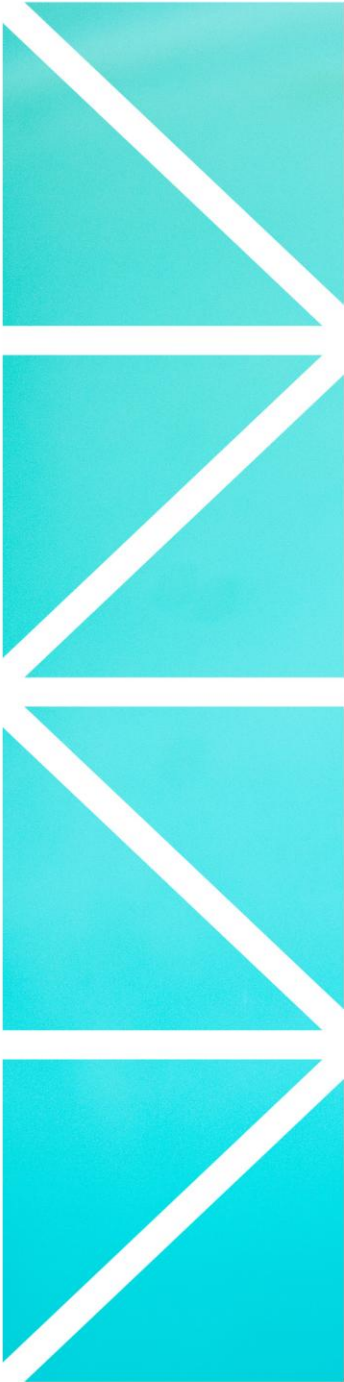




Studsvik

STUDSVIK/N-26/030 Rev. 1

***Prognosticerade utsläpp och
resultaterande doskonsekvenser för
anläggningarna FAB1 och FAB 2***

Marcus Persson



Prognosticerade utsläpp och resulterande doskonsekvenser för anläggningarna FAB1 och FAB 2

Huvudinnehåll

Som underlag till säkerhetsanalys för ansökan om nya anläggningar FAB1 och FAB 2 innehållande inDRUM krävs information om radiologiska utsläpp och dess resulterande doskonsekvenser till allmänheten. Detta undersöks i föreliggande dokument för både normaldrift, med realistiska och konservativa antaganden, samt för en tänkt händelse i form av brand i aska från pyrolyserad jonbytarmassa placerad i kokill.

Resulterande effektiv årsdos till den mest exponerade familjen vid normaldrift är i storleksordningen E-03 mSv för luftutsläpp respektive E-04 mSv för vattenutsläpp med mycket konservativa antaganden.

För brand i aska är aktivitetsinventariet avsevärt lägre än för motsvarande dimensionerande brand i HCL och bedöms därmed inte kunna ge en doskonsekvens överskridande 1,6 mSv.

Granskad av
William Eek

Godkänd av
Christoffer Ellmark

Signering

Detta dokument har signerats elektroniskt av granskare och godkännare, se sista sidan.

**Innehållsförteckning**

	Sida
1 Inledning	1
2 Aktivitetsinventarium	2
2.1 Aktivitetsinventarium jonbytarmassa.....	2
2.2 Aktivitetsinventarium övrigt avfall.....	3
3 Utsläpp.....	6
3.1 Filtrering innan utsläpp	6
3.2 Inventarium vid utsläpp	6
4 Beräknad doskonsekvens	9
4.1 Utsläppspunkter	9
4.1.1 Luftutsläpp	9
4.1.2 Vattenutsläpp	9
4.2 Dosberäkning	9
4.2.1 Luftutsläpp	9
4.2.2 Vattenutsläpp	10
4.3 Utsläppspåverkan STP.....	11
5 Övriga utsläppsaspekter.....	12
5.1 Diffusa utsläpp	12
5.2 Begränsningar av utsläpp.....	12
6 Störningsscenario.....	13
6.1 Jämförelse med dimensionerande störningsscenario för SNAB	15
7 Inventarium i förhållande till D-värde.....	17
8 Framtida arbete	18
9 Referenser	20

Tabeller

Tabell 1	Medelinventarium av radioaktiva ämnen från ett års förbrukning av jonbytarmassa från ESS med avklingningstid 5 år (realistiskt fall) respektive 1 år (konservativt fall).	3
Tabell 2	Uppskattat inventarium för ett år för övrigt avfall.....	5
Tabell 3	Inventarium vid luftutsläpp från behandling av ett års avfall.	7
Tabell 4	Inventarium vid vattenutsläpp från behandling av ett års avfall.	8
Tabell 5	Resultaterande årsdoser från PREDO vid luftutsläpp från den fiktiva utsläppspunkten på STP.	10
Tabell 6	Resultaterande årsdoser med PREDO vid vattenutsläpp.	10
Tabell 7	Aktivitetsinventarium för en plåtkokill innehållande aska från pyrolyserad jonbytarmassa.....	14
Tabell 8	Aktivitetsinventarium efter hänsyn till hur mycket aktivitet som frigörs vid en brand.	15



Tabell 9	Förhållande mellan aktivitetsinventarium, A, enligt Tabell 7 och D-värde.	17
----------	--	----



2026-05-12

2026-06-24 Rev. 1

1 Inledning

Studsvik Nuclear AB (SNAB) arbetar med att ta fram underlag för att uppföra en ny anläggning på verksamhetsområdet kallad HCL Extension (FAB1), i vilken radioaktivt avfall ska genomgå behandling genom pyrolys i en inDRUM [1]. Ytterligare en anläggning som kan innefatta pyrolysning med inDRUM kan bli möjlig, kallad FAB 2.

Vid framtagning av säkerhetsredovisning för en kärnteknisk anläggning krävs bland annat redovisning av förväntade nuklidspecifika utsläpp till omgivningen vid normaldrift och förväntade störningar samt vidtagna åtgärder för att undvika och begränsa utsläppen, i enlighet med bilaga 2 till SSMFS 2008:1 [2].

I enlighet med SSMFS 2008:23 [3] ska inte den effektiva stråldosen till allmänheten från ett års luft- och vattenutsläpp av radioaktiva ämnen överstiga 0,1 mSv från alla anläggningar belägna inom samma geografiskt avgränsade område, vilket för Studsvik Tech Park (STP) avser verksamheten från samtliga tillståndshavare SNAB, AB Svafo (Svafo) samt Cyclife Sweden AB (CSAB). Om den årliga beräknade stråldosen överstiger 0,01 mSv ska realistiska beräkningar genomföras för det mest belastade området.

I 5 kap. 2-3 §§ i SSMFS 2018:1 [4] framgår att stråldosen ska beräknas för en representativ person med en för verksamhetens art och omfattning anpassad metod som är transparent, validerad och verifierad.

Föreliggande dokument avser uppskatta utsläpp från normaldrift av anläggning inDRUM och från en tilltänkt händelse samt från dessa beräkna doskonsekvenser till allmänheten i enlighet med den kravbild som redogörs för ovan.



2026-05-12

2026-06-24 Rev. 1

2 Aktivitetsinventarium

Den så kallade Container Treatment Unit (CTU) som ska användas för pyrolysning av radioaktivt avfall i inDRUM, är dimensionerad utefter pyrolysning av radioaktivt avfall placerat i fat.

I skrivande stund är anläggningen FAB 1 tilltänkt att främst behandla avfall från European Spallation Source (ESS). I förstudien [5] anges att använd jonbytarmassa, brännbart fast avfall, brännbara organiska vätskor samt brännbart avfall från den framtida rivningen av ESS är lämpliga avfallstyper att behandla med inDRUM.

2.1 Aktivitetsinventarium jonbytarmassa

I avfallsbeskrivningen för kortlivat, lågaktivt fast avfall från ESS, U.12, återfinns en referens med beräkning av aktivitetsinventariet ingående i avfallsbeskrivningen [6]. Ett underliggande antagande är att fat ingående i U.12 innehåller aska efter pyrolysning av använd jonbytarmassa i inDRUM. Detta är den enda avfallstyp som har ett uppskattat aktivitetsinventarium. Som utgångspunkt i föreliggande dokument används följaktligen fat innehållande använd jonbytarmassa som referens för avfall behandlat med inDRUM.

I [6] anges ett uppskattat medelinventarium av radioaktiva ämnen från ett års förbrukning av jonbytarmassa med antagen avklingningstid 5 år. Detta inventarium presenteras i Tabell 1 samt för ett konservativt antagande om en avklingningstid om 1 år¹. I tabellen är ³H och ¹⁴C även inkluderande och tabellen är sorterad efter de nuklider som har högst aktivitetsbidrag i det konservativa fallet.

¹ På grund av ALARA-skäl kommer ESS låta all jonbytarmassa klinga av 1 år innan den kommer till avfallsanläggningen.



2026-05-12

2026-06-24 Rev. 1

Tabell 1

Medelinventarium av radioaktiva ämnen från ett års förbrukning av jonbytmassa från ESS med avklingningstid 5 år (realistiskt fall) respektive 1 år (konservativt fall).

	Realistiskt fall	Konservativt fall
Nuklid	Aktivitet [Bq]	Aktivitet [Bq]
³ H	2,68E+13	3,36E+13
⁷ Be	1,81E+04	3,23E+12
¹⁴ C	3,09E+10	3,09E+10
¹⁰ Be	5,88E+09	5,88E+09
⁵⁵ Fe	4,64E+08	1,28E+09
⁶⁰ Co	2,46E+08	4,17E+08
⁵⁴ Mn	2,22E+06	5,68E+07
⁵⁹ Fe	3,61E-03	2,77E+07
⁵⁷ Co	6,11E+05	2,54E+07
⁶³ Ni	1,36E+07	1,40E+07
⁶⁵ Zn	1,07E+04	6,82E+05
⁴⁹ V	2,29E+04	4,59E+05
⁹⁷ Tc	1,70E+05	1,70E+05
⁹³ Nb ^m	1,23E+05	1,46E+05
⁵⁹ Ni	4,65E+04	4,65E+04
¹⁰¹ Rh	1,05E+04	2,44E+04
⁹¹ Nb	9,08E+03	9,11E+03
⁹³ Mo	5,09E+03	5,10E+03
⁹² Nb	2,47E+03	2,47E+03
⁹⁹ Tc	3,80E+02	3,80E+02
⁹⁴ Nb	1,71E+02	1,71E+02
⁵³ Mn	1,33E+02	1,33E+02
²² Na	2,01E+01	4,70E+01
¹⁰² Rh ^m	1,62E+01	4,21E+01
⁶⁰ Fe	2,41E+00	2,41E+00

Den uppskattade mängden förbrukad jonbytmassa per år uppgår till 1 450 kg.

2.2 Aktivitetsinventarium övrigt avfall

Anläggningarna FAB 1 respektive FAB 2 är dimensionerade för att behandla 1 000 respektive 2 000 fat per år [7], jonbytmassan utgör därmed en ytterst begränsad mängd avfallsposter, < 1 % av den årliga kapaciteten. Eftersom både ursprung och aktivitetsdata saknas för övriga avfallsfraktioner behöver antaganden göras för den resterande delen av den årliga kapaciteten för anläggningarna.

2026-05-12

2026-06-24 Rev. 1

Som utgångspunkt antas att övrigt avfall som behandlas i inDRUM är av typen filter. Som konservativ referens för detta ansätts ackumulerad aktivitet i system 331 för Oskarshamn 3 (O3) under ett års drifttid per anläggning FAB 1 respektive FAB 2. Beräkning av detta framgår i [8]. I underlaget har nukliderna ^{134}Cs , ^{135}Cs samt ^{137}Cs exkluderats för 980 fat till FAB 1, då dessa nuklider inte förekommer på ESS. För de 2 000 fat som kan behandlas i FAB 2 har nukliderna inkluderats².

För att komplettera mängden behandlat avfall i inDRUM ansätts att 2 980 fat består av 331-filter enligt ovan³, för 2 000 av vilka fissionsprodukterna medräknas. Antagandet blir då att den årliga ackumulerade aktiviteten för övriga nuklider fördelas lika över dessa 2 980 fat. Notera att i acceptanskriterierna (WAC) för anläggningen [9] anges att den maximala ytdosraten för inkommande fat är 10 mSv/h men att normalfallet avser 1 mSv/h. En rapport har tagits fram som beskriver aktivitetssinnehållet av ^{60}Co för ett fat med ytdosrat 10 mSv/h med antagen fyllnadsgrad 100 % och densitet 1 kg/dm³ [10]. Som framgår ur [9] motsvarar 10 mSv/h ett aktivitetssinnehåll om ca 6,93E+09 Bq ^{60}Co och 1 mSv/h motsvarar då 6,93E+08 Bq ^{60}Co . Vid fördelning av aktivitet enligt detta exempel med filter från system 331 överskrider detta aktivitetssinnehåll för varje fat, varmed inventariet har skalats ned så att aktiviteten för ^{60}Co matchar. Övriga nuklider har skalats ned med samma faktor. Oaktat är alltså det uppskattade aktivitetinventariet starkt konservativt, då övriga nuklider också bidrar dosmässigt.

Det uppskattade årliga aktivitetinventariet för övrigt avfall från FAB 1 och FAB 2 sammanlagt blir då enligt Tabell 2 nedan. I tabellen antas två fall; ett konservativt, som förklaras ovan, samt ett realistiskt, där samtliga nuklider skalats ned en tiopotens.

² Även ^{131}I förekommer i underlaget men med tanke på nuklidens halveringstid på ca 8 dygn har denna exkluderats.

³ Teoretiskt innebär detta att 1 års ackumulerad aktivitet i 331-filter beräknas två gånger; en gång för de 980 faten från ESS med vissa nuklider exkluderade samt en gång för de 2 000 faten i FAB 2. Detta är ytterligare ett mycket konservativt antagande.



2026-05-12

2026-06-24 Rev. 1

Tabell 2

Uppskattat årligt inventarium för övrigt avfall.

	Realistiskt fall	Konservativt fall
Nuklid	Aktivitet [Bq]	Aktivitet [Bq]
⁶⁰ Co	2,07E+12	2,07E+13
⁵⁵ Fe	1,51E+12	1,51E+13
⁶³ Ni	6,75E+11	6,75E+12
¹³⁴ Cs	5,12E+10	5,12E+11
¹³⁷ Cs	3,98E+10	3,98E+11
¹²⁵ Sb	3,12E+10	3,12E+11
⁶⁵ Zn	2,20E+10	2,20E+11
⁵⁹ Ni	4,94E+09	4,94E+10
⁹⁴ Nb	1,91E+08	1,91E+09
¹³⁵ Cs	1,53E+07	1,53E+08
⁹³ Mo	2,59E+06	2,59E+07



2026-05-12

2026-06-24 Rev. 1

3 Utsläpp

3.1 Filtrering innan utsläpp

Det inventarium som frigörs vid pyrolysning i CTU kommer genomgå ett antal filtreringssteg innan utsläpp sker. Från fatet antas 0,1 % överföras till luft. Observera att detta inte gäller ^3H och ^{14}C som vid förbränning i praktiken helt och hållet evaporeras från avfallet [11]. I tur och ordning följer sedan ett barriärfilter, en scrubber och slutligen ett HEPA-filter. Respektive filtreringssteg antas ha en filtreringsfaktor 1 000, 100 respektive 1 000. I slutändan är det uppskattat att utsläppet från skorsten motsvarar ca $1\text{E}-11$ mot vad som återfinns i CTU. Detta avser partikelbunden aktivitet. För att ansätta ett konservativt värde för filtreringen antas att varje stegs filtreringsgrad är en tiopotens lägre än vad som specificeras. Detta ger att $1\text{E}-07$ av den i CTU:n ingående aktiviteten lämnar via skorsten.

I scrubbern kommer dock vissa nuklider att bindas i en vätskefas, främst ^3H i vatten samt ^{14}C i karbonater. En del av utsläppet av dessa nuklider sker följaktligen som ett vattenutsläpp i stället för luftutsläpp via skorsten. Teoretiskt borde en överväldigande majoritet av inventariet av dessa nuklider släppas ut som vattenutsläpp. Som realistiskt antagande ansätts därmed att 90 % av inventariet av ^3H respektive ^{14}C i Tabell 1 släpps ut via vatten. Som (mycket) konservativt antagande ansätts även att 100 % av inventariet av ^3H respektive ^{14}C släpps ut via skorsten och att dessa dessutom inte filtreras alls.

Övriga nuklider kan rimligtvis också stanna i scrubbern och resultera i vattenutsläpp. Det antas därmed att övriga nuklider stannar i scrubbern, d.v.s. efter barriärfiltret. Notera alltså att dessa nuklider antas både som luftutsläpp och vattenutsläpp.

3.2 Inventarium vid utsläpp

Med antaganden ovan och sammanslagning av tabellerna 1 och 2 blir aktivitetsinnehållet för ett års luftutsläpp efter behandling av avfall enligt Tabell 3. Nuklider som bidrar med mindre än 1 Bq har sorterats bort i tabellen.



2026-05-12

2026-06-24 Rev. 1

Tabell 3

Inventarium vid luftutsläpp från behandling av ett års avfall.

	Realistiskt fall	Konservativt fall
Nuklid	Aktivitet [Bq]	Aktivitet [Bq]
³ H	2,68E+12	3,36E+13
¹⁴ C	3,09E+09	3,09E+10
⁶⁰ Co	4,91E+05	2,07E+06
⁵⁵ Fe	2,42E+05	1,51E+06
⁶³ Ni	2,60E+05	6,75E+05
⁷ Be	-	3,23E+05
¹³⁴ Cs	5,12E+03	5,12E+04
¹³⁷ Cs	3,98E+03	3,98E+04
¹²⁵ Sb	2,69E+03	3,12E+04
⁶⁵ Zn	1,51E+03	2,20E+04
⁵⁹ Ni	1,96E+03	4,94E+03
¹⁰ Be	5,88E+02	5,88E+02
⁹⁴ Nb	7,58E+01	1,91E+02
¹³⁵ Cs	1,53E+00	1,53E+01
⁵⁴ Mn	-	5,68E+00
⁵⁹ Fe	-	2,77E+00
⁵⁷ Co	1,02E+00	2,59E+00
⁹³ Mo	-	2,54E+00

En motsvarande tabell för inventariet för utsläpp via vatten presenteras i Tabell 4.
Notera att ingen rening antas av den vätskeburna aktiviteten.



2026-05-12

2026-06-24 Rev. 1

Tabell 4

Inventarium vid vattenutsläpp från behandling av ett års avfall.

	Realistiskt fall	Konservativt fall
Nuklid	Aktivitet [Bq]	Aktivitet [Bq]
^3H	2,41E+13	3,36E+13
^{14}C	2,78E+10	3,09E+10
^{60}Co	4,91E+06	2,07E+07
^{55}Fe	2,42E+06	1,51E+07
^{63}Ni	2,60E+06	6,75E+06
^7Be	-	3,23E+06
^{134}Cs	5,12E+04	5,12E+05
^{137}Cs	3,98E+04	3,98E+05
^{125}Sb	2,69E+04	3,12E+05
^{65}Zn	1,51E+04	2,20E+05
^{59}Ni	1,96E+04	4,94E+04
^{10}Be	5,88E+03	5,88E+03
^{94}Nb	7,58E+02	1,91E+03
^{135}Cs	1,53E+01	1,53E+02
^{54}Mn	2,22E+00	5,68E+01
^{59}Fe	-	2,77E+01
^{93}Mo	1,02E+01	2,59E+01
^{57}Co	-	2,54E+01



2026-05-12

2026-06-24 Rev. 1

4 Beräknad doskonsekvens

För beräkning av dos till allmänhet används den branschgemensamma plattformen Prediction of doses from normal releases of radionuclides to the environment (PREDO). Denna plattform har använt site-specifik data för att modellera både luft- och vattenutsläpp från Sveriges olika kärntekniska tillståndshavare. För Studsvik Tech Park (STP) presenteras och förklaras modellen i [12]. Resultatet från modelleringarna redovisas i [13].

4.1 Utsläppspunkter

4.1.1 Luftutsläpp

För luftutsläpp återfinns tre olika utsläppspunkter i modellen; R2 för Svafo, förbränningsanläggningen (HA) tillhörande CSAB samt en fiktiv utsläppspunkt. Den fiktiva utsläppspunkten har en utsläppshöjd om 20 m från marknivå, innerdiameter på skorsten om 0,43 m, luftflöde 10 115 m³/h samt temperatur på utsläppsluften om 20 °C [13]. Den anläggningsbeskrivning som finns i skrivande stund [14] anger en skorstenshöjd om 25 m över mark. Övriga parametrar finns inte beskrivna i dagsläget för inDRUM. Med tanke på att övriga utsläppspunkter för STP i PREDO är 85 m för R2 respektive 50 m för HA ansätts den fiktiva utsläppspunkten som representativ för inDRUM. Om mer detaljerad utsläppsberäkning önskas framgent kan parametrar i PREDO justeras för att erhålla en mer korrekt utsläppspunkt och modell avseende övriga parametrar.

4.1.2 Vattenutsläpp

För vattenutsläpp återfinns två fysiska utsläppspunkter från STP; en till Tvären och en till Bergösundet. I PREDO har dock dessa sammanfogats till en och samma utsläppspunkt, i och med att vattenflödet går ut i samma vattenmassa [12]. Vilken utsläppspunkt som ansätts är därmed av underordnad betydelse.

4.2 Dosberäkning

I enlighet med 5 kap. 3 § SSMFS 2018:1 [4] ska stråldos till allmänheten beräknas för en hypotetisk person som representerar den eller de grupper av personer i allmänheten som förväntas få de högsta stråldoserna från verksamheten, en så kallad representativ person. Denna beräkning ska utföras för ålderskategorierna 0 – 5 år, 6 – 15 år respektive 16 – 70 år.

4.2.1 Luftutsläpp

I PREDO ansätts de två fallen med aktivitetsinventarium enligt Tabell 3 med simuleringstid 70 år. Resultatet är årsdos till representativ person, både medelfamilj samt mest exponerade familj, vilket i fallet med luftutsläpp från den fiktiva utsläppspunkten från STP är bondefamiljen, presenteras i Tabell 5.

2026-05-12

2026-06-24 Rev. 1

Tabell 5

Resulterande årsdoser från PREDO vid luftutsläpp från den fiktiva utsläppspunkten på STP.

Dos till representativ person [mSv]						
Medelfamilj				Mest exponerad familj		
Luftutsläpp	0-5 år	6-15 år	16-70 år	0-5 år	6-15 år	16-70 år
Realistiskt	1,55E-04	1,95E-04	2,27E-04	1,91E-04	2,12E-04	2,46E-04*
Konservativt**	1,89E-03	2,42E-03	2,82E-03	2,34E-04*	2,63E-03	3,06E-03

* För dessa är den mest exponerade familjen vegetarianfamiljen i stället för bondefamiljen.

** ^{10}Be återfinns inte i PREDO. Som analog ansattes ^{90}Sr , då denna har likvärdigt elektronemissionsspektrum vid betasönderfall. Bidraget från dotternukliden ^{90}Y inkluderades ej i simuleringen. Halveringstiden mellan ^{10}Be och ^{90}Sr skiljer sig åt markant men aktivitetsbidraget från ^{10}Be är väldigt litet och bidrar minimalt till resulterande dos.

Som framgår ur Tabell 5 skiljer sig värdena med ca en tiopotens mellan det realistiska fallet och det konservativa fallet. Detta motsvaras helt av att skillnaden i aktivitetsinventariet av ^3H och ^{14}C , som är en tiopotens. Det högsta värdet som erhålls vid ett års postulerat luftutsläpp med mycket konservativa antaganden är 3,06E-03 mSv.

4.2.2 Vattenutsläpp

Med PREDO togs dosfaktorer fram för de två fallen med aktivitetsinventarium enligt Tabell 4 med simuleringstid 70 år. Resulterande årsdos till representativ person, både medelfamilj samt mest exponerade familj, presenteras i Tabell 6. För den yngsta ålderskategorin är den mest exponerade familjen bondefamiljen för ^3H och ^{63}Ni , för övriga nuklider är det fiskarfamiljen. För ålderskategorin 6 – 15 år ser det snarligt ut, den enda skillnaden är att för ^3H är den mest exponerade familjen vegetarianfamiljen. För ålderskategorin 16 – 70 år är den mest exponerade familjen fiskarfamiljen förutom för ^3H för vilken det är vegetarianfamiljen.

Tabell 6

Resulterande årsdoser med PREDO vid vattenutsläpp.

Dos till representativ person [mSv]						
Medelfamilj				Mest exponerad familj		
Vattenutsläpp	0-5 år	6-15 år	16-70 år	0-5 år	6-15 år	16-70 år
Realistiskt	5,44E-05	2,67E-05	3,42E-05	1,17E-04	7,18E-05	8,30E-05
Konservativt	6,76E-05	3,23E-05	4,00E-05	1,38E-04	8,28E-05	9,45E-05

Som framgår i Tabell 6 är värdena överlag väldigt låga där det högsta värdet som erhålls vid ett års postulerat vattenutsläpp med mycket konservativa antaganden är 1,38E-04 mSv.



2026-05-12

2026-06-24 Rev. 1

För vattenutsläpp saknas nukliderna ^7Be , ^{10}Be , ^{59}Ni , ^{94}Nb , ^{59}Fe , ^{57}Co , ^{135}Cs samt ^{93}Mo i PREDO. Eftersom dosbidraget från ^3H och ^{14}C ligger flertalet storleksordningar över dosbidraget från samtliga andra beräknade nuklider bedöms det acceptabelt att dessa inte ges hänsyn. Även med ^{90}Sr som analog för ^{10}Be , i enlighet med resonemang i 4.2.1, är dosbidraget för det mest konservativa fallet (konservativt inventarium, den yngsta ålderskategorin, bondefamilj) tre tiopotenser lägre än för både ^3H och ^{14}C .

4.3 Utsläppspåverkan STP

För att sätta de prognosticerade utsläppen i tabellerna 3 och 4 samt resulterande dos i tabellerna 5 och 6 i relation till nuvarande utsläpp från både SNAB och STP kan dessa värden jämföras med de resultat som presenteras på årsbasis. För år 2024 återfinns resultaten i [15]. Ur [15] framgår att för år 2024 dominerades luftutsläppet från SNAB från anläggning HCL med ett totalt aktivitetsutsläpp om ca $2,00\text{E}+11$ Bq, att jämföra med det totala prognosticerade luftutsläppet från båda anläggningarna FAB 1 och FAB 2 om ca $3,36\text{E}+13$ Bq respektive $2,68\text{E}+13$ Bq i det konservativa respektive realistiska scenariot. För vattenutsläppet från SNAB år 2024 uppgick det totala aktivitetsutsläppet till ca $6,70\text{E}+09$, att jämföra med det totala prognosticerade vattenutsläppet från båda anläggningarna FAB 1 och FAB 2 om ca $3,36\text{E}+13$ Bq respektive $2,41\text{E}+13$ Bq i det konservativa respektive realistiska scenariot.

Jämfört mot hela STP sammanställs dos till allmänheten för åren 1991 – 2025 i [15]. Ur denna framgår att sedan PREDO introducerades har de totala luftutsläppen från STP oftast resulterat i en dos till allmänhet om ca $1,0\text{E}-06$ mSv/år med högsta värde ca $4,0\text{E}-05$. För vattenutsläpp är motsvarande värden ca $1,0\text{E}-05$ mSv/år med högsta värde ca $5,0\text{E}-05$ mSv/år. Jämfört mot de prognosticerade doserna till allmänheten i tabellerna 5 och 6 framgår att även dos till allmänheten från luftutsläpp kommer domineras av det totala bidraget från båda anläggningarna FAB 1 och FAB 2. Avseende vattenutsläpp framgår av sammanställningen i [15] att historiskt på STP har dos till allmänheten från vattenutsläpp legat i storleksordningen $\text{E}-04$ mSv/år, d.v.s. samma storleksordning som prognosticeras med mycket konservativa antaganden för det totala bidraget från båda anläggningarna FAB 1 och FAB 2.

Utsläppen och resulterande dos till allmänheten från SNAB prognosticeras därmed domineras framgent av de utsläpp som genereras från kommande anläggningar FAB 1 och FAB 2, dock fortfarande långt under gränsvärdet $0,1$ mSv/år i [3].



2026-05-12

2026-06-24 Rev. 1

5 Övriga utsläppsaspekter

5.1 Diffusa utsläpp

Utsläpp till luft kan potentiellt ske vid händelse av bortfall av ventilation samt via diffusa utsläpp, vilka skulle kunna förekomma exempelvis vid öppning av portar till anläggningen.

Port återfinns in till rum 11.03 som öppnas vid transport och service av stora komponenter. Portar återfinns även till rummen 11.09 respektive 11.12 för in- respektive uttransport av containrar innehållande avfall [16].

5.2 Begränsningar av utsläpp

Luftutsläppen begränsas genom det omfattande filtreringssystem som beskrivs i avsnitt 3.1.

Vätskeburna utsläpp från anläggningen sker via kategori 4 systemet i anläggning för vätskeburet avfall [17], i vilken rening och filtrering sker av vätskeburen aktivitet före utsläpp till recipienten.

Byggnaden håller undertryck i förhållande till utsidan vilket bidrar till att minska diffusa utsläpp till omgivningen. De totala diffusa utsläppen från anläggningen bedöms som mycket små.



2026-05-12

2026-06-24 Rev. 1

6 Störningsscenario

Den händelse som bedöms vara mest relevant är brand. Eftersom aska resulterande från pyrolysen kommer placeras i plåtkokill kommer ett ackumulerat aktivitetssinnehåll i kokill att göra att detta blir dimensionerande⁴.

Eftersom jonbytarmassa är den enda avfallstypen som det finns ett uppskattat aktivitetssinventarium för⁵ ansätts aska från pyrolyserad jonbytarmassa som referensmaterial och inventarium. I underlaget till [6] antas samtliga nuklider i Tabell 1 stanna i askan efter pyrolysning bortsett från ³H och ¹⁴C.

I underlaget till [6] antas en volymreduktion om 90 %. Med utgångspunkt i befintlig avfallsbeskrivning för plåtkokill, S.24 [19], är tillgänglig volym ca 1,6 m³. Eftersom ingen avfallsbeskrivning finns i dagsläget för avfallet är slutkonditioneringen inte säkerställd. Ett konservativt antagande görs om att 80 % av den tillgängliga volymen kan användas till aska, d.v.s. ca 1,3 m³.

Med ett konservativt antagande om en densitet för askan på 2 kg/dm³ motsvarar den tillgängliga volymen ca 2 600 kg aska. Detta motsvarar rester från ca 18 års förbrukning av jonbytarmassa. Ett extremt konservativt och orealistiskt scenario ansätts med ett aktivitetssinventarium från 18 års förbrukningar av jonbytarmassa med 5 års avklingningstid. Resultatet blir enligt Tabell 7.

⁴ I anslutning till pyrolysanläggningen finns även en lagerbyggnad men brand i metalliskt avfall i ståltankar alternativt kokiller bedöms inte sannolikt nog för att beaktas.

⁵ Tidigare i rapporten uppskattas aktivitetssinventarium för filter och aktivitetssinnehållet i filter överstiger aktivitet i jonbytarmassa men antagandena till dessa är mycket grova och mängder etc. är mycket svåruppskattade, varmed jonbytarmassa väljs.



2026-05-12

2026-06-24 Rev. 1

Tabell 7

Aktivitetsinventarium för en plåtkokill innehållande aska från pyrolyserad jonbytarmassa.

Nuklid	Aktivitet [Bq]
¹⁰ Be	1,06E+11
⁵⁵ Fe	8,35E+09
⁶⁰ Co	4,44E+09
⁶³ Ni	2,46E+08
⁹⁷ Tc	3,06E+06
⁹³ Nb ^m	2,22E+06
⁵⁹ Ni	8,37E+05
¹⁰¹ Rh	1,89E+05
⁹¹ Nb	1,63E+05
⁹³ Mo	9,17E+04
⁹² Nb	4,45E+04
⁹⁹ Tc	6,84E+03
⁹⁴ Nb	3,08E+03
⁵³ Mn	2,40E+03
²² Na	3,61E+02
¹⁰² Rh ^m	2,91E+02
⁶⁰ Fe	4,34E+01

För brand finns det utav internationella atomenergiorganet (IAEA) framtagna fraktioner (FRF) av hur mycket av aktiviteten som frigörs vid brand för olika nuklider [19]. Med beaktande av dessa blir det resulterande inventariet enligt Tabell 8, i vilken även FRF framgår.

2026-05-12
2026-06-24 Rev. 1

Tabell 8

Aktivitetsinventarium efter hänsyn till hur mycket aktivitet som frigörs vid en brand.

Nuklid	FRF*	Aktivitet [Bq]
¹⁰ Be	1E-02	1,06E+09
⁵⁵ Fe	1E-02	8,35E+07
⁶⁰ Co	1E-03	4,44E+06
⁶³ Ni	1E-02	2,46E+06
⁹⁷ Tc	1E-02	3,06E+04
⁹³ Nb ^m	1E-02	2,22E+04
⁵⁹ Ni	1E-02	8,37E+03
¹⁰¹ Rh	1E-02	1,89E+03
⁹¹ Nb	1E-02	1,63E+03
⁹³ Mo	1E-02	9,17E+02
⁹² Nb	1E-02	4,45E+02
⁹⁹ Tc	1E-02	6,84E+01
⁹⁴ Nb	1E-02	3,08E+01
⁵³ Mn	1E-02	2,40E+01
²² Na	1E-02	3,61E+00
¹⁰² Rh ^m	1E-02	2,91E+00
⁶⁰ Fe	1E-02	4,34E-01

* För de nuklider som inte återfinns i [18] ansätts en analog, antingen i form av en nuklid av samma grundämne alternativt antagen sammansatt form.

6.1 Jämförelse med dimensionerande störningsscenario för SNAB

För SNAB finns det två dimensionerande händelser som kan ge dospåverkan till omgivningen [20]; jordbävning som skadar förvaringsanläggningen (FA) så att delar av gapinventariet frigörs till omgivningen samt brand i en cell i HCL där maximal mängd radioaktiva ämnen i cellerna samt alla radioaktiva ämnen i filteranläggningarna frigörs. Dessa ligger till grund för bedömning och beslut om vilken hotkategori SNAB ska klassificeras i då en händelse skulle kunna resultera i en dos som kräver skyddsåtgärder utanför industristaketet.

Av lätt införstådda skäl bedöms inte händelsen i FA som relevant för föreliggande dokument. Branden i HCL blir det jämförande scenariot [21].

I [21] har omgivningskonsekvenserna från den postulerade händelsen beräknats med en källterm som i allt väsentligt är avsevärt större än den som anges i Tabell 8. Exempelvis är totalaktiviteten ca 1,14E+11 i [21] i jämförelse med 1,15E+09 i Tabell 8. Som jämförelse finns det 11 nuklider i [21] vars inventarium överstiger totalaktiviteten i Tabell 8; ⁵⁵Fe, ⁶⁰Co, ⁹⁰Sr, ⁹³Nb^m, ¹⁰⁶Ru, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, ¹⁴⁷Pm, ¹⁵⁴Eu, ²⁴¹Pu samt ²⁴⁴Cm. Av dessa ingår ⁵⁵Fe, ⁶⁰Co och ⁹³Nb^m i Tabell 8. Tilläggas kan även att de nuklider som ingår i [20] har högre dosomvandlingsfaktorer för olika scenarier, främst då det ingår flertalet alfastrålande nuklider (två av vilka nämns ovan).



2026-05-12

2026-06-24 Rev. 1

Trots en mycket konservativ utgångspunkt avseende inventariet i Tabell 8 erhålls alltså ett aktivitetsinventarium som i jämförelse med dimensionerande brandhändelse i HCL står sig slätt. Med tanke på att omgivningskonsekvensen blir avsevärt lägre än i [21] bedöms därmed ingen modellering av brand i aska vara nödvändig, då det inte påverkar dimensioneringen av eventuella skyddsåtgärder för SNAB eftersom doskonsekvensen bedöms underskrida 1,6 mSv.

2026-05-12

2026-06-24 Rev. 1

7 Inventarium i förhållande till D-värde

Ur säkerhetsaspekt finns det hänsyn som behöver tas till mängden radioaktiva ämnen som används och lagras. Det så kallade D-värdet är då av relevans [22]. Hur det mycket konservativa inventariet i en plåtkokill enligt Tabell 7 förhåller sig till D-värden för respektive nuklid framgår i Tabell 9.

Tabell 9

Förhållande mellan aktivitetsinventarium, A, enligt Tabell 7 och D-värde.

Nuklid	Aktivitet [Bq]	D-värde [Bq]	A/D
¹⁰ Be	1,06E+11	3E+13	3,53E-03
⁵⁵ Fe	8,35E+09	8E+14	1,04E-05
⁶⁰ Co	4,44E+09	3E+10	1,48E-01
⁶³ Ni	2,46E+08	6E+13	4,10E-06
⁹⁷ Tc	3,06E+06	UL*	-
⁹³ Nb ^m	2,22E+06	3E+14	7,40E-09
⁵⁹ Ni	8,37E+05	1E+15	8,37E-10
¹⁰¹ Rh	1,89E+05	3E+11	6,30E-07
⁹¹ Nb	1,63E+05	-	-
⁹³ Mo	9,17E+04	3E+14	3,06E-10
⁹² Nb	4,45E+04	-	-
⁹⁹ Tc	6,84E+03	3E+13	2,28E-10
⁹⁴ Nb	3,08E+03	4E+10	7,70E-08
⁵³ Mn	2,40E+03	UL*	-
²² Na	3,61E+02	3E+10	1,20E-08
¹⁰² Rh ^m	2,91E+02	1E+11	2,91E-09
⁶⁰ Fe	4,34E+01	6E+10	7,23E-10

* Obegränsad mängd (Unlimited Quantity)



2026-05-12

2026-06-24 Rev. 1

8 Framtida arbete

Det finns tydliga begränsningar i föreliggande rapport, främst antaganden om källterm som grund till beräkning av utsläpp. Rapporten är dock framtagen med den kunskap som finns i skrivande stund. Framöver, när mer underlag finns att tillgå och behov bedöms finnas, kan en förnyad prognos av aktivitetsinventarium samt förnyad modellering av doser till allmänheten utföras.



2026-05-12

2026-06-24 Rev. 1

9 Revisionsförteckning/Revision Record

Rev. nr	Granskad av	Godkänd av	Rapportdatum
0	William Eek	Christoffer Ellmark	2026-05-12
1	William Eek	Christoffer Ellmark	2026-06-24

Rev. nr	Avsnitt	Beskrivning av revideringar
0		Ny rapport
1		Uppdaterad efter inkomna externa kommentarer



2026-05-12

2026-06-24 Rev. 1

10 Referenser

- [1] Mason, B. (2021). *inDRUM THERMAL TREATMENT SYSTEM – OVERVIEW AND TECHNICAL DESCRIPTION*. Studsvik Inc. (IDP-SYS-SD-001).
- [2] SSMFS 2008:1. *Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter och allmänna råd om säkerhet i kärntekniska anläggningar*.
- [3] SSMFS 2008:23. *Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om skydd av människors hälsa och miljön vid utsläpp av radioaktiva ämnen från vissa kärntekniska anläggningar*.
- [4] SSMFS 2018:1. *Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om grundläggande bestämmelser för tillståndspliktig verksamhet med joniserande strålning*.
- [5] Eek, W. (2024). *Prestudy inDRUM Radwaste*. Studsvik Waste Management Technology AB. (STUDSVIK/WMT-24/001).
- [6] Gries Dahlberg, C., Eek, W. (2024). *Calculations for ESS Waste Description U.12*. Studsvik Waste Management Technology AB. (STUDSVIK/WMT-20/009).
- [7] Studsvik Nuclear AB (2026). *Studsvik: Kompletterande samrådsunderlag – Tillståndsansökan enligt 9 och 11 kap. miljöbalken för befintlig och utökad verksamhet*. (Studsvik samrådsunderlag 25075).
- [8] Eek, E., Runevall, O. (2012). *SFR - Calculated inventory of selected nuclides and substances in spent ion exchange resins from Swedish nuclear power plants*. Studsvik ALARA Engineering. (10-0067R).
- [9] Lidar, P., Karlsson, M. (2025). *Waste Acceptance Criteria – inDRUM*. Studsvik Waste Management Technology AB. (STUDSVIK/WMT-25/011).
- [10] Konnéus, P. (2024). *Beräknad maxdosrat för inDRUM RW behandlad jonbytarmassa*. Studsvik Waste Management Technology AB. (STUDSVIK/WMT-24/003).
- [11] Lindberg, M. (2013). *BAT-utvärdering av behandlingsalternativ radioaktivt avfall innehållande endast tritium och C-14, inklusive avfallens fysiska egenskaper samt anläggningarnas möjligheter att acceptera avfallet*. Studsvik Nuclear AB. (N-12/149).
- [12] Broed, R., Rensfeldt, V., et al. (2017). *PREDO – PREDiction of doses from normal releases of radionuclides to the environment: Site report – Studsvik/SVAFO*. Vattenfall. (QP.50000-63726184).



2026-05-12

2026-06-24 Rev. 1

- [13] Broed, R., de With, G., et al. (2017). *PREDO – PREdiction of doses from normal releases of radionuclides to the environment: Results – Studsvik/SVAFO*. Vattenfall. (QP.50000-87996375).
- [14] *Preliminär Säkerhetsredovisning för HCL Extension (FAB1)*. Under framtagning.
- [15] Suutari, T. (2026). *UTSLÄPP AV RADIOAKTIVA ÄMNEN FRÅN CYCLIFE SWEDEN AB, STUDSVIK NUCLEAR AB OCH AB SVAFO – ÅRSRAPPORT 2025*. C-26/003.
- [16] Persson, D. (2024). *INDRUM – STUDSVIK: Sammanfattande anläggningsbeskrivning*. WSP Sverige AB. (10365323).
- [17] Toivanen, J., Estrada, L. (2024). *Anläggningsspecifik SAR: Anläggning för vätskeburet avfall*. Studsvik Nuclear AB. (STUDSVIK/N-23/112).
- [18] Ekström, L., Skoog, S. (2011). *Typbeskrivning S24 – Plåt- och betongkokiller innehållande avfall för deponering i Silo*. Studsvik Nucelar AB. (STUDSVIK/N-11/065).
- [19] International Atomic Energy Agency (2000). *Generic procedures for assessment and response during a radiological emergency*. IAEA-TECDOC-1162.
- [20] Tengborn, E. (2017). *Underlag till hotkategorisering för Studsvik Nuclear AB*. Strålsäkerhetsmyndigheten. (Dokumentnummer SSM2017-991-10).
- [21] Pukari, M., Spontón, L-L. (2017). *Omgivningskonsekvens vid brand på HCL*. Studsvik ALARA Engineering. (N-16/056R).
- [22] International Atomic Energy Agency (2006). *Dangerous quantities of radioactive material (D-values)*. IAEA-EPR-D-VALUES.

Detta är ett elektroniskt undertecknat dokument

Underskrifterna i detta dokument uppfyller kraven för Avancerad Elektronisk Underskrift enligt definitionen i eIDAS (EU:s förordning 910/2014).

Äktheten kan kontrolleras i alla tjänster som kan validera underskrifter som godkänts av Myndigheten för digital förvaltning (DIGG). Använd till exempel valideringstjänsten [Signport](#). För validering med Adobe Acrobat Reader, [läs mer här](#).

Notera, om dokumentet skrivs ut på papper följer de elektroniska underskrifterna inte med och kan därför inte valideras.

Följande personer har genom sin elektroniska underskrift godkänt innehållet i detta dokument samt försäkrat att angivna uppgifter är korrekta.