DD-69 (DA)

DANSK DEKOMMISSIONERING

Dekommissionering af Teknologihallen

Endelig dekommissioneringsrapport

Dansk Dekommissionering, Roskilde
December 2022

Forfatter: Kirsten Hjerrild Nielsen

Titel: Dekommissionering af Teknologihallen

Enhed: DKM

DD-69 (DA)

december 2022

Resumé:

Rapporten beskriver dekommissioneringen af det nukleare anlæg, som tidligere anvendtes til fabrikation af brændselselementer til DR 2 og DR 3.

Rapportens indhold følger specifikationen i Betingelser for Drift og Afvikling pkt. 14.3.1. [1]

Rapporten er udarbejdet parallelt med og skal læses sammen med "Rapport over radiologisk status" DD-84(DA) [3].

Sider: 88

Tabeller: 5

Illustrationer: 45

Referencer: 3

Bilag: 5

	Dato	Navn	Underskrift
Redigeret	20/12 2022	Bjarne H. Rasmussen	
Godkendt	19/12 2022	Kirsten H. Nielsen	

Dansk Dekommissionering
Post Boks 320
4000 Roskilde

Tlf: 4633 6300
Fax: 4633 6302
E-mail: dd@dekom.dk
Web: www.dekom.dk

Indhold:

1 Indledning 9

1.1 Dekommissioneringens gennemførelse 10

2 Beskrivelse af Teknologihallen, Bygning 229 10

2.1 Beskrivelse af de enkelte anlægsdele 12

2.1.1 Hallen generelt (S36 og S37) 12
2.1.2 Pulverrum (S07 og S09), tidligere kaldet udslagsrum 12
2.1.3 Ovnrum (S01, S03 og S05) 13
2.1.4 Renserum (S16) 13
2.1.5 Ventilationsanlæg 15
2.1.6 Koboltkilde (røntgenrum) (S58) 15
2.1.7 Mørkerum (kontrolrum til røntgenrum) (S57) 16
2.1.8 Omklædnings- og baderum (S04 og S49) 16
2.1.9 Målerum (S02) 16
2.1.10 Øvrige lokaler i bygningen 17
2.1.11 Faciliteter i kælderen 17

2.2 Tidligere dekommissioneringsaktiviteter 17

2.2.1 Lukning og nedklassifikation af produktionsanlægget 17
2.2.2 Aktive afløbssystemer 18

2.3 Grundlag for den aktuelle dekommissionering 18

3 Dekommissioneringsmål og strategi 21

4 Radionuklider og frigivelseskriterier 22

4.1 Frigivelsesfunktionen 23

4.2 Frigivelsesprocedurer 23

4.3 Dokumentstyring 24

5 Dekommissioneringsarbejdet 26

5.1 Konventionel sikkerhed 26

5.2 Specielle værnemidler 26

5.3 Gule zoner i blå områder 26

5.4 Renserum (S16) og tilhørende ventilationsrum (116) 28

5.4.1 Affedtningskar og bade. 28
5.4.2 Stinkskab og vitrineskab 29
5.4.3 Ventilationskanaler 29
5.4.4 Vægge og loft 29
5.4.5 Gulv i renserum 30
5.4.6 Gulv i ventilationsrum (rum 116) 30
5.4.7 Afløb og gulvfordybning under affedtningskar 31

5.5 Ovnrum (S01+S03+S05) 31

5.5.1 Fjernelse af vakuumovn 31
5.5.2 Gulv omkring vakuumovnen 33

5.5.3 Sumpen under vakuumovnen 33
5.6 De blå områder 33
5.7 Ventilationsrum over pulverrum (rum 109) 34
5.7.1 Demontage af ventilationssystemer 37
5.7.2 Overflader i rummet 38
5.8 Pulverrum (S07 og S09) 38
5.8.1 Fjernelse af udslagsbord 38
5.8.2 Fjernelse af resterende ventilationskanaler 40
5.8.3 Slibning af vægge og loft 40
5.8.4 Slibning af gulv 43
5.8.5 Fjernelse af gulvafløb (nr. 12) 44
5.8.6 Fjernelse af gulv 44
5.9 Aktive afløbssystem 47
5.9.1 Demontage af afløb 48
5.10 Fjernelse af kontamination i krybekælderen 49
5.11 Bygning 228 52
6 Endelig radiologisk status 54
7 Dekommissioneringsaffald 55
8 Overvågningsprocedurer, målemetoder og doser 58
8.1 Eksterne og interne doser 58
8.2 Overvågning af luftkontamination 58
8.3 Overvågning af kontamination 59
9 Unormale hændelser 60
10 Uforudsete forhold 61
10.1 Valser til valseværket 61
10.2 Ventilationsrum over pulverrum 61
10.3 Pulverrum 63
10.4 Gulvet i kanalen i krybekælderen 63
10.5 Afløbsrør fra bygning 228 66
11 Frigivelsesprocedurer 67
11.1 Frigivelse af emner 67
11.2 Frigivelse af bygning/bygningsdele 67
12 Erfaringer 69
12.1 Luft-ioniseringsanlæg 69
12.2 Tørisblæsning til fjernelse af maling på pudsede vægge 69
12.3 Luftpuder til flytning af udslagsbord 69
12.4 Uran diffunderer ind i stål og zink 69
12.4.1 Vakuumovn 69
12.4.2 Ventilationskanaler i rum over pulverrum 70
12.4.3 Konklusion 70

12.5 Spild med kontamineret kølevæske 70
12.6 Tilstedeværelse af andre i en bygning under dekommissionering 71
12.7 Information af naboer 71
12.8 Rækkefølge 72
12.9 Afrensning af to-komponent maling 72
12.10 Metodevalg til fjernelse af kontamination i kældergulv 72
13 Konklusion 73
Referencer 74
Bilag 1: Metodeanalyse 75
Bilag 2: Ioniseringsboks 78
Bilag 3: Skaleringsfaktorer 82
Bilag 4: Referat af møder med tidligere medarbejdere 86
Bilag 5: Poster - Teknologihallen 88

Forord

Denne rapport er den endelige dekommissioneringsrapport til de nukleare tilsynsmyndigheder som dokumenterer, at dekommissioneringen af Teknologihallen, bygning 229, er gennemført i overensstemmelse med projektbeskrivelsen [2] og ifølge tilladelse til dekommissionering fra de nukleare tilsynsmyndigheder dateret den 29. august 2013.

Rapportens indhold følger specifikationen i Betingelser for Drift og Afvikling pkt. 14.3.1 [1] og dokumenterer de aktiviteter, der er blevet udført under dekommissioneringen af det nukleare anlæg, Teknologihallen, som tidligere anvendtes til fabrikation af brændselselementer til DR 2 og DR 3.

Dekommissioneringen omfattede demontering og rensning af udstyr fra produktionen samt frigivelsesmålinger på tilbageværende udstyr og bygningsdele, hvor der siden 2002 ikke har foregået aktiviteter med relation til brændselsproduktionen.

Nedtagningsarbejdet påbegyndtes i efteråret 2013 efter en etårig planlægningsperiode og blev afsluttet i februar 2015. Dog udestod der et område i krybekælderen med svag kontamination. Dette område blev oprenset i 2022.

Nærværende rapport vil bidrage til det tekniske og erfaringsmæssige grundlag for den videre dekommissionering af de nukleare anlæg i Danmark.

Dekommissioneringen omfattede ikke bygning 228. Denne bygning er ikke et nukleart anlæg, selv om dele af afløbssystemet har været fælles for bygning 228 og 229. Men da der blev fundet kontamination i en begrænset del af afløbsrørene fra 228, er disse også inkluderet i denne rapport.

Følgende har bidraget til denne dekommissioneringsrapport:

Leif Høgh Olsen, projektingeniør
Anne Sørensen, tidligere sektionschef
Thommy Ingemann Larsen, tidligere helsefysiker
Mikkel Øberg, enhedschef
Savas Ünal, ingeniør
Bjarne Damsgaard, projektleder
Mikkel Spallou Eriksen, ingeniør
Frederik Storm Mahler, helsefysiker

Følgende har gennemlæst denne dekommissioneringsrapport:

Ole Kastbjerg Nielsen, direktør
Klaus Iversen, tidligere funktionsleder
Per Hedemann Jensen, tidligere sektionschef
Kirsten Hjerrild Nielsen, teknisk direktør
Bjarne Hindborg Rasmussen, enhedschef

Følgende har redigeret denne dekommissioneringsrapport:

Malou Drewsen, Myndigheds- og kvalitetskoordinator

Dekommissionering af Teknologihallen

1 Indledning

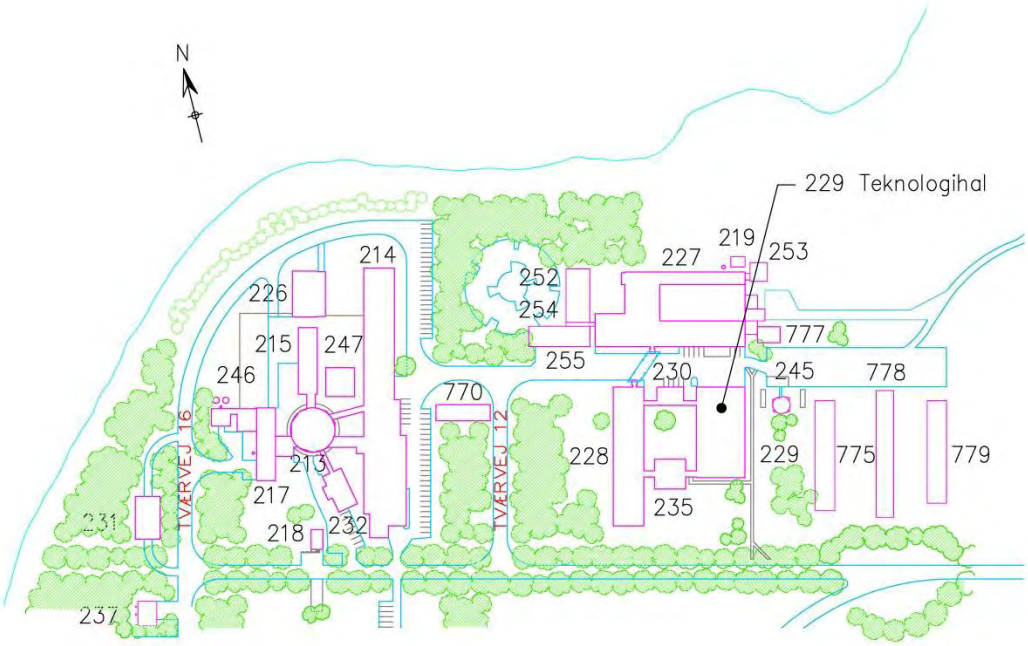
Dekommissioneringen af Teknologihallen var planlagt til at løbe i perioden 2013-2015.

Projektbeskrivelsen blev godkendt af de nukleare tilsynsmyndigheder i august 2013 og budgettet (aktstykket) blev godkendt af Finansudvalget i oktober 2013. Dekommissioneringsarbejdet blev igangsat umiddelbart herefter og endeligt afsluttet i februar 2015. Denne afsluttende rapport, der beskriver processen, er udarbejdet i umiddelbar forlængelse heraf.

Dog blev en mindre kontamination af et område af gulvet i krybekælderen først fjernet i 2022, og en beskrivelse af dette arbejde er tilføjet rapporten umiddelbart inden fremsendelse.

Nærværende rapport beskriver de valgte metoder og processer i forbindelse med dekommissionering af Teknologihallen. Rapporten indeholder bl.a. beskrivelser af dekommissioneringsaktiviteterne, det frembragte dekommissioneringsaffald, erfaringer (lessons learned) og frigivelsesprocedurer.

Figur 1 viser placering af bygning 229 i forhold til andre bygninger i området.



Figur 1 Oversigtskort over området

1.1 Dekommissioneringens gennemførelse

Størstedelen af arbejdet (2013-2015) er blevet gennemført under ledelse af sektionschefen for Dekommissionering af Nukleare Anlæg, mens arbejdet med kældergulvet (2022) blev gennemført under ledelse af enhedschefen for Dekommissionering. Der er gennemført de normale helsefysiske rutiner for kontrol og overvågning af strålings- og kontaminationsniveauer.

Den største del af nedtagningsarbejdet er blevet gennemført med velkendte arbejdsrutiner og værktøjer af DD's eget personale. Derudover har der været inddraget ekstern ekspertise med specialværktøjer til enkelte specialopgaver.

2 Beskrivelse af Teknologihallen, Bygning 229

Fabrikationsanlægget til uranbrændselselementer befandt sig i bygning 229.

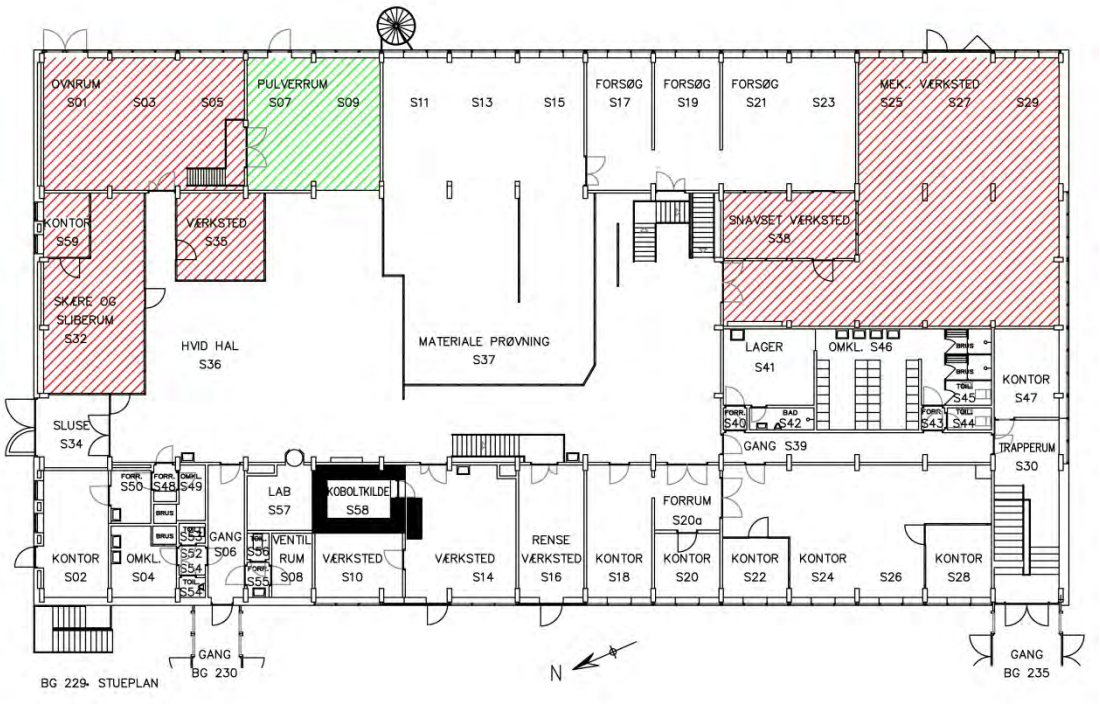
Bygningen og anlægget hørte i driftsfasen under Forskningscenter Risøs daværende Metallurgiafdeling sammen med bygningerne 227, 228, 230 og 235.

Efter et antal omorganiseringer hører hovedparten af lokalerne i bygning 229 i øjeblikket under DTU's Institut for Vindenergi. Herudover råder DTU's

Institut for Fysik over et lokale i stueetagen, og DTU's Institut for Energikonvertering over fire lokaler i stueetagen og fem på første sal.

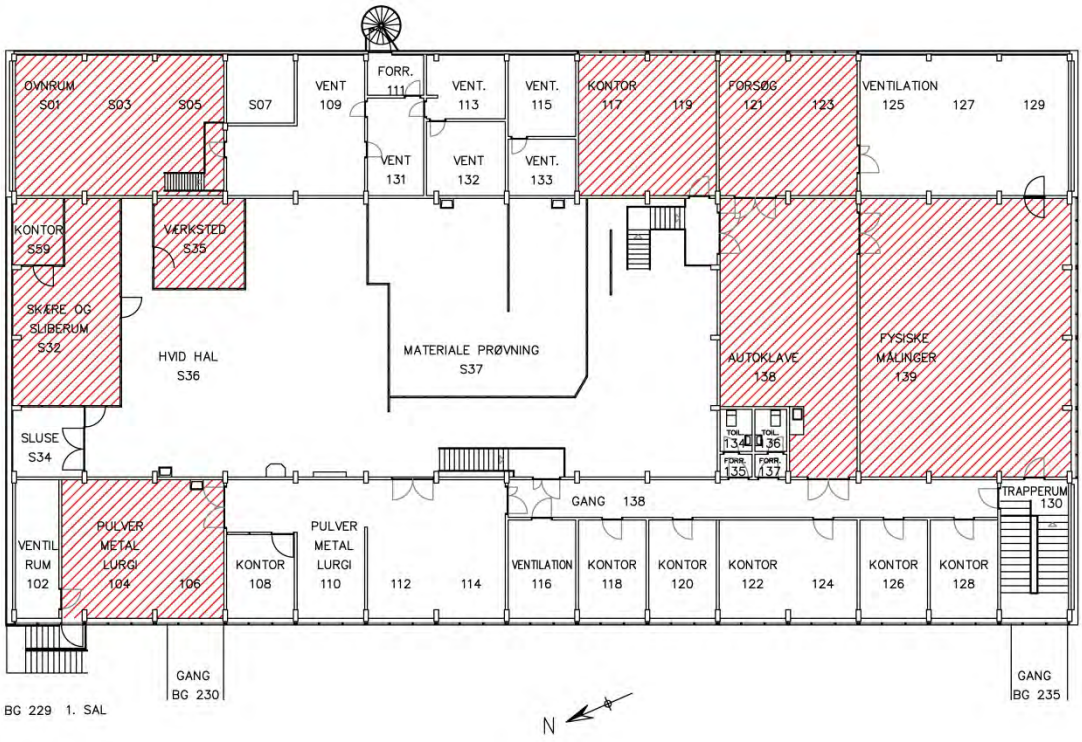
I denne opgørelse er ikke medregnet diverse kontorer, som ikke har været berørt af brændselsproduktionen.

Hallen (nu S36 og S37) blev benyttet til fremstilling af brændselsstave og brændselselementer til forsøgsbestrålinger samt fabrikation af brændselselementer. Denne produktion er ophørt i 2002. Figur 2 og Figur 3 viser bygningens indretning og fordeling mellem ejere pr. 2012.



Figur 2 Stueplan i Teknologihallen i 2012. De med rødt skraverede lokaler anvendes af DTU Energikonvertering, det med grønt skraverede af DTU Fysik og de øvrige af DTU Vindenergi

De gulve, hvor der var størst risiko for spredning af kontamination, var oprindelig, dvs. de første ca. ti år, et malet betongulv. På grund af slid blev gulvet med mellemrum vedligeholdt med en tokomponent maling, som også blev anvendt andre steder på Risø, f.eks. i Hot Cell anlægget. Da det blev forbudt at anvende denne maling på grund af dens indhold af sundhedsskadelige stoffer (PCB og bly), valgte man at dække malingen med linoleum.



Figur 3 Første sal i Teknologihallen i 2012. De med rødt skraverede lokaler anvendes af DTU Energikonvertering og de øvrige af DTU Vindenergi, bortset fra enkelte kontorer i vest siden

2.1 Beskrivelse af de enkelte anlægsdele

I det følgende beskrives de enkelte anlægsdele med reference til deres navn og funktion under produktionsfasen, selv om udstyr måtte være blevet fjernet og lokaler ombygget.

2.1.1 Hallen generelt (S36 og S37)

En dominerende maskine i hallen er valseværket, som blev anvendt til at udvalse pladerne til brændselselementerne. Forud for valsningen blev pladerne opvarmet i en ovn (Birlec), som også er placeret i hallen. Gulvet under valseværket og Birlec ovnen blev ikke belagt med linoleum, da dette ikke var nødvendigt. Disse maskiner står stadig på deres oprindelige plads. Under alle andre anlæg og udstyr blev der lagt linoleum.

2.1.2 Pulverrum (S07 og S09), tidligere kaldet udslagsrum

Rummet blev anvendt til produktion af uranpiller og efterbearbejdning af pillerne. Efter overgang til brug af lavt beriget uran blev der håndteret uranpulver.

I rummet var der et udslagsbord med udsugning gennem bunden. Bordet blev brugt til udslagning af kokiller, som her er udstøbte emner af uranpulver. I rummet fandtes desuden en drejebænk, en rundsav og en fræsemaskine, som alle var boltet fast til gulvet.

Rummet var tidligere (2002) blevet nedklassificeret til hvidt område og efterfølgende blev alle vægge og loftet malet.

2.1.3 Ovnrum (S01, S03 og S05)

I ovnrummet var der placeret en vakuum induktionsovn, der blev brugt til at smelte en uran-aluminium legering, der senere blev valset og stanset ud til brændselspiller. Endvidere var der i en periode placeret en handskeboks til håndtering af uranstykker (men ikke uranpulver).

Mens ovnen var i drift, var den tilsluttet et lukket kølevandssystem, som blev overvåget mht. aktivitet.

2.1.4 Renserum (S16)

I perioden med brændselselementproduktion blev rummet anvendt til rensning af brændselskerner (støbte U/Al blokke i første fase af produktionen) og brændselsplader (med uransilicid indlejret mellem to Al-plader i sidste fase af produktionen). Rensningen blev udført ved affedtning og syrebad. Der var to syrebade, hvor man anvendte en stærk salpetersyre. Figur 4 viser, hvordan rensningen af brændselsplader foregik.

Under affedtningskarret var der en sump, som kunne være kontamineret.

Figur 4 Rensning af plader

Figur 5 Renserummet. I forgrunden ses affedtningskarret, dernæst et syrebad og bagest skyllekarret.

Figur 6 Vitrineskab

Alle emner, som kunne tænkes at være kontaminerede, blev efter lukning af brændselselementproduktionen afdækket med træplader, og rummet blev efterfølgende kun anvendt i beskedent omfang. Figur 5 viser renserummet, før komponenterne blev afdækket med træplader. Figur 6 viser et vitrineskab på nordvæggen. Skabet blev senest brugt af DTU til opbevaring af bl.a. spraymaling. Skabets formål i driftsperioden er ukendt.

2.1.5 Ventilationsanlæg

I teknologihallen var der en række ventilationsanlæg. Nogle sørgede for komfortventilation, medens andre var procesventilationsanlæg, der sørgede for at suge luften ud fra produktionsprocesserne og filtrere afkastluften, inden den blev ledt ud i omgivelserne. De aktive ventilationsanlæg er beskrevet nedenfor.

2.1.5.1 Ventilationsrum over renserum (116)

I rummet var der to ventilationssystemer, der sugede luften ud fra karrene og stinkskabet.

Det ene system var udført i syrebestandige kunststofmaterialer og sugede luften ud fra de to syrekar, se Figur 4, medens det andet sugede luften ud fra affedtningskarret, se Figur 5, og stinkskabet. Da der ikke blev håndteret kontaminerede støvpartikler i nogen af anlæggene, blev systemerne vurderet til at skulle igennem en frigivelsesproces.

2.1.5.2 Ventilationsanlæg for ovn- og pulverrum (109)

I rummet var der fire ventilatorer:

- Ventilator A5, der sørgede for udsugning fra S11, S13 og S15.
- Ventilator A6, der sørgede for lokaludsugning fra drejebænk, skæremaskine, fræsemaskine og handskeboks. Denne ventilator sørgede også for udsugning fra selve pulverrummet (S07 og S09).
- Ventilator A7, der sørgede for udsugning fra udslagsbordet, der var placeret i pulverrummet.
- Ventilator A8, der sørgede for udsugning fra ovnrum (S01, S03 og S05) med lokaludsugning fra vakuumovnen og en på et tidligere tidspunkt nedtaget handskeboks. Efter brændselselementproduktionens ophør blev der etableret en lokaludsugning fra valseværket til brug ved rengøring af valserne med sundhedsskadelige rensemidler.

A5-anlægget har suget luft ud fra et område, der blev betegnet som ”uranbearbejdningsområde”. Området blev i starten anvendt til at svejse brændselsstave, hvor uranmaterialet var indvalset inden svejsning. Senere blev området udelukkende anvendt til kontorer. Anlægget kunne ikke være kontamineret, da det udelukkende havde suget luft fra lokaler, hvori der ikke havde været håndteret åbne kilder.

A6-, A7- og A8-anlæggene havde alle været brugt til udsugning af potentielt kontamineret støv og blev markeret som røde i projektbeskrivelsen [2].

2.1.6 Koboltkilde (røntgenrum) (S58)

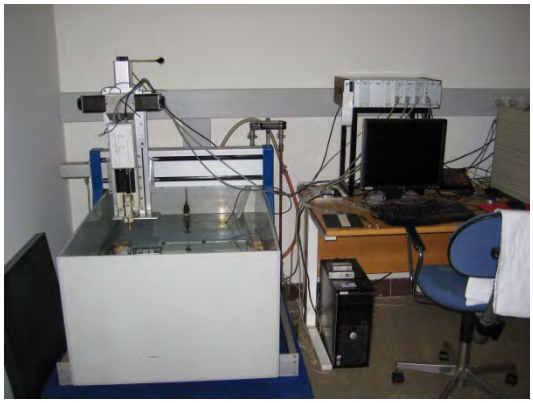
Rummet har tidligere været anvendt til gennemlysning af brændselsplader med såvel en ^{60}Co kilde, som med røntgenrør. Der har været håndteret

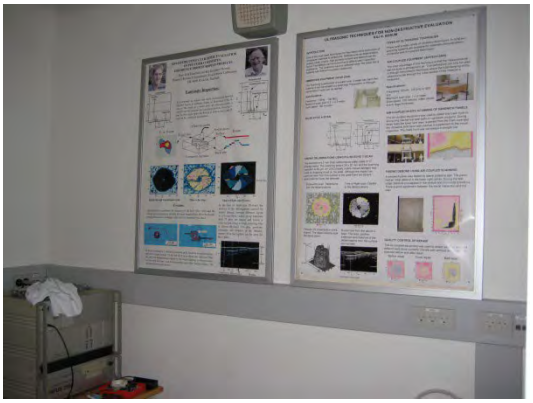
lukkede koboltkilder og færdige brændselsplader. I brændselspladerne var uranen indkapslet, og de færdige plader var affedtede. Det blev derfor vurderet, at denne proces ikke førte til kontamination i rummet.

Figur 7 Røntgenrummet (2012). I forgrunden ses (en del af) røntgenapparatet

2.1.7 Mørkerum (kontrolrum til røntgenrum) (S57)

Rummet har fungeret som kontrolrum til det tilstødende S58. Der har været anvendt kemikalier (fremkaldervæske o.lign.) i rummet, men ikke radioaktive materialer.





Figur 8 Mørkerummets anvendelse i 2012

2.1.8 Omklædnings- og baderum (S04 og S49)

I den nordvestlige ende af bygningen findes der to små omklædnings- og baderum, som blev brugt under den sidste fase af produktionen.

2.1.9 Målerum (S02)

I det nordvestlige hjørne findes et kontor, som tidligere har været anvendt som målerum, hvor de færdige brændselsplader blev inspiceret.

2.1.10 Øvrige lokaler i bygningen

2.1.10.1 Stueetagen

I det sydøstlige hjørne af bygningen findes et mekanisk værksted (modulerne S25, S27, S29 og S38), som i produktionsfasen modtog udstyr til produktionen udefra og klargjorde det, før det blev bragt ind i produktionsområdet. Ifølge oplysninger fra en nuværende medarbejder i værkstedet blev der også foretaget vedligehold og reparation af udstyr fra produktionen, men først efter at dette var blevet dekontamineret og kontrolmålt.

I øst- og vestsiden af bygningen var (og er) der ud over de allerede nævnte lokaler en række kontorer, hvor der ikke har været brændselsmateriale under den sidste fase af produktionen. I den første fase var der i modulerne S22, S24, S26 og S28 et målerum, hvortil færdige brændselselementer blev bragt. Nogle af de tidligere kontorer i østsiden (S11, S13 og S15) er, efter at produktionen af brændselselementer blev indstillet, blevet inddraget i materialeprøvningsområdet (S37).

I sydenden af bygningen er der et omklædnings- og baderum med den oprindelige flisebelægning på gulvet.

2.1.10.2 Første sal

På første sal i bygningen findes en række rum med blæsere og filtre til bygningens konventionelle ventilationsanlæg. Herudover er der en række kontorer og laboratorier, som ikke har været anvendt i forbindelse med brændselsproduktionen.

I modul 117-119, som nu er kontorlokale, har der tidligere været et uranlager i lukkede stålskabe [2]. Da lageret blev flyttet i 1994, blev lokalet rengjort og forsynet med en ny gulvbelægning, hvorefter det blev klassificeret som hvidt strålings- og kontaminationsområde.

2.1.11 Faciliteter i kælderen

Alle afløbssystemer var ført ned i kælderen. Herfra førte afløbsrørene videre enten til det almindelige rensningsanlæg, til de aktive tanke eller til kølevandstankene. Der var tagrender under de aktive afløbsrør.

Enkelte ventilationskanaler var ført ned i kælderen, hovedsageligt indblæsningskanaler. Den eneste kanal, som har været anvendt til udsugning i forbindelse med brændselselementproduktionen, var kanalen fra udslagsbordet i pulverrummet (S07 og S09).

Der er forbindelsesgange til bygning 228 og til tankgraven ved bygning 227.

2.2 Tidligere dekommissioneringsaktiviteter

2.2.1 Lukning og nedklassifikation af produktionsanlægget

Da produktionen blev indstillet i 2002, blev alle løse genstande kontrolmålt for overfladekontamination og fjernet. Valseværket og Birlec ovnen forblev på deres hidtidige placeringer. Der blev målt for fast- og løstsiddende kontamination på alle tilgængelige overflader, og der blev ikke ved den lejlighed fundet niveauer over baggrundsniveau. Dele af ventilationsanlægget blev afblændet, og tilbageværende kontamineret udstyr blev forseglet, således at alle lokaler kunne nedklassificeres til hvidt strålings- og kontaminationsområde.

2.2.2 Aktive afløbssystemer

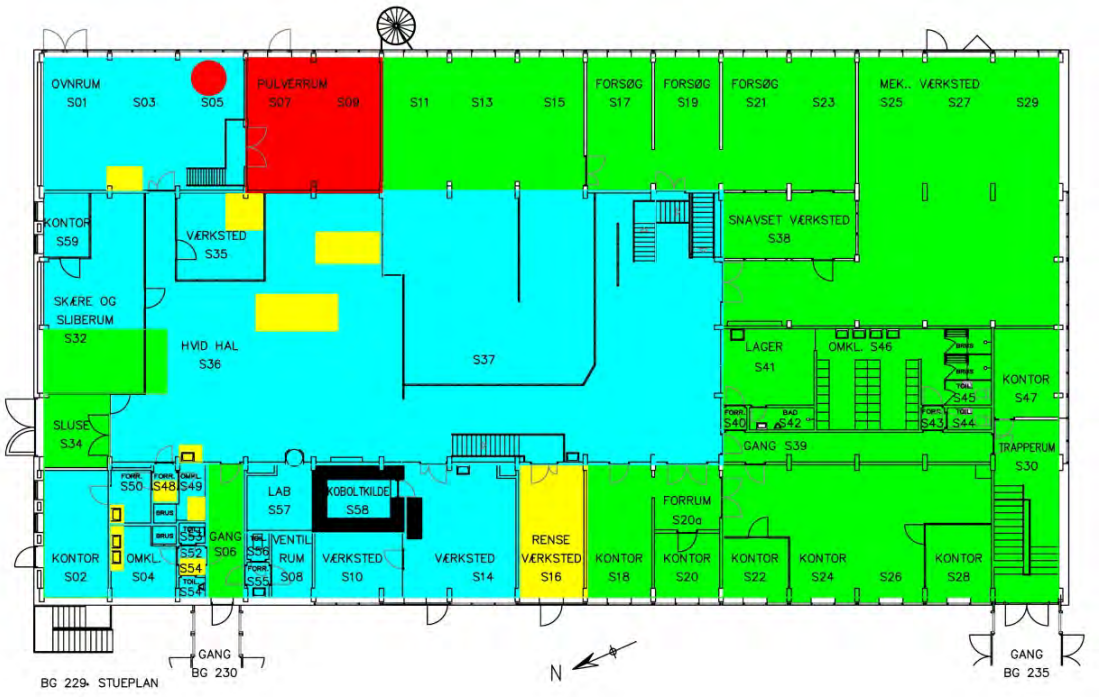
Afløbssystemerne bestod af aktivt afløb og konventionelt spildevand. Endvidere fandtes et kølevandssystem (nævnt i projektbeskrivelsen [2] som aktivt kølevandssystem).

Afløb, der i 2008 blev brugt til konventionelt spildevand, men var tilkoblet aktive tanke, blev demonteret i 2009 for at minimere tilgangen af ikke-aktivt vand til de aktive tanke og videre til destillationsanlægget. Disse afløb blev efterfølgende koblet til det konventionelle afløbssystem.

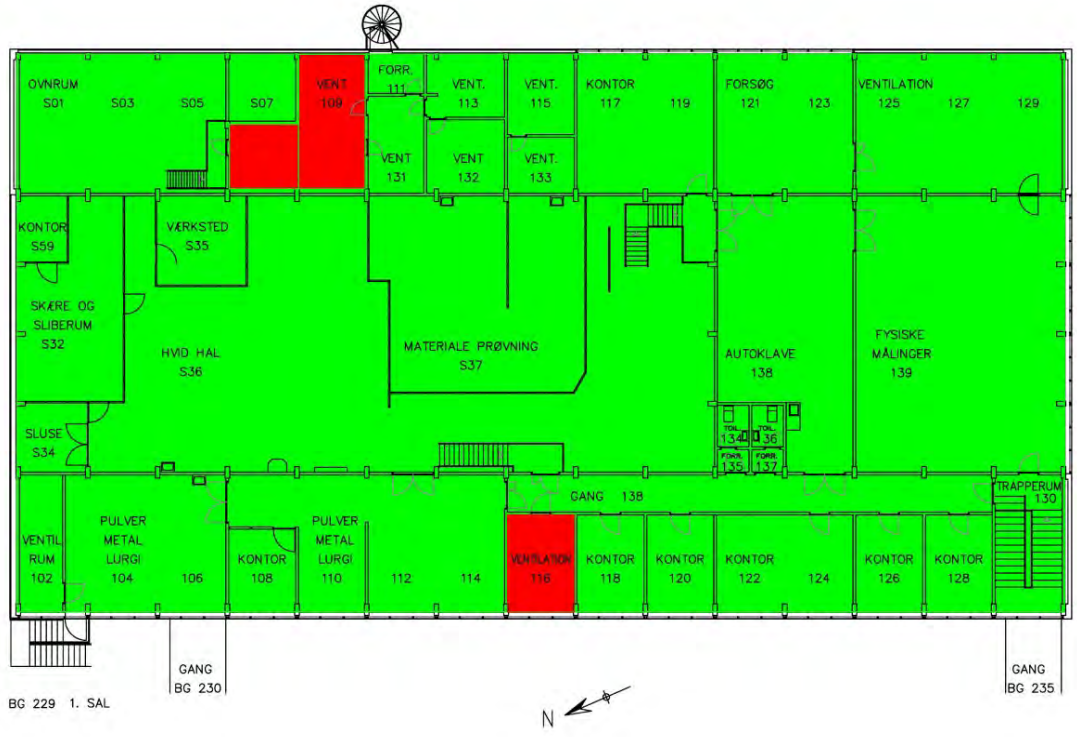
2.3 Grundlag for den aktuelle dekommissionering

For at lette overskueligheden på dekontaminationsopgaven blev stueplan og første sal opdelt efter nedennævnte farvekoder, som ses i brug på Figur 9 og Figur 10.

- Rød markering: Områder om hvilke man vidste, at der var kontaminerede genstande og/eller overflader. Områderne skulle gennem en frigivelsesproces.
- Gul markering: Områder, hvor det var sandsynligt, at der kunne findes kontamination på gulve og/eller udstyr. Områderne skulle gennem en frigivelsesproces.
- Blå markering: Områder, der på baggrund af de historiske oplysninger blev vurderet til ikke at være kontaminerede. Området skulle derfor ikke igennem en frigivelsesproces. Det blev lagt til grund for vurderingen, at der ikke havde været håndteret pulverformigt uranmateriale i området. Derudover at eventuel kontamination var blevet fjernet initieret af den helsefysiske overvågning. Områderne skulle gennem kontrolmålinger (re-assurance-målinger).
- Grøn markering: Områder, der på baggrund af de historiske oplysninger blev vurderet til ikke at være kontaminerede. Det blev lagt til grund for vurderingen, at der ikke havde været håndteret pulverformigt uranmateriale i området eller uindpakket uranmateriale, og at eventuel kontamination, der kunne have været opstået, var blevet fjernet som følge af den helsefysiske overvågning der var, mens anlægget var i drift, og den holdning der var til, at kontamination skulle fjernes med det samme. Arbejde med uranmateriale i området havde haft mindre omfang i forhold til arbejdet i et blåt kategoriseret område. På grund af dette blev der ikke foretaget kontrolmålinger, og derved adskilte et grønt område sig rent praktisk fra et blåt. Områderne skulle derfor ikke igennem en frigivelsesproces.



Figur 9 Stueplan i Teknologihallen (2012) med markering af områder med forskellig grad af mulighed for kontamination



Figur 10 Første sal (2012) med rød markering af lokaler med kendt forekomst af kontamination

På Figur 10 optræder to rødt markerede lokaler. Det ene af disse (116) blev efterfølgende vurderet til at være blåt med gule områder

Endvidere findes der en kælder under bygning 229, som ikke fik tildelt en farvekode, men opfattes i det følgende som grøn.

De aktive afløbsrør, som befandt sig i kælderen, fik ikke oprindeligt tildelt en farvekode, men blev til brug for dekommissioneringen klassificeret som gule. Dog blev afløbet fra pulverrummet (afløb 12) klassificeret rødt.

3 Dekommissioneringsmål og strategi

Det overordnede mål med dekommissioneringen af de nukleare anlæg på Risø er at opnå "green field", hvorved området og mulige tilbageblevne bygninger kan anvendes til andre formål uden restriktioner (i forhold til radioaktivitet).

Når det var muligt, udførte DD dekommissioneringen ved brug af eget personale og ekspertise. I nogle tilfælde krævede arbejdet specielle værktøjer og ekspertise, som blev leveret af eksterne entreprenører og specialister.

Strategien for dekommissioneringen af Teknologihallen var, at DD skulle rense de områder i bygning 229, hvor der havde været arbejdet med radioaktivitet, hvorefter bygningen kan udgå af nuklear kontrol og efterlades som "green field".

Strategien blev fulgt med den ændring, at DD i 2022 har overtaget bygningen efter DTU. Når bygningen er blev frigivet til anvendelse til andre formål uden restriktioner, vil den imidlertid blive revet ned som forberedende arbejde til at bygge den nye opgraderede lagerfacilitet, NOL.

Omkringliggende landområder

Ved udarbejdelsen af projektbeskrivelsen var det ikke tiltænkt, at der skulle udføres frigivelsesmålinger af landområderne omkring Teknologihallen, da der altid har været en stor grad af kontrol, når der kom nyt uran til anlægget. Transport af nye brændselsstave til DR 2 og DR 3 har ikke medført kontamination af landområder, da det var vigtigt for driften af reaktorerne, at der ikke var kontamination på ydersiden af brændselsstavene. Imidlertid er der i forbindelse med dekommissioneringen fundet kontamination efter filter på det ventilationsanlæg, der har betjent udslagsbordet. Det kan derfor ikke udelukkes, at der har været et udslip.

Frigivelse af landområderne omkring Teknologihallen foretages samlet for alle landområder på Risøhalvøen. Dette arbejde er i gang pt. og forventes afsluttet medio 2023.

4 Radionuklider og frigivelseskriterier

Da anlæggets formål var at producere brændsel til brug i reaktorerne, var det fra starten forventet, at der kunne forekomme forurening med de nuklider, der findes i ubestrålet brændsel, dvs. primært ^{238}U, ^{234}U og ^{235}U. De to førstnævnte er svære at måle med gammaspektrometer, særlig ved lave aktivitetskoncentrationer. ^{235}U kan nemmere måles ud fra detektion af 185 keV linjen. Det var derfor ønskeligt at bestemme koncentrationerne af de svært målbare nuklider ud fra måling af ^{235}U. I forbindelse med udarbejdelsen af projektbeskrivelsen [2] blev der foretaget en aftørringsprøve fra et større område i pulverrummets udsugningskanal. Denne skulle dels verificere tilstedeværelsen af ovennævnte nuklider, samt deres koncentration i forhold til ^{235}U, dels skulle den klarlægge tilstedeværelsen af nuklider, der ses i oparbejdet bestrålet brændsel, dvs. primært ^{232}U og ^{236}U. Prøven blev først målt på gamma spektrometer i AHF's helsefysiske laboratorium. Denne måling viste en opsamlet ^{235}U aktivitet på 1,40±0,08 Bq, men ingen ^{208}Tl (som er datterprodukt af ^{232}U). Den mindste detekterbare aktivitet af ^{208}Tl, og dermed af ^{232}U, ved målingen var 0,08 Bq, dvs. at forholdet mellem ^{235}U og ^{232}U var mindst 17. På denne baggrund blev det besluttet at se bort fra ^{232}U ved frigivelsesmålingerne.

Aftørringsprøven blev efterfølgende målt akkrediteret hos DTU Nutech ved hjælp af massespektrometri. Måleresultaterne i form af antal atomer relativt til antal ^{238}U atomer er vist i nedenstående Tabel 1. I frigivelsessammenhæng er aktivitetsforhold mere anvendeligt, og ^{235}U er bedre at bruge som nøglenuklid, da den er lettere at måle. Derfor er de målte atomforhold omregnet til aktivitet i forhold til ^{235}U.

Tabel 1. Målte antal atomer af ^{234}U, ^{235}U og ^{236}U i forhold til ^{238}U. Søjlen til højre angiver de omregnede aktiviteter i forhold til ^{235}U

Atomforhold som målt af Nutech	Aktivitetsforhold
$^{235}U/^{238}U = 0{,}146 \pm 0{,}003$	$^{238}U/^{235}U = 1{,}07 \pm 0{,}02$
$^{234}U/^{238}U = 0{,}000967 \pm 0{,}000011$	$^{234}U/^{235}U = 19{,}0 \pm 0{,}6$
$^{236}U/^{238}U = 0{,}000937 \pm 0{,}000018$	$^{236}U/^{235}U = 0{,}193 \pm 0{,}005$

Målingen antydede en berigning på 12,6%, hvilket var mindre end forventet, da der altid er anvendt brændsel i DR 3 med en berigning på mindst 19,8%. Forklaringen er formentlig, at der også er arbejdet med udarmet uran i pulverrummet.

Forholdet mellem en svær målbar nuklid og en lettere målbar nuklid (her ^{235}U) kaldes en skaleringsfaktor. Den anvendes til at beregne aktiviteten af en svær målbar nuklid ud fra den målte aktivitet af en lettere målbar nuklid. I frigivelsesøjemed ønskes en vis konservatisme. Derfor anvendtes tallene i højre søjle af Tabel 1 ikke direkte. For ^{238}U blev det antaget, at berigningen var mindst 20%, hvilket gav en skaleringsfaktor på 0,62 (usikkerhed sat til 0) – se beregningen i Bilag 3: Skaleringsfaktorer. Dette var ikke konservativt for målinger i områder, hvor der også var blevet håndteret udarmet

uran, men da dette begrænsede sig til pulverrummet, blev det besluttet, at alle frigivelsesmålinger i pulverrummet skulle udføres med kontaminationsmonitor. I alle andre områder var skaleringsfaktoren konservativ.

Forholdet mellem ^{236}U og ^{235}U blev sat til 0,5 (usikkerhed 0,2) ud fra en berigning på 19,8%, men er konservativt i forhold til værdien i Tabel 1. Endelig er forholdet mellem ^{234}U og ^{235}U sat til 20 (usikkerhed er 5) ud fra samme berigning.

Selvom der ikke blev forventet andre nuklider, blev ^{60}Co (aktivering) og ^{137}Cs (fissionsprodukt) medtaget i det omfang, at der blev fundet aktivitet.

I Tabel 2 vises de anvendte frigivelsesniveauer angivet for de relevante nuklider, idet BfDA kap. 7.2 er fulgt.

Tabel 2 Frigivelsesniveauer

Radionuklid	Massespecifikt frigivelsesniveau (Bq/g)	Overfladespecifikt frigivelsesniveau (Bq/cm^2)*)
^{60}Co	0,1	1
^{137}Cs	0,1	1
^{234}U	1	1
^{235}U	1	1
^{236}U	10	1
^{238}U	1	1

*) Ved måling med kontaminationsmonitor er dog anvendt 0,1 Bq/cm^2 for alfavisning

4.1 Frigivelsesfunktionen

Frigivelsesfunktionen er en selvstændig enhed under Enheden for Strålebeskytteles, som skal varetage frigivelsen af emner og bygninger. Funktionen er akkrediteret efter DS/EN ISO/IEC 17025:2005[1]. I forbindelse med akkrediteringen er der lavet en kvalitetshåndbog, som beskriver alle de procedurer og instrukser, der skal følges ved frigivelse af emner og bygninger/bygningsdele. Alle de medarbejdere, der kan udføre frigivelsesmålinger, er bemyndiget til at varetage denne opgave.

4.2 Frigivelsesprocedurer

Der er introduceret et begreb, som betegnes frigivelsesindeks. Dette er defineret som forholdet mellem den målte aktivitetskoncentration og frigivelsesniveauet for en given radionuklid. Et emne kan således frigives, hvis frigivelsesindekset er mindre end 1. Såfremt der findes flere slags radionu-

[1] Akkrediteringsnummer 488

klider i et emne anvendes en sumformel. Denne sumformel inkluderer ligeledes de usikkerheder, der er ved målingen, så det beregnede frigivelsesindeks altid vil være konservativt. Den anvendte sumformel ser således ud:

$$FIM = \sum_i \left(\frac{C_i}{CLM_i} \right) + 1.65 \cdot \sqrt{\sum_i \left(\frac{u(C_i)}{CLM_i} \right)^2}$$

hvor:

- *FIM* er frigivelsesindekset (masse-specifik)

- C_i er den målte aktivitetskoncentration for radionuklid *i*

- CLM_i er frigivelsesniveauet for radionuklid *i* (masse-specifik)

- $u(C_i)$ er usikkerheden på aktivitetskoncentration for radionuklid *i*

Brugen af sumformlen sikrer, at et frigivet emne med 95% sandsynlighed virkelig er frigiveligt. Der må maksimalt midles over 1.000 kg.

Emner med jævne overflader uden fordybninger (< 3 mm) kan frigives ved brug af kontaminationsmonitor. For frigivelse ved brug af kontaminationsmonitor anvendes en lignende formel som den ovenfor, hvor *i* antager værdierne α og β. Der må max. midles over 1 m^2. Frigivelsesfunktionen anvender tre typer kontaminationsmonitorer: Eberline model E600 (fremover benævnt E600), SEA model CoMo 170 og model CoMo 300 (fremover kaldt CoMo 170 hhv. CoMo 300).

Hvis et emne har et for stort omfang til at blive prøvet frigivet ved én måling, kan der udtages delprøver, som måles separat. Herefter benyttes en statistisk metode til at forsøge frigivelse. Der anvendes to metoder: Én for kendt fordeling af aktiviteten (metode A), og én for jævn fordeling af aktiviteten (metode B). Brugen af metode A indebærer, at der udtages prøver på de steder i emnet/systemet, hvor aktiviteten vides at være størst. Kan disse prøver frigives, vil hele emnet/systemet kunne frigives. Ved metode B udtages først et antal repræsentative prøver. En statistisk analyse af måleresultaterne og deres usikkerheder afgør om emnet/systemet straks kan frigives, eller der er brug for yderligere prøver. Begge prøvetagningsmetoder kan anvendes ved masse-specifik frigivelse, men ved overflade-specifik frigivelse er der kun udarbejdet en instruktion for metode B.

4.3 Dokumentstyring

Ved frigivelsen af et emne eller en bygningsdel genereres et antal dokumenter. I forbindelse med massespecifik frigivelse gemmes elektronisk den af måleprogrammet genererede målerapport samt rådata, et regneark med indtastede måleresultater og usikkerheder samt en frigivelsesrapport på DD's fællesdrev og arkivsystem. Herudover vedhæftes frigivelsesrapporten elektronisk på emnet i DD's affaldsdokumentationssystem (ADS). Alle dokumenter i forbindelse med et emnes frigivelse gemmes endvidere på pa-

pirform i frigivelseslaboratoriets arkiv. Ved udarbejdelse af regneark og frigivelsesrapporter skal der anvendes skabeloner, som hentes i DD's kvalitetsstyringssystem KMS.

Et regneark til massespecifik frigivelse beregner frigivelsesindekset ud fra førnævnte formel, idet der vælges ud fra kendskab til emnets historie, hvilke nuklider der skal tages med i beregningen. Hvis der inden for en given tælletid ikke måles en aktivitet for en af de forventede nuklider, indtastes en "højest mulig aktivitet", PGA. PGA indgår dermed i beregningen af frigivelsesindekset. Vægten af emnet indtastes ligeledes i regnearket. Når alt er indtastet, og hvis frigivelsesindekset er mindre end 1, overføres summen af måleværdierne, usikkerheden på summen af måleværdierne samt frigivelsesindekset til frigivelsesrapporten. Hvis frigivelsesniveauet er større end 1, anvendes en PDF udgave af regnearket til at dokumentere målingens resultat.
En frigivelsesrapport indeholder blandt andet oplysninger om, hvilket emne der frigives, dets vægt, hvilket instrument der er anvendt til målingerne samt oplysninger om fundne nuklider og ikke-fundne nuklider (hvor PGA indgår i stedet for en funden aktivitet).

For overfladespecifik frigivelse med kontaminationsmonitor gemmes de(t) udfyldte regneark samt frigivelsesrapporten på DD's fællesdrev samt i det elektroniske arkivsystem. Frigivelsesrapporten vedhæftes på emnet i ADS. I et regneark til overfladespecifik frigivelse indtastes måleresultaterne for hvert delareal svarende til detektorarealet. På baggrund af en summationsformel beregner regnearket frigivelsesindekset. Hvis frigivelsesindekset er mindre end 1, overføres måleresultatet og usikkerheden på måleresultatet til frigivelsesrapporten sammen med frigivelsesindekset. I modsat tilfælde laves en PDF udgave af regnearket, som vedhæftes emnet i ADS.

En frigivelsesrapport for overfladespecifik frigivelse indeholder stort set de samme oplysninger, som hvis den var lavet for massespecifik frigivelse; kun er vægten skiftet ud med emnets areal.

Afvigende prøvninger og opfølgende handlinger dokumenteres i KMS.

5 Dekommissioneringsarbejdet

5.1 Konventionel sikkerhed

Der forekom ingen arbejdsulykker under arbejdets udførelse. Sikkerhed var et fast punkt på de ugentlige byggemøder.

5.2 Specielle værnemidler

Ved alle arbejdsoperationer blev der som minimum anvendt støvmaske med P3 filter. Ved særligt støvende arbejde anvendtes turbomaske ligeledes med P3 filtre. Vurderingen blev foretaget ved arbejdets planlægning. Herudover blev der anvendt overtræksdragter med hætte, handsker og overtrækssko for at holde kontamination væk fra huden.

5.3 Gule zoner i blå områder

De gule zoner blev dels oprettet under vaske og omkring gulvafløb, hvor der var risiko for, at kontamineret vand kunne aflejres, dels omkring udstyr, hvorfra kontamineret materiale i form af splinter eller støv kunne spredes.

Omfang af de gule zoner:

Gulvarealer rundt om håndvaske i S03, S04, S36, S48, S49, S50, S54: Ud til 0,5 meter fra vaskenes ydre omkreds. Se Figur 9.

Gulvareal omkring valseværk: 0,5 m ud fra valseværkets omkreds inkl. rullebaner.

Gulvareal foran Birlec ovn: 0,5 m ud fra ovnens forreste del.

Gulvet i værksted (målerum) S35: Ca. 1,4 x 1,4 meter i det sydøstlige hjørne.

Arbejdsopgaven med de gule zoner

Antagelsen var, at evt. uran ville sidde mellem de gamle malingslag eller tilsvarende mellem undersiden af linoleumsbelægningen og de gamle malingslag.

Linoleum blev fjernet indenfor de markerede gule zoner, se Figur 9. Linoleummet blev forseglet i poser og lagt i palleposer i alu-container, som tilsammen udgør dobbelt forsegling. Poserne blev markeret med områdebetegnelse, så affaldet kunne identificeres på Frigivelseslaboratoriet (F-lab).

Der blev løbende kontrolmålt på og omkring arbejdsstedet med kontaminationsmonitor. Dette blev gjort for at sikre, at der ikke blev spredt kontamination under dekommissioneringsarbejdet.

Der blev konstrueret en mindre handskeboks af gennemsigtigt plast tilsluttet en støvsuger, således at spredning til omgivelserne af støv og partikler kunne undgås.

Malingsrester, som sad tilbage på gulvet, blev fjernet med et overfladefræseværktøj, som var placeret i handskeboksen. Filteret fra støvsugeren blev lagt i posen sammen med linoleummet. Det blev visuelt kontrolleret, at der ikke sad malingsflager tilbage på betongulvet. Grundmalingen havde en af-

vigende farve fra den øvrige maling. Rester af grundmalingen blev ladt tilbage, da denne var blevet påført, inden rummet blev taget i anvendelse og derfor ikke kunne være kontamineret på undersiden.

Figur 11 viser arbejdsprocessen med at afhøvle linoleum, og Figur 12 viser gulvet ved valseværket efter overfladefræsning.

Figur 11 Afhøvling af linoleum i en gul zone

Figur 12 Det blotlagte gulv ved siden af valseværket

5.4 Renserum (S16) og tilhørende ventilationsrum (116)

I renserummet, hvor brændselspladerne blev affedtet og syrerenset i driftsperioden, var der efterladt et affedtningskar, to syrekar og et skyllekar. Alle kar var blevet afdækket med træplader, efter produktionen blev indstillet i 2002. Afdækningen skete, da rummet efterfølgende skulle anvendes til ikke-nukleare formål.

Som indledende arbejde blev alle løse og mindre, demonterbare emner såsom slanger, spande og afdækningsplader fjernet.

Inden det egentlige dekommissioneringsarbejde blev påbegyndt, blev der etableret skoskifte ved indgangene til både renserum og ventilationsrum. Derudover iførte personalet sig overtræksdragt og åndedrætsværn. Inden personalet forlod rummene blev overtræksdragterne støvsuget.

Der blev monteret en miljøboks, der sørgede for undertryk og ventilation af rummet, der blev arbejdet i. Inden arbejdet blev igangsat i hvert af rummene, blev der monteret nye filtre i miljøboksen, og de indvendige overflader blev kontrolmålt. Filtrene i miljøboksen blev efter afsluttet arbejde i hvert rum kontrolmålt med kontaminationsmonitor. Der blev ikke konstateret visning over baggrundsvisning.

5.4.1 Affedtningskar og bade.

Alle fire kar blev taget hele ud af renserummet og transporteret til afrensningsrummet i AH-hallen, hvor de blev neddelt og derefter højtryksspulet. De plane flader blev frigivet med kontaminationsmonitor. De øvrige dele

blev mærket blå til måling på F-lab. Efterfølgende viste det sig, at bunden af det ene syrekar ikke kunne frigives. Denne blev skåret fra og klassificeret rød til deponering.

5.4.2 Stinkskab og vitrineskab

I rummet var der en handskeboks, som blev anvendt af DTU som stinkskab. I bunden af boksen var der et afløb, som førte til aktivt afløb nr. 16. Stinkskabet var ikke en del af projektbeskrivelsen. På grund af afløbet blev det besluttet at fjerne skabet og undersøge det nøjere, især bunden og aftrækskanalen. På bundpladen, som var af sten, blev der konstateret kontamination. Disse niveauer viste sig at være højere på oversiden end på undersiden. Det højeste niveau, der var over frigivelsesniveau efter højtryksspuling, blev fundet omkring afløbshullet. Dette område omkring hullet blev skåret ud, hvorefter pladen blev frigivet med kontaminationsmonitor.

Vitrineskabet Figur 6 blev transporteret ud og efterfølgende frigivet med kontaminationsmonitor.

5.4.3 Ventilationskanaler

Ventilationskanalerne i renserummet blev demonteret. Ind- og udløbstragte til de to filterhuse blev ligeledes demonteret og efterfølgende målt med henblik på frigivelse af de to ventilationssystemer. Der blev ikke fundet kontamination på ind- og udløbstragtene for nogen af filtrene, og de kunne derfor frigives, som de står.

5.4.4 Vægge og loft

Væggene ud for karrene blev strippet for udstyr såsom kabler, radiatorer og rør, så kun de nøgne vægge stod tilbage. Det blev konstateret, at der var flere lag dækmaling på væggene. Det blev derfor besluttet, at malingen skulle fjernes ca. 0,5 m over og 0,2 m under linjen, hvor karrenes overkant havde været, idet det var i dette område, at der var størst sandsynlighed for, at eventulle sprøjt med uran kunne have sat sig. Afslibningen blev foretaget med en slibemaskine indkapslet i handskeboks, se Figur 13. Det afslebne malingsmateriale blev opsamlet i prøveposer. Poserne repræsenterede enten et område over eller under hvert kar, dog maksimalt 1 m^2. Målinger af samtlige prøver på F-lab af det afslebne materiale viste, at malingen kunne frigives. Som følge af, at malingen kunne frigives, blev også væggene og loftet frigivet uden yderligere målinger.

Efterfølgende blev der udført isblæsningsforsøg på sydvæggen jf. Bilag 1: Metodeanalyse, med henblik på afrensning af pudsede overflader i pulverrummet.

Figur 13 Handskeboks med afsug til støvsuger

5.4.5 Gulv i renserum

Linoleum blev fjernet med en høvl, se Figur 11, og afretningslag blev fjernet fra hele gulvfladen med en overfladefræser, så det oprindelige flisegulv stod tilbage.

Linoleum og afretningslag var blevet lagt på efter produktionsophør.

Det blev derfor besluttet, at det ikke var nødvendigt at udføre frigivelsesmålinger på den aftagne belægning, både linoleum og afretningslag, med mindre den efterfølgende frigivelsesmåling af det oprindelige gulv viste, at det var kontamineret. Da dette ikke var tilfældet, blev belægningen kontrolmålt og smidt ud som konventionelt affald.

5.4.6 Gulv i ventilationsrum (rum 116)

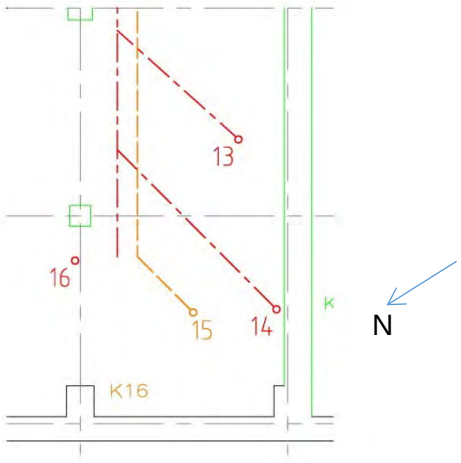
Ventilationsrummet var i projektbeskrivelsen tildelt farven rød, og de dertil hørende ventilationssystemer enten rød eller gul. Imidlertid er der aldrig blevet målt aktivitet på aftørringsprøver i ventilationssystemerne. Dette skyldes formentlig, at der i renserummet altid er arbejdet med væsker – ikke pulver. Undervejs i driften blev det faktisk valgt at køre ventilationssystemerne uden filtre.

Efter det blev konstateret, at der aldrig er blevet fundet kontamination i ventilationssystemerne hørende til renserummet, blev det besluttet, at der skulle være den samme fremgangsmåde til frigivelse af ventilationsrummet som for gule zoner, der er beliggende i blå områder. Hele gulvet blev derfor karakteriseret som blåt, bortset fra to gule zoner foran filterhusene. Al

maling på gulvet foran de to filterhuse blev fjernet med fræsning i en afstand af 0,5 m fra forkant af filterhusene. Det afslebne materiale blev opsamlet i to prøveposer. Målinger af de to prøver på F-lab af det afslebne materiale viste, at malingen kunne frigives.

5.4.7 Afløb og gulvfordybning under affedtningskar

Figur 14 viser afløbene i renserummet, som blev fjernet fra riste til og med vandlåse, som befandt sig i krybekælderen. Vandlåsene blev neddelt, og et stykke fra hver vandlås blev brugt som prøve til frigivelse af afløbene. Frigivelse ved prøvetagning er nærmere beskrevet i afsnit 4.2.



Afløb 13: Under affedtningskar

Afløb 14: Under syrekarrene

Afløb 15: Gulvafløb

Afløb 16: Skyllekar og stinkskab

Figur 14 Placering af afløb i renserummet

Alle afløb blev frigivet, men afløbsskålen på afløb 15 kunne ikke frigives ud fra måling på vandlåsen, da der kunne tænkes at være en større aktivitetskoncentration i afløbsskålen end i vandlåsen. Afløbsskålen blev derfor boret ud.

Diameteren på afløbsskålen var større end 300 mm. Det blev derfor besluttet at anvende det nærmeste større standardbor, som var 400 mm. DD råder ikke over så stor en boremaskine til tørboring, så derfor var det nødvendigt at entrere med en ekstern entreprenør til at bore afløbsskålen ud. Tørboring blev anvendt for at undgå krydskontamination af den tilbageværende beton fra borevandet. Efterfølgende blev den udborede afløbsskål og betonen rundt om frigivet på F-lab.

5.5 Ovnrum (S01+S03+S05)

De eneste opgaver i ovnrummet bestod i at fjerne vakuumovnen samt fjerne gulvbelægningen i en afstand af 0,5 meter omkring ovnen.

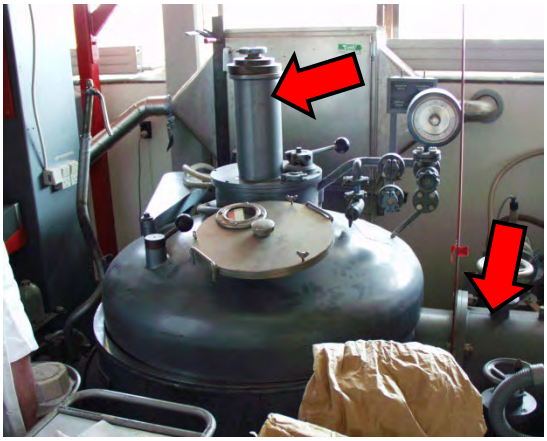
5.5.1 Fjernelse af vakuumovn

Kanalen til ventilationsanlægget, som opretholdt vakuum, var stadig monteret på ovnen. Ovnen var det eneste tilbageværende kontaminerede udstyr i dette rum. Det viste sig under demonteringen, at der var løst uranpulver i indføringsrøret, se Figur 15. Stedet har været meget vanskeligt at

rengøre under den daglige rengøring, og der har tilsyneladende heller ikke været indført ekstraordinære rengøringer.

Det var forventet, at vacuumovnen ville være kontamineret indvendigt. Imidlertid viste målinger med kontaminationsmonitor på indersiden af vacuumovnen ikke kontamination. Da vi konstaterede, at der var trængt uran ind i stålet, jvf. afsnit 12.4.1, blev det besluttet at klassificere vacuumovnen som rødt affald.

For at formindske luftvolumen, blev det forsøgt at skære ovnen i stykker med en skærebrænder (flammetemperatur ca. 2.200° C). Skærebrænderen kunne ikke skære i materialet. Herefter blev det med held forsøgt at skære med en plasmaskærer (temperatur ca. 3.300° C). Det blev undersøgt, om materialet kunne smeltes med henblik på volumenreduktion, men DD har fået oplyst, at smeltebadets temperatur er maks. 1.400° C, så smeltning af vakuumovnen er derfor ikke en mulighed. Ovnen blev derefter pakket som radioaktivt affald.



Figur 15 Vakuumovn. Indføringsrøret ses øverst og vakuumrøret til højre.

Figur 16 Vakuumovn indvendige dele med bevægelig bund nederst

Ventilbatteriet til kølevand havde ikke været i forbindelse med radioaktive materialer, så det blev efter kontrolmåling udvendigt demonteret og håndteret som konventionelt affald.
Vakuumrøret (ses til højre på Figur 15), der forbandt ovnen med vakuumpumpen, blev demonteret med henblik på frigivelsesmåling, men kunne imidlertid ikke frigives.
Vakuumpumpen blev demonteret og klassificeret som rødt affald, da måletiden i forbindelse med evt. frigivelsesmålinger ville have været uforholdsmæssig lang.
Styreskabet blev kontrolmålt udvendigt og efterladt på stedet. Instrumentrør og instrumenter, der havde direkte forbindelse til ovnvolumenet, forventedes at være kontaminerede. Emnerne blev demonteret og videreh åndteret som radioaktivt affald.

5.5.2 Gulv omkring vakuumovnen

Linoleum med underliggende maling blev fjernet i en afstand af 50 cm fra vakuumovnen.

Spartellaget under linoleummet blev fjernet med en el-mejsel og slebet med runddel til plant gulv, som herefter blev frigivet med kontaminationsmonitor.

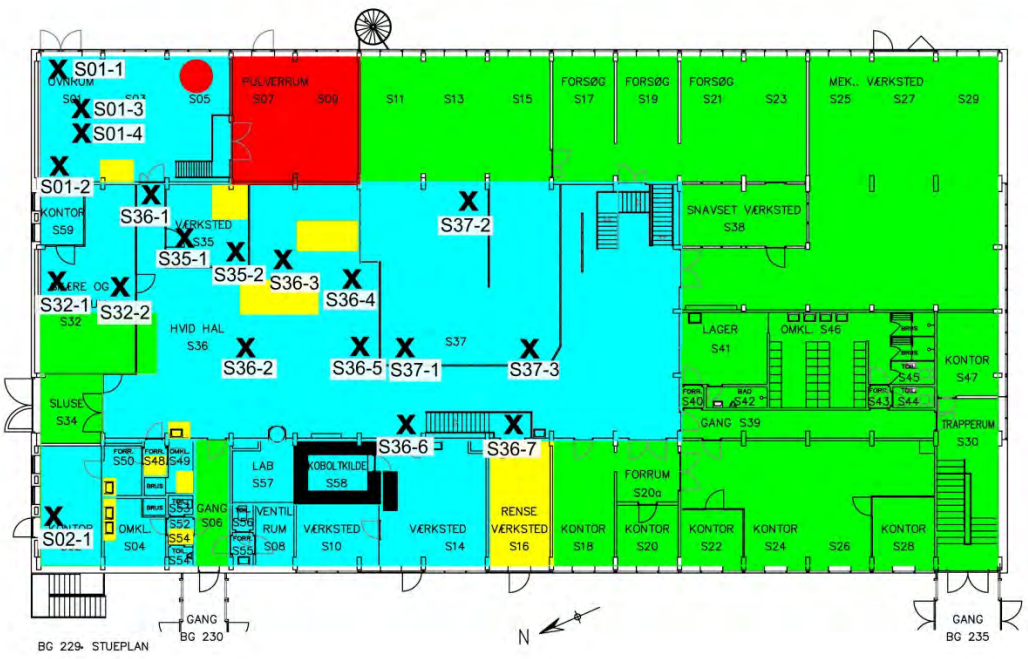
De to stålplader omkring ovnen var blevet malet over flere gange i driftsperioden og blev derfor fjernet, afrenset og efterfølgende frigivet.

5.5.3 Sumpen under vakuumovnen

Det blev ud fra en skrabeprøve konstateret, at gulvet og væggene ikke var malet over. Herefter kunne overfladerne frigives med en kontaminationsmonitor uden forudgående afrensning.

5.6 De blå områder

I de blå områder, som vist i Figur 9, hvor der ikke blev forventet kontamination, blev der foretaget en række kontrolmålinger (re-assurance-målinger). Dette blev gjort for at få bekræftet, at kategoriseringen havde været rigtig. Der blev lavet en prøveplan, hvor der skulle udtages 17 prøver i A4 størrelse ved at aftage linoleum og maling. Prøveplanen blev senere udvidet med yderligere to prøver på baggrund af oplysninger om handskeboksen. Se Figur 17.



Figur 17 Placeringen af prøvetagningssteder til kontrolmålinger i blå områder.

Til brug for prøvetagningen blev der konstrueret en plexiglaskasse efter samme princip som kassen på Figur 13 med håndhuller og studs til en støvsuger, således at evt. støv straks blev ført til en støvsuger. Herved kunne risikoen for, at støv trængte ud i omgivelserne minimeres. Det tilbageværende linoleumsgulv blev efterfølgende kontrolmålt med kontaminationsmonitor. Der var ikke visning over baggrundsniveau.

Prøverne blev efterfølgende målt enkeltvis på F-lab. Koncentrationen af ^{235}U var for alle prøver mindre end 1/100 af frigivelsesniveauet for ^{235}U, se afsnit 3.2 i Rapport over radiologisk status, DD-84 [3]. Den endelige konklusion afventede resultaterne fra de gule områder, fordi måleresultatet fra de gule områder kunne få indflydelse på antallet af re-assurancemålinger. Samlet set kunne det konkluderes, at antallet af prøver var tilstrækkeligt til at kunne bekræfte, at de blå områder ikke er kontaminerede.

5.7 Ventilationsrum over pulverrum (rum 109)

Dette arbejde omfattede selve rummet samt ventilationsanlæggene med tilhørende sugekanaler. Ventilatorernes placering er vist i Figur 18.

Figur 18 Placering af ventilationsanlæggene i rummet

A5: Dette anlæg, se Figur 21 og Figur 22, er ikke medtaget i arbejdet, jf. afsnit 2.1.5.2

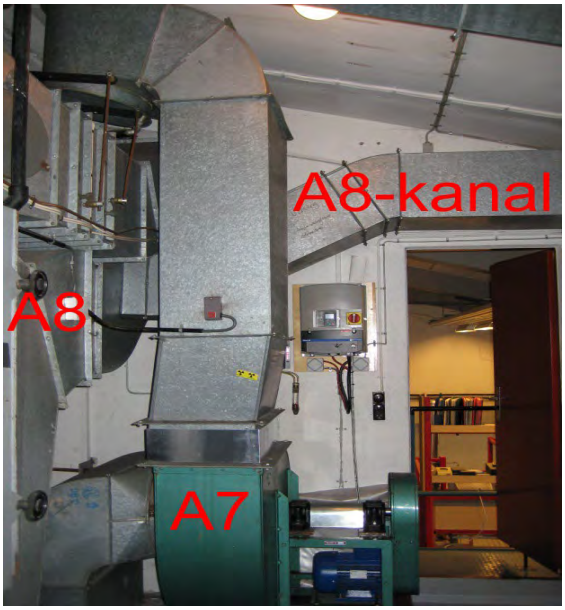
A6: Udsugning fra pulverrum, se Figur 20.

A7: Udsugning fra udslagsbord i pulverrummet, se Figur 19.

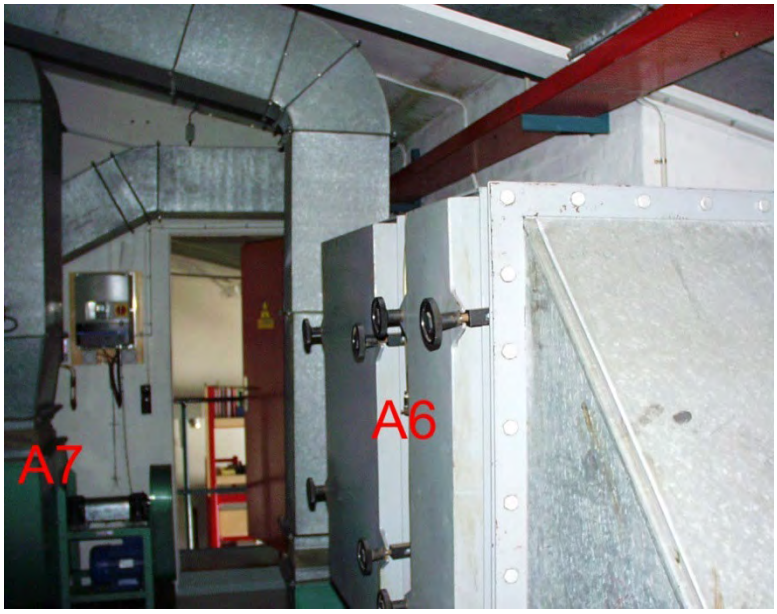
A8: Udsugning fra ovnrummet, se Figur 19.

Ventilator A5 med tilhørende kanal blev udvendig kontrolleret med kontaminationsmonitor. Der var ikke visning over baggrundsniveau.

Anlæg A6 og A7 var markeret med radioaktivitetstape, ligesom der var skrevet oplysninger om, hvilke rum eller systemer kanalerne hørte til. Anlæg A6 og A7 var de eneste anlæg, hvor det med aftørringsprøver var konstateret, at de var indvendigt kontaminerede. Endvidere stod her A8, som var klassificeret rød i projektbeskrivelsen.



Figur 19 Til venstre ses A8 og midt i billedet ses A7 (2012)



Figur 20 A6 filterhus til højre og A7 afkastkanal til venstre (2012)

Figur 21 Fra ventilationsrum over pulverrum omkring A5 (2012)

Figur 22 Fra ventilationsrum over pulverrum omkring A5 (2012). Nederst udsugningskanal for A5

5.7.1 Demontage af ventilationssystemer

Ventilatoren til A6 blev fjernet først. Derefter blev ventilatoren til A7 og filterhuset til A6 fjernet for at skaffe plads til den videre demontering.

Tilgangskanalerne blev skåret af over gulvet i ventilationsrummet. Der blev etableret sug til skærestedet ved anvendelse af en støvsuger, der var placeret i ovnrummet.

Filterhuset i A6 udgjorde et specielt problem, idet der var en fastklemt filterindsats, som blev fjernet først ved at skære hul i filterhuset og skubbe indsatsen ud. Derefter blev selve filterhuset også fjernet.

Afgangsformstykket fra filterhuset på A6 blev demonteret og bragt til F-lab, hvor det blev frigivet som prøve. Denne måling frigav resten af afkastkanalen.

Afkastkanalen fra A7 viste sig at være kontamineret både før og efter blæseren (se afsnit 10.2), så hele afkastrøret (inklusive den udvendige del over taget) måtte demonteres og klassificeres som gult affald. Som følge af fundet af uran i afkastkanalen blev tagdækningen kontrolmålt som beskrevet i afsnit 3.1.2 i Rapport over radiologisk status, DD-84 [3].

A8 afkastkanalen forventedes ikke at være kontamineret, men skulle igennem en frigivelsesproces. Afkastkanalen efter blæseren blev frigivet med kontaminationsmonitor. Filterhuset med afgangs- og tilgangskonusser til A8 var for stort til, at det kunne komme ud helt. Det blev derfor neddelt med bajonetsav, og delene blev forseglet inden udtagning. Selve huset blev frigivet efterfølgende. Indgangskonussen blev også frigivet, men den neddelte afgangskonus blev blandet med andet affald fra A8, og blev samlet set kategoriseret som rødt affald. Selve motoren havde ikke været i forbindelse med den indre luftstrøm og blev derfor kasseret efter en kontrolmåling.

Udsugningskanalen i ovnrummet, som var en del af A8, blev herefter nedtaget i ca. en meter lange stykker. Måling med kontaminationsmonitorer

viste, at kanalen var indvendigt kontamineret (se afsnit 10.2). Kanalstykkerne blev derfor adskilt i samlingerne og forseglet inden nedtagning.

5.7.2 Overflader i rummet

Efter at alle indvendigt kontaminerede emner var fjernet, blev det forsøgt at frigive ventilationsrummets indvendige overflader. Under denne måling med kontaminationsmonitor blev der fundet kontamination, først på gulvet og sidenhen på flere vandrette overflader, bl.a. på oversiden af de rene indblæsningskanaler, samt afkastkanalerne fra A5 og A6, der hang tæt under loftet. Den tilbageværende del af A5 anlægget blev kontrolmålt udvendigt uden at finde kontamination. Det var derfor ikke nødvendigt at nedtage dette.

Herefter blev det besluttet at rydde rummet med undtagelse af el-skabet inkl. nogle kabler, A5 systemet og indblæsningskanalen til pulverrummet, så kun de rå vægge stod tilbage. De tilbageværende emner blev kontrolmålt og rummets overflader blev frigivet som beskrevet i afsnit 3.4.2 i Rapport over radiologisk status, DD-84 [3].

Det tilbageværende udstyr er vist på Figur 23 og Figur 24.

Figur 23 Resten af A5

Figur 24 Eltavlen

5.8 Pulverrum (S07 og S09)

Arbejdet i pulverrummet omfattede flere delopgaver:

- Fjernelse af udslagsbord og tilhørende afkastkanal i krybekælder
- Fjernelse af resterende ventilationskanaler
- Slibning af vægge og loft
- Slibning af gulv
- Fjernelse af gulvafløb (nr. 12)
- Fjernelse af gulv

5.8.1 Fjernelse af udslagsbord

Opgaven bestod i at fjerne og adskille udslagsbordet og tilhørende afkastkanal i krybekælder.

Udslagsbordet i pulverrummet, som blev anvendt til håndtering af brændselselementer, var forurenet med uran indvendigt.

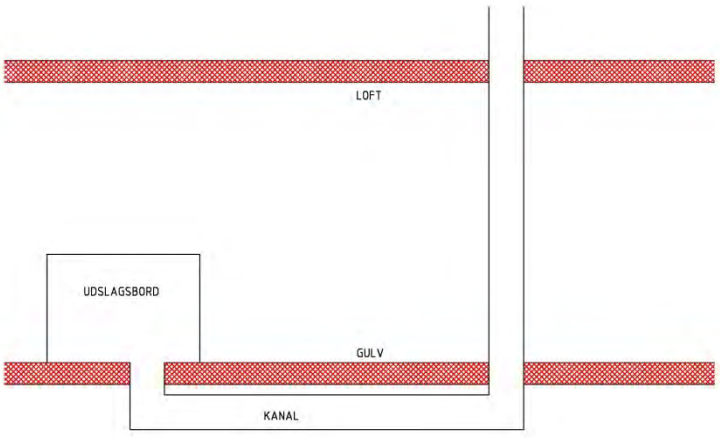
For at kunne fjerne udslagsbordet var det nødvendigt først at demontere afkastkanalen. Dette arbejde kunne ikke udføres i pulverrummet, men fra krybekælderen var der adgang til de bolte, der fastholdt afkastkanalen til udslagsbordet. Efter adskillelse kunne både bordet og kanalen fjernes. For

at undgå spredning af kontamination blev kanalenden og tilslutningen i bordet lukket til med plastik. Samtidigt blev der taget aftørringsprøver på undersiden af bordet, som viste, at der ikke var løstsiddende kontamination.

Det var planlagt, at udslagsbordet skulle flyttes med luftpuder fra pulverrummet til den nordlige udgang i ovnrummet og derfra transporteres videre til AH-hallen. Da der var tvivl om, om der var plads nok i ovnrummet, og om gulvet var tilstrækkeligt plant, blev der med succes gennemført en test, hvor en attrap blev flyttet på luftpuder. Testen viste dog, at brugen af luftpuder på et plastdækket gulv medførte et højt støjniveau, hvilket medførte et krav om brug af høreværn ved operationen (se afsnit 12.3). Inden flytningen blev træafdækningen omkring bordet fjernet. Den tilgængelige del af udslagsbordet blev pakket ind i plastik og bordet blev løftet op med donkrafte, så luftpuderne kunne placeres.

Efter udlægning af plast på transportvejen i bygningen blev udslagsbordet skubbet fra pulverrummet til dobbeltdøren i nordenden af ovnrummet. Herfra blev bordet transporteret med truck til AH-hallen, hvor det blev vejet og sat på plastikafdækkede stålpaller. Fra AH-hallen blev udslagsbordet transporteret til H-hallen med henblik på neddeling. Indre dele i bordet blev demonteret og klassificeret som rødt affald, da det blev vurderet, at en dekontaminering ikke ville være mulig. Alle glatte ståloverflader blev afrenset og frigivet.

I krybekælderen under pulverrummet blev afkastkanalen og rørbøjningen umiddelbart under udslagsbordet adskilt, se Figur 25. Kanalen blev delt i stykker på ca. 1 m længde, idet endestykkerne løbende blev forseglet. De indpakkede kanalstykker blev fjernet gennem hullet i gulvet under udslagsbordet.



Figur 25. Placering af udslagsbord med tilhørende afkastkanal i pulverrum/krybekælder. Vest er mod højre.

Måling på aftørringsprøver taget indvendigt i den lodrette del af afkastkanalen, se Figur 25 og Figur 28, havde vist, at kanalen var kontamineret. Det blev vurderet, at rørstykkerne ville kunne dekontamineres. De blev derfor i første omgang klassificeret som gule. Efter dekontaminering og efterfølgende måling på F-lab, blev de frigivet.

Den anden rørbøjning, som vist på Figur 25, blev senere fjernet ved udboring.

Hullet igennem gulvet under udslagsbordet blev dækket med en dørkplade.

5.8.2 Fjernelse af resterende ventilationskanaler

Udsugningskanalen (hesteskoen), der hang ned fra loftet, blev taget ned og blev i første omgang klassificeret som gul, da kanalstykkerne forventedes at kunne dekontamineres. Det viste sig dog, at de ikke kunne frigives, og de blev derfor klassificeret som rødt affald.

Se Figur 27 af hestesko.

5.8.3 Slibning af vægge og loft

Da rummet var blevet anvendt til håndtering af uranpulver, kunne det ikke udelukkes, at overfladerne var kontaminerede. Væggene og loftet var blevet overmalet efter uranhåndteringens ophør. Det var derfor nødvendigt at fjerne malingen, da evt. uran kunne være indkapslet mellem oprindelig og ny maling.

Figur 26 Kranbjælke

Figur 27 Udsugningskanal (Hestesko)