd stannar på väg upp och hindrar bortkörning av deponeringsfordon	Nej	Åtgärd på plats.	2 1 2
33.	Återkörning deponeringshål → centraltunnel	Deponeringsfordon går ej att köra.	Ja, upp ur deponeringshål	Bogsera bort deponeringsfordonet från deponeringshål. alt (Åtgärda på plats)	2 1 2 (2 2 2)
	Förslutning med bentonitplugg	Förslutning med bentonitpluggar är inte särskiljande för de olika deponeringsalternativen.			

Kod	111	112	212	222	223
Antal	4	12	12	3	2

Kod	T1	T2	T3	S1	S2	S3	R1	R2	R3
Antal	16	17	0	28	5	0	4	27	2

Nyckeltal: $TSR_A = 2 (T3 + S3 + T3)$

Sammanfattning Alt 8b: Allvarliga felfunktioner kan i alla situationer åtgärdas utan att betydande extra säkerhetsåtgärder för strålning behöver vidtas.

Hög servicebarhet under drift.

Stor valfrihet för många felfunktioner om felet ska åtgärdas på plats eller om man vill reversera deponeringen.

Deponering av kapsel och bentonit samtidigt (helt paket) innebär ingen komplikation ur strålskyddssynpunkt jämfört med alt 8a men komplicerar deponeringsprocessen.

Nedfallande stenblock: Ett nedfallande stenblock behöver inte få allvarliga konsekvenser ur strålskyddssynpunkt eftersom kapsel/bentonit hela tiden befinner sig inuti strålskyddet.
Deponeringsfordonets utformning erbjuder också stora möjligheter att konstruktivt skydda känsliga komponenter och strålskydd/kapsel.