



Företagsintern

Manus Publik rapport

DokumentID 1533272	Version 0.1	Status Preliminärt	Reg nr	Sida 1 (34)
Författare Karin Pers			Datum 2016-02-23	
Kvalitetssäkrad av			Kvalitetssäkrad datum	
Godkänd av			Godkänd datum	

Innehållsförteckning Fud 2016 (vid remiss)

Innehåll

1	Introduktion	8
1.1	Förutsättningar	8
1.1.1	Gällande regelverk och SKB:s uppdrag	8
1.1.2	Grundläggande principer	8
1.1.3	Planeringsförutsättningar avseende reaktorernas drift	8
1.1.4	Det radioaktiva avfallet och det använda kärnbränslet	8
1.2	Program för forskning, utveckling och demonstration	8
1.3	Fud-program 2016 och dess relation till andra redovisningar till SSM	8
1.4	Finansiering	8
1.5	Samarbete med Posiva	8
2	Beskrivning av avfallssystemet	9
2.1	Anläggningar inom systemet för låg- och medelaktivt avfall	9
2.1.1	Anläggningar för kortlivat avfall	9
2.1.2	Anläggningar för långlivat avfall	9
2.2	Anläggningar inom KBS-3-systemet	9
2.3	Transportsystemet	9
3	Plan för genomförande	10
3.1	Effekter av förtida avställning	10
3.2	Huvudtidsplan för kärnavfallsprogrammet	10
3.3	Genomförandeplan för låg- och medelaktivt avfall	10
3.3.1	Kortlivat avfall	10
3.3.2	Långlivat avfall	10
3.4	Genomförandeplan för använt kärnbränsle	10
3.4.1	Översikt	10
3.4.2	Mellanlagring	10
3.4.3	Inkapsling	10
3.4.4	Transporter av bränsle	10
3.4.5	Kärnbränsleförvaret	10
3.5	Genomförandeplan för avveckling av kärntekniska anläggningar	10
3.6	Handlingsalternativ	10
3.6.1	Kärnkraftreaktorernas drifttider	10
3.6.2	Drifttagning av det utbyggda SFR	10
3.6.3	Lokalisering av SFL	10
3.6.4	Drifttagning av SFL	10
3.6.5	Drifttagning av Kärnbränsleförvaret och Clink	10
4	Arbetsmetodik	11

4.1	Översikt	11
4.2	Forskning	11
4.2.1	Mål för FoU	11
4.2.2	Styrning av FoU	11
4.2.3	Strategi	11
4.3	Teknikutveckling	11
4.3.1	Mål för teknikutveckling	11
4.3.2	Styrning av teknikutveckling	11
4.3.3	Teknikutvecklingsprocess	11
4.3.4	Konstruktionsförutsättningar	11
4.3.5	Kvalitetsstyrning och kontroll	11
4.4	Arbetsverktyg	11
4.4.1	Databaser	11
4.4.2	Modell- och beräkningsverktyg	11
4.4.3	Platsmodeller	11
4.4.4	Kvalitetssäkring	11
4.5	Resurser och kompetens	11
4.5.1	Inom SKB	11
4.5.2	Kompetensnätverk/Leverantörer	11
4.5.3	Samarbeten	11
4.6	SKB:s anläggningar för Fud	11
4.6.1	Äspölaboratoriet	11
4.6.2	Kapsellaboratoriet	11
4.6.3	Övriga laboratorier	11
5	Framtida forsknings- och teknikutvecklingsbehov	12
5.1	Bakgrund	12
5.2	Överblick	12
5.2.1	Kärnbränsleförvaret och Clink	12
5.2.2	Slutförvar för kortlivat radioaktivt avfall	12
5.2.3	Slutförvaret för långlivat avfall - SFL	12
5.3	Låg- och medelaktivt avfall	12
5.3.1	Processförståelse	12
5.3.2	Radionuklidinventarium och hantering av låg- och medelaktivt avfall	12
5.4	Avfallsbehållare för låg- och medelaktivt avfall	12
5.4.1	Avfallstransportbehållare för nya avfallsbehållare	12
5.4.2	Avfallsbehållare för avfall från SVAFO och Studsvik Nuclear	12
5.4.3	Avfallsbehållare och stora komponenter	12
5.5	Använt kärnbränsle	12
5.5.1	Processförståelse	12
5.5.2	Information om och hantering av bränsle	12
5.6	Kapsel	12
5.6.1	Processförståelse	12
5.6.2	Konstruktion, tillverkning och installation	12
5.6.3	Kontroll och provning	12
5.7	Cementbaserade material i avfallsmatriser, barriärer och konstruktioner	12
5.7.1	Processförståelse	12
5.7.2	Konstruktion, tillverkning och installation	12
5.8	Buffert, återfyllning och förslutning	12
5.8.1	Processförståelse	12
5.8.2	Konstruktion, tillverkning och installation	12
5.8.3	Kontroll och provning	12
5.9	Berg	13
5.9.1	Processförståelse	13
5.9.2	Konstruktion, tillverkning och installation	13

5.9.3	Kontroll och provning	13
5.10	Ytekosystem och extern påverkan	13
5.10.1	Radionuklidomsättning och dosberäkningar i ytsystem	13
5.10.2	Klimat	13
5.10.3	"Future human activities"	13
6	---	14
7	Introduktion Del II	15
8	Låg- och medelaktivt avfall	16
8.1	Översikt	16
8.2	Radionuklidinventarium (SFR & SFL)	16
8.2.1	Referensinventarium	16
8.2.2	Metodutveckling svårsmätbara nuklider	16
8.2.3	Osäkerheter i radionuklidinventariet	16
8.3	Segmentering av BWR-styrstavar	16
8.4	Hantering av reaktortankar från PWR (hela/segmenterade)	16
8.5	Acceptanskriterier för långlivat avfall	16
8.6	Konditionering av avfall	16
8.6.1	Stabilisering av avfall i ståltankar	16
8.6.2	Omlastning av avfall från AB SVAFO och Studsvik Nuclear AB	16
8.7	Organiska nedbrytningsprodukters inverkan på cementmaterialets sorptionskapacitet	16
8.7.1	Nedbrytningsprodukter från cellulosa	16
8.7.2	Nedbrytningsprodukter från cementtillsatsmedel	16
8.7.3	Nedbrytningsprodukter från filterhjälpmedel	16
8.8	Metallkorrosion av aluminium och zink	16
8.9	Svällande avfall - bitumeningjuten jonbytarmassa	16
8.10	Mikrobiell gasproduktion	16
9	Avfallsbehållare för låg- och medelaktivt avfall	17
9.1	Översikt	17
9.2	Avfallstransportbehållare för nya avfallsbehållare	17
9.3	Avfallsbehållare för avfall från AB SVAFO och SNAB	17
9.4	Avfallsbehållare och stora komponenter	17
9.4.1	Konstruktionsunderlag för att realisera fyrkokill/tvåkokill	17
10	Använt kärnbränsle	18
10.1	Översikt	18
10.2	Bränsleupplösning och radionuklidkemi	18
10.2.1	Bränsleupplösning	18
10.2.2	Radionuklidspeciering, lösligheter och kolloidbildning	18
10.3	Information om och hantering av bränsle	18
10.3.1	Icke-reguljära bränslen	18
10.3.2	Åldring	18
10.3.3	Resteffekt och bränslemätningar	18
10.3.4	Torkning inför inkapsling	18
10.3.5	Bränsleinformation	18
10.3.6	Kriticitet	18
11	Kapsel	19
11.1	Översikt	19
11.2	Korrosion	19
11.2.1	Sulfidkorrosion	19
11.2.2	Lokal korrosion	19
11.2.3	Kopparkorrosion i rent vatten	19

11.2.4	Strålningsinducerad korrosion	19
11.2.5	Spänningskorrosion	19
11.2.6	Verifiering av olika kopparmaterial för korrosionskänslighet	19
11.3	Kopparkrypning	19
11.3.1	Fosfors inverkan	19
11.3.2	Deformation	19
11.3.3	Brott	19
11.4	Konstruktion	19
11.4.1	Designanalys	19
11.4.2	Materialmodell Fe	19
11.4.3	Vätets roll i koppar	19
11.4.4	Underbyggda krav på H-O-S-P	19
11.4.5	Krav på maximal kopparhalt i gjutjärn	19
11.5	Tillverkning och installation	19
11.5.1	Insats	19
11.5.2	Kopparkomponenter	19
11.5.3	Förslutning	19
11.5.4	Deponering/Installation (?)	19
11.6	Kontroll och provning	19
11.6.1	Insats	19
11.6.2	Kopparkomponenter	19
11.6.3	Förslutning	20
12	Cementbaserade material i avfallsmatriser, barriärer och konstruktioner	21
12.1	Översikt	21
12.2	Forskning kopplad till förvarets säkerhet efter förslutning (??)	21
12.2.1	Interaktion mellan betong och grundvatten	21
12.2.2	Gastransport genom betongbarriärer	21
12.2.3	Inverkan av nedbrytning av organiskt avfall på egenskaperna hos cementbaserade material	21
12.2.4	Inverkan av nedbrytning av metalliskt avfall på egenskaperna hos cementbaserade material	21
12.2.5	Kemisk interaktion mellan cementbaserade material och bentonit	21
12.2.6	Inverkan av tillsatsmaterial på den kemiska degraderingen av cementbaserade material	21
12.2.7	Frysning av färska och åldrade cementbaserade material under förvarslika betingelser i samband med en permafrost	21
12.2.8	Inverkan av inre och yttre laster på egenskaperna hos cementbaserade material	21
12.3	(Design och) utformning av barriärkonstruktioner och material till SFR	21
12.3.1	1BMA: Utveckling av kringgjutningsbruk och metod för kringgjutning	21
12.3.2	2BMA: Utveckling av konstruktionsbetong för kassunerna	21
12.3.3	2BMA: Provgjutning av kassun i stor skala	21
12.3.4	2BMA: Utveckling av kringgjutningsbruk och metod för kringgjutning	21
12.3.5	BRT: Utformning av barriärkonstruktion och utveckling av konstruktionsbetong till denna	21
12.3.6	BRT: Material och metod för igjutning av reaktortankarna	21
12.3.7	BRT: Material och metod för kringgjutning av reaktortankarna	21
12.3.8	Silo: System för hantering av gastransport genom silons betongkonstruktion	21
12.3.9	System för hantering av gastransport genom betongkonstruktioner i 1BMA och 2BMA	21
12.4	Design och utformning av barriärkonstruktioner och material till SFL	22
12.4.1	BHA: Design av betongkonstruktion	22
12.4.2	BHA: Utveckling av konstruktionsbetong till förvarskonstruktionen	22
12.4.3	BHK: Utveckling av konstruktionsbetong till förvarskonstruktionen	22

12.4.4	BHK: Utveckling av kringgjutningsmaterial och metod för kringgjutning av avfallsbehållare	22
12.4.5	BHK: Utveckling av återfyllnadsmaterial och metod för återfyllnad	22
12.4.6	Pluggar	22
12.5	Utformning av barriärkonstruktioner och material till SFK	22
13	Buffert, återfyllning och förslutning	23
13.1	Översikt	23
13.2	Bentonitmaterialets utveckling efter installation fram till mättnad	23
13.2.1	Kanalbildning/erosion	23
13.2.2	Vattenupptag i bufferten	23
13.2.3	Svällning och homogenisering av block, pellets och hålrum, självläkning	23
13.2.4	Ångcirkulation	23
13.2.5	Mikrobiell sulfidbildning	23
13.3	Bentonitmaterialets egenskaper i mättat tillstånd	23
13.3.1	Materialsammansättning	23
13.3.2	Hydraulisk konduktivitet	23
13.3.3	Svälltryck	23
13.3.4	Skjuvhållfasthet	23
13.4	Bentonitmaterialets utveckling efter mättnad	23
13.4.1	Buffertförluster till följd av kolloidfrigörelse/erosion	23
13.4.2	Sulfidbildning och sulfidtransport	23
13.4.3	Självläkning av bentonit	23
13.4.4	Långsiktig stabilitet med hänsyn tagen till temperatur, järninnehåll och cement	23
13.5	Utformning av barriärer	23
13.5.1	Buffert (SFK)	23
13.5.2	Återfyllning (SFK)	23
13.5.3	Plugg (SFK)	23
13.5.4	Utformning av förvarssalar och barriärer i SFL	23
13.6	Tillverkning samt kontroll och provning av buffert- och återfyllningskomponenter	23
13.6.1	Materialförsörjning och kvalitetssäkring av bentonitmaterial	23
13.6.2	Tillverkning av buffertkomponenter	23
13.6.3	Tillverkning av återfyllningskomponenter	24
13.7	Installation av buffert och återfyllning med plugg	24
13.7.1	Buffert	24
13.7.2	Återfyllning	24
13.7.3	Plugg	24
13.8	Borrhålsförslutning	24
13.8.1	Kärnbränsleförvaret	24
13.8.2	SFR	24
13.9	Förslutning	24
13.9.1	Förslutning av Kärnbränsleförvaret	24
13.9.2	Förslutning av SFR	24
14	Berg	25
14.1	Översikt	25
14.2	Metodik för detaljundersökningar	25
14.2.1	Metodik för detaljundersökningar	25
14.2.2	Kritiska strukturer	25
14.2.3	Modelleringsmetodik inom detaljundersökningar	25
14.3	Tunnelproduktion	25
14.3.1	Injektering	25
14.3.2	Tunneldrivning	25
14.3.3	Bergförstärkning	25
14.3.4	Borrning av deponeringshål	25

14.4	Processförståelse och modellering	25
14.4.1	Modellering av diskreta spricknätverk	25
14.4.2	Hydrokemi- och transportmodellering	25
14.4.3	Koppling ytnära och djupt grundvatten	25
14.4.4	Utveckling av hydrogeologiska koder	25
14.4.5	Påverkan av islast på bergets transportegenskaper	25
14.4.6	Effekt av frysning på bergets transportegenskaper	25
14.4.7	Hantering av glaciationscykel i hydrokemi- transportmodellering	25
14.4.8	Effekt av frysning på bergets mekaniska egenskaper	25
14.4.9	Seismisk påverkan på säkerhet efter förslutning	25
14.4.10	Bergmassans mekaniska egenskaper	25
14.4.11	Termisk-, seismisk- och glacial belastning-inducerad rörelse i bergmassan	25
14.4.12	In situ spänningsfältet	25
15	Ytekosystem	26
15.1	Översikt	26
15.2	Upptagsvägar och upptagsmekanismer för radionuklider hos olika organismer	26
15.3	Temporal och spatial heterogenitet i landskapet	26
15.4	Transport- och ackumulationsprocesser	26
15.5	Radiologiska, biologiska och kemiska egenskaper hos vissa förvarskritiska ämnen	26
16	Klimatutveckling	27
16.1	Översikt	27
16.2	Klimatvariationer	27
16.2.1	Klimatet i SKB:s referensglaciation	27
16.2.2	Klimatförändringar: övergångar mellan SKB:s klimatdomäner	27
16.2.3	Den första möjliga framtida tidpunkten för kallt klimat, permafrost och inlandsistillväxt i Skandinavien	27
16.3	Ålder och långsiktig stabilitet hos bergytan i Forsmark	27
16.4	Havsnivåförändringar	27
16.5	Validering av permafrostmodell	27
16.6	Beskrivning av inlandsisars hydrologi	27
17	Introduktion Del III	28
17.1	Struktur Del III	28
17.2	Huvudsakliga kommentarer Fud 2013	28
17.3	Samråd med SSM	28
18	Ansvarsförhållanden	29
18.1	Kravbild	29
18.2	Ansaret för avveckling	29
18.3	Fördelning av uppgifter inom avveckling	29
19	Avvecklingsplanering	30
19.1	Barsebäck Kraft AB:s planering för avveckling	30
19.2	OKG Aktiebolags planering för avveckling	30
19.3	Ringhals AB:s planering för avveckling	30
19.4	Forsmarks Kraftgrupp AB:s planering för avveckling	30
19.5	Ågestas planering för avveckling	30
19.5.1	Avvecklingens faser	30
19.5.2	Alternativ	30
19.5.3	Övergripande tidplan	30
19.5.4	Erfarenheter från befintlig verksamhet	30
19.5.5	Avfallshantering	30
19.6	Planering för avveckling av SKB:s kärntekniska anläggningar	30
19.6.1	Clink	30

19.6.2	SFR	30
19.6.3	SFL	30
19.6.4	Kärnbränsleförvaret	30
19.7	Samlad planering	30
19.7.1	Beroenden och flexibilitet	30
20	Utveckling och forskning	31
20.1	Systematisk beskrivning av utvecklingsarbetet och dess strategi	31
20.2	Nationellt/internationellt arbete/samordning	31
21	Introduktion Del IV	32
22	Informationsbevarade över generationer	33
22.1	Nuläge	33
22.2	Detta är händer framöver	33
22.2.1	Records, knowledge and memory – OECD-NEA	33
22.2.2	Assembling Alternative Futures for Heritage (AAFH)	33
23	Utvecklingen av djupa borrhål	34
23.1	Nuläge	34
23.2	Detta händer framöver	34