

Strålningsrisker och hantering

FÖRKORTNINGAR

ALARA	Så lågt som rimligen är möjligt, med hänsyn tagen till ekonomiska och sociala faktorer
ALARP	Så lågt som rimligen är praktiskt möjligt
IAEA	Internationella atomenergiorganet
ICRP	Internationella strålskyddskommissionen
PPE	Personlig skyddsutrustning
RSO	Strålskyddsansvarig

DEFINITIONER

Kontaminering	Radioaktiva ämnen på ytor eller i fasta ämnen, vätskor eller gaser, där deras förekomst är oavsiktlig eller oönskad.
Kontrollerat område	Ett område där tillträdet är kontrollerat och där arbetstagarna måste följa särskilda rutiner för att kontrollera exponeringen för strålning.
Utpekad arbetstagare	En arbetstagare som arbetar i en liknande exponeringsgrupp där arbetsförhållandena är sådana att de individuellt kan komma att utsättas för en effektiv dos på mer än 5 mSv per år.
Dos	Ett mått på den strålning som mottas eller "absorberas" av ett mål.
Effektiv dos	Den viktade summan av alla doser från varje exponeringsväg i alla vävnader och organ i kroppen. Enheten är sievert (Sv).
Exponeringsväg	De sätt på vilka en person kan utsättas för strålning.
Extern exponering	Strålning som påverkar människokroppen från en källa utanför människokroppen.
Gammastrålning	Joniserande elektromagnetisk strålning som avges av en radionuklid under radioaktivt sönderfall
Strålning	Överföring av energi genom ett medium, antingen som elektromagnetiska vågor eller som atompartiklar.
Strålningsklarering Intyg	Ett undertecknat certifikat som beskriver en anläggning som har övervakats och förklarats vara icke radioaktivt kontaminerad vid ett angivet datum.
Strålskyddsansvarig	En lagstadgad befattning som innehas av en person med teknisk kompetens inom strålskyddsfrågor som är relevanta för en viss typ av verksamhet och som utsetts av operatören eller arbetsgivaren för att övervaka tillämpningen av RMP.
Radonförfallsprodukter	De kortlivade radioaktiva sönderfallsprodukterna från radon-222 ned till och med polonium-214. Enheten som används för att beskriva koncentrationen av radonförfallsprodukter är joule per kubikmeter (luft) (J.m-3).
Övervakad zon	Ett område där arbetsförhållandena hålls under uppsikt men där särskilda förfaranden för att kontrollera strålningsexponeringen normalt inte är nödvändiga.

FÖRESLAGEN STRÅLSKYDDSPOLITIK

Strålning och dess effekter har studerats i mer än 100 år och det finns en internationell konsensus om dess effekter och kontroll.

De viktigaste organisationerna som övervakar strålning och strålskydd och tillhandahåller riktlinjer och standarder är:

- FN:s vetenskapliga kommitté för effekterna av atomstrålning (UNSCEAR), som ger en samlad översikt över strålningens effekter genom att regelbundet granska forskning och publicera sammanfattningar. UNSCEAR tillhandahåller den vetenskapliga grunden för strålskydd.
 - Internationella strålskyddskommissionen (ICRP), som är erkänd som den främsta auktoriteten inom strålskydd och som publicerar rekommendationer om hur strålskydd ska hanteras. ICRP tillhandahåller den filosofiska grunden för strålskydd.

- Internationella atomenergiorganet (IAEA), som utvecklar och publicerar branschstandarder och riktlinjer och ger råd om grundläggande säkerhetsåtgärder vid hantering av strålning för både operatörer och tillsynsmyndigheter. IAEA utvecklar driftsstandarder.

De standarder och riktlinjer som fastställs genom konsensus på internationell nivå antas i allmänhet som nationella standarder och uppförandekoder. De nationella standarderna utgör sedan grunden för nationell lagstiftning eller tillämpas genom licensvillkor.

Grunden för strålskyddsregleringen beskrivs i ICRP:s publikation nr 26 [ICRP 1977], där ICRP först rekommenderade systemet med dosbegränsning. Detta erkänns som den internationellt accepterade metoden för strålskydd och har antagits universellt som grund för lagstiftningssystem för strålningskontroll. Den består av tre nyckelelement:

- Motivering – En verksamhet som innebär exponering för strålning bör endast genomföras om fördelarna med verksamheten uppväger riskerna med strålningsexponeringen.
- Optimering – Skyddsmekanismerna för strålskydd har optimerats så att doserna är så låga som rimligen är möjligt, med hänsyn till ekonomiska och sociala faktorer. Detta kallas också ALARA-principen.
- Begränsning – Individer bör inte utsättas för stråldoser som överstiger de föreskrivna dosgränserna.

ALARA-principen anses allmänt vara den viktigaste och mest effektiva av dessa faktorer för kontroll och hantering av strålning.

ALARA-principen är grunden för strålskydd, men strålningsdosgränser fastställs för att ge ett absolut skydd. Gränserna gäller endast strålningsdoser som erhålls till följd av en viss verksamhet och exkluderar naturlig bakgrundsstrålning, såsom visas i tabell 1.

Tabell 1 : Exempel på dosgränser

	Gränsvärden för yrkesmässig exponering (arbetstagare)	Under 18 år	Gränser för allmänhetens exponering
Effektiv dos (extern exponering)	20 mSv per år, i genomsnitt över en period av 5 år	6 mSv under ett år	1 mSv per år
Årlig ekvivalentdos för:			
• ögonlinsen	20 mSv under ett år	20 mSv per år	15 mSv per år
• extremiteterna (händer och fötter) eller huden	500 mSv under ett år	150 under ett år	-
• huden	-	-	50 mSv per år

För flora och fauna är det allmänt accepterat att standardgränsvärdet är 10 µGy/h. Om doser över detta värde fastställs för arter krävs ytterligare bedömning [ERICA 2023].

RADIOLOGISKA ÖVERVÄGANDEN AV PROJEKTET

För att identifiera farorna och bedöma och hantera riskerna i samband med strålning finns det ett antal bidragande faktorer som måste bekräftas, bland annat

- Inhämtande av erforderliga strålningslicenser, inklusive licens för drift och eventuella licenser för att:
 - Innehav och användning av radioaktiva källor
 - importera, inneha och använda radioaktiva källor, samt
 - Lagra radioaktiva källor.
- Bekräfta processmaterialens radiologiska egenskaper.
- Identifiera känsliga receptorer (t.ex. närmaste stad eller bostäder) och notera att om påverkan på dessa platser kan visas vara försumbar, anses även andra mer avlägset belägna områden vara försumbar påverkade.
 - Alla boenden på platsen definieras som känsliga receptorer, eftersom boendets anställda (t.ex. städpersonal, kockar etc.) betraktas som allmänheten i fråga om strålningshantering. I praktiken innebär detta att målet är att se till att boendets anställdas stråldoser hålls under 1 mSv/år. Om detta inte kan uppnås kommer projektet att definiera boendets anställda som yrkesmässigt exponerade arbetstagare.
- Fastställande av strålningsvägar för:
 - Allmänheten
 - arbetare och
 - Miljön.

POTENTIELLA RISKER

En radiologisk riskbedömning kommer att genomföras som en del av projektgodkännandena för att identifiera möjlig exponering för arbetstagare, allmänheten och miljön. Förväntade viktiga radiologiska risker sammanfattas i tabell 2.

Observera att klassificeringarna baseras på de potentiella doserna från var och en av de huvudsakliga exponeringsvägarna. I detta exempel används följande riskkategorier.

- Låg risk (L) – potentiell dos mindre än 1 mSv/år från exponeringsvägen
- Medelhög risk (M) – potentiell dos större än 1 mSv/år och mindre än 5 mSv/år från exponeringsvägen
- Hög risk (H) – potentiell dos större än 5 mSv/år från exponeringsvägen

Tabell 2: Sammanfattning av potentiell riskbedömning

Verksamhet/område	Typ av arbetstagare/arbetsbeskrivning	Källor		
		Gammastrålning	Inandning av damm	Radonförfallsprodukter
Gruvdrift	Produktionsgruvarbetare	M	M	L
	Utvecklingsgruvarbetare (inte utsatta för malm)	L	M	L
	Gruvtekniker	M	L	L
	Malm- och avfallslastbilsförare	M	L	L
Bearbetningsanläggning	Operatörer av grovmalm	L	M	L
	Operatörer av allmänna processanläggningar	M	L	L
	Operatörer av uranutsänkning/packning	M	M	L
	Gruv- och anläggningsunderhållspersonal	L	M	L
Boende (på plats)	Boendearbetare	L	L	L
Transport av uranprodukter utanför anläggningen	Transportörer av uranprodukter	M	L	L
	Transportstödpersonal	L	L	L
	Allmänheten	L	L	L
Miljö	Vatten		n/a	
	Mark		n/a	
	Flora		n/a	
	Fauna		L	

FÖRSLAG TILL GENERELLA STRATEGIER FÖR STRÅLNINGSHANTERING

1. Utveckla och genomföra en projektspecifik strålningshanteringsplan som granskas och uppdateras regelbundet.
2. Ansvar – Driftschefen skulle ha en nyckelroll när det gäller att säkerställa att kontroller finns på plats för detta projekt. Andra ansvarsområden och delegerade ansvarsområden för linjechefer, arbetstagare, entreprenörer och strålskyddsansvariga skulle också definieras och dokumenteras.
3. Kontroller av gruvdriftsutformningen skulle omfatta:
 - a. Begränsning av tillträdet till de viktigaste gruvområdena till personal med lämplig utbildning och kvalifikationer
 - b. Begränsning av det exponerade området för mineraliserad malm genom god gruvplanering
 - c. Säkerställande av att all tung gruvutrustning är luftkonditionerad
 - d. Minimering av damm med hjälp av standardtekniker för dammbekämpning (till exempel fuktning av material före hantering, fuktning av vägar, installation av dammuppsamlingssystem på borrar, fuktning av lager) och skyddsåtgärder för att minska efterföljande exponering
 - e. Placering av lager och materialhantering för att minimera potentiella effekter i medvind
 - f. Tillhandahållande av lämpliga tvättanläggningar på plats för fordon som lämnar gruvområdet.
4. Kontroller av processanläggningens utformning skulle omfatta specifika konstruktionsaspekter för dammkontroll (dvs. torra material) och för spillbegränsning (dvs. våta material) och skulle kunna omfatta följande
 - a. Särskilda bearbetningsenheter med inbyggd spillbegränsning
 - b. Slurrying av malm i vatten så snart den kommer in i bearbetningsstadiet
 - c. Installation av dammutsug, efter behov och när det krävs

- d. Användning av skrubbers eller filter där så är lämpligt
- e. Uppsamlingsbassänger för att samla upp och begränsa spill från tankar som innehåller processgyttja, med en kapacitet som motsvarar minst 110 % av tankens volym
- f. Tillräcklig åtkomst och utfart för mobil utrustning för att möjliggöra sanering där stora spill kan inträffa
- g. Vattenuttag och slangar för rengöring av spill.
- h. Om rörledningar används för att transportera radioaktivt material ska fysiska kontroller (t.ex. uppsamlingskar) användas i händelse av rörledningsfel.
- i. Självständigt system för uranutsänkning, torkning och förpackning för minimal interaktion mellan operatören och produkten.
- j. Begränsad åtkomst, med ytterligare begränsad åtkomst till förpackningsområdet för slutprodukten.
- k. Särskilt omklädningsrum för arbetare i området för att säkerställa att eventuell kontaminering begränsas. Smutsiga kläder tvättas på plats och avloppsvattnet skickas till anläggningens vattenreningsverk.
- l. Automatiserad förpacknings- och tvättprocess för fat.
- m. Användning av engångsoveraller och engångshandskar i vissa områden.
- n. I förpackningsområdet för slutprodukten (inklusive drift och underhåll) används bärbara luftdrivna andningsskydd.

5. Klassificering av områden för radiologiska ändamål, där:

- a. Ett kontrollerat område är ett område där tillträdet är kontrollerat och där anställda måste följa särskilda rutiner för att kontrollera exponeringen för strålning.
 - i. Arbetstagare i de kontrollerade områdena klassificeras vanligtvis som utsedda arbetstagare och omfattas av ytterligare kontroller för att säkerställa att deras doser kontrolleras.
- b. Ett övervakat område är ett område där arbetsförhållandena hålls under uppsikt men där särskilda förfaranden för att kontrollera exponeringen för strålning normalt inte är nödvändiga.
 - i. Arbetstagare i det övervakade området kommer sannolikt inte att utsättas för förhöjda doser, men deras exponering och doser kommer att övervakas för att säkerställa att klassificeringarna förblir giltiga.

6. Förfaranden och begränsningar för tillträde till kontrollerade områden där:

- a. Tillträdet skulle begränsas med lämpliga fysiska (t.ex. barriärer) och administrativa åtgärder.
- b. Gruvområdena skulle avgränsas med en jordvall.
- c. Gränserna skulle tydligt avgränsas med fysiska medel där så är möjligt och göras kända för alla anställda.
- d. Personer som beträder kontrollerade områden ska få lämplig information om strålningsriskerna i dessa områden.
- e. Varningsskyltar med strålningssymbolen ska sättas upp i kontrollerade områden på engelska och svenska.
- f. Lämplig utrustning och lämpliga rutiner för tillträde till kontrollerade områden måste tillhandahållas, inklusive personlig skyddsutrustning, övervakningsutrustning och lämplig förvaring av kläder.
- g. Lämplig utrustning och rutiner för att lämna kontrollerade områden måste omfatta utrustning för övervakning av kontaminering av hud och kläder, tvätt- och duschmöjligheter samt förvaring av kontaminerade skyddskläder.

7. Klassificering av arbetstagare och indelning i undergrupper där:

- a. Klass A Arbetstagare vars yrkesmässiga exponering för strålning kan överstiga 6 mSv per år (t.ex. gruvarbetare, förare som transporterar uranprodukter och operatörer av processanläggningar).
- b. Klass B-arbetare vars yrkesmässiga exponering för strålning kan vara mer än 2 mSv per år och mindre än 6 mSv per år (t.ex. gruvunderhålls-, teknik- och miljöpersonal).
- c. Arbetstagare som utsätts för strålning i sitt arbete men vars arbete endast kräver mindre exponering för strålning och som sannolikt utsätts för mindre än 2 mSv per år (t.ex. personal inom anläggningsadministration). Detta skulle inkludera anställda vid som klassificeras som "allmänheten" och vars arbete inte innebär någon direkt exponering för strålning (t.ex. personal i boendet).

8. Kontroll av besökare, som klassificeras som allmänheten och som skulle omfattas av dosgränserna för allmänheten på 1 mSv per år från projektaktiviteterna. Förfaranden för att säkerställa strålskydd för besökare skulle omfatta följande:
 - a. Alla besökare skulle eskorteras medan de befann sig på anläggningen.
 - b. En förteckning över besökare ska föras.
 - c. En säkerhetsintroduktion kommer att hållas där strålningskontroller presenteras.
 - d. Lämplig personlig skyddsutrustning tillhandahålls, beroende på vilket område av projektet som besöks.
 - e. Personliga hygienrutiner måste följas.
9. Utbildning och träning av anställda och entreprenörer skulle omfatta:
 - a. En allmän introduktion till anläggningen vid projektstart (med regelbundna repetitionskurser), inklusive en introduktion till strålning.
 - b. Områdesspecifika introduktioner.
 - c. Särskild utbildning för personal som hanterar processmaterial som innehåller förhöjda halter av radionuklider.
 - d. Särskilt utformad utbildning skulle ges till de olika arbetsgrupperna, inklusive:
 - i. Ledning – ytterligare utbildning, inklusive ansvar, detaljerna i strålningshanteringsprogrammet samt utbildning i hur man analyserar anställdas strålningsexponering.
 - ii. Strålskyddsansvariga – Strålskyddsansvariga ska ha den utbildning och de färdigheter som krävs för att utföra sina uppgifter.
 - iii. Transportarbetare – personal vars arbetsuppgifter innefattar transport av radioaktiva material skulle få utbildning om transportvägar, märkningsförfaranden och rutiner för akuta situationer.
10. Dokumentation skulle föras med hjälp av ett datahanteringssystem för att lagra och hantera all information som rör strålning, övervakning och arbetstagarnas doser. Detta omfattar:
 - a. Personuppgifter om alla arbetstagare (inklusive entreprenörer) och arbetsgruppstilldelning
 - b. Personliga exponeringsuppgifter, såsom månatlig, kvartalsvis och årlig dosbedömning från varje exponeringsväg
 - c. Register över all utbildning och introduktion som varje arbetstagare genomgår
 - d. Register över all övervakning och kalibrering av utrustning samt doser
 - e. Register över material och utrustning som lämnat anläggningen samt intyg om att kontaminering har sanerats
 - f. Register över transport av radioaktiva material
 - g. Uppgifter om eventuella olyckor eller incidenter och deras radiologiska konsekvenser
 - h. Register över revisioner, inspektioner och granskningar.
 - i. Periodiska rapporter skulle sammanställas utifrån informationen i databasen och regelbundna dosrapporter skulle tillhandahållas arbetstagarna och på begäran.
 - j. Alla nya arbetstagare skulle ombes att lämna uppgifter om tidigare erfarenhet av arbete i strålningsmiljöer, och vid behov skulle uppgifter om tidigare exponeringar inhämtas.
 - k. Uppgifter om strålningsexponering för anställda skulle sparas i minst 50 år och för besökare och entreprenörer i minst 5 år.
11. Intern och extern rapportering skulle omfatta:
 - a. Månatliga strålningsövervakningsrapporter, inklusive eventuella avvikelser
 - b. Månatliga rapporter om transporterade uranprodukter, inklusive mängder, platser, försiktighetsåtgärder och eventuella incidenter
 - c. Kvartals- och årsrapporter om strålningsövervakning och doser
 - d. Utredningsrapporter om strålningsrelaterade incidenter.
 - e. En årsrapport om radioaktivt avfall och restprodukter för tillsynsmyndigheter, inklusive typ och volym av radioaktivt avfall, deponeringsplatser och beskrivning av renat och återvunnet avfall samt volymer.

- f. En årlig dosrapport med en sammanfattning av projektets aktiviteter under året, en sammanfattning av övervakningsresultaten, en diskussion om trender i data och en sammanfattning av doserna för arbetstagare (per arbetsgrupp), allmänheten samt flora och fauna.
12. Incidenter och nödsituationer som involverar radioaktiva material skulle förberedas för och åtgärderna skulle omfatta:
- a. Om en arbetstagare utsätts för strålning skulle RSO göra en bedömning av incidentdosen.
 - b. Användning av lämpligt utbildade räddningspersonal med modern utrustning för att hantera eventuella incidenter som kan inträffa på platsen under gruvdriften.
13. Transportkraven skulle hanteras i enlighet med en projektspecifik transportplan för radioaktivt material (TMP) som främst skulle fokusera på transporten av slutprodukten. De allmänna kraven i TMP skulle dock gälla för all transport av radioaktivt material.
14. Kontroller av verktyg och utrustning som lämnar projektområdet skulle genomföras under driften, eftersom fordon och utrustning kan bli kontaminerade med radioaktivt material.
- a. Innan dessa föremål lämnar anläggningen skulle de rengöras och sedan kontrolleras av RSO för ytkontaminering.
 - b. Strålningskontrollcertifikat skulle utfärdas för föremål som lämnar anläggningen och som fastställts vara fria från kontaminering.
15. Dosbegränsningar skulle utvecklas för projektet för att optimera arbetstagarnas exponering. Dosbegränsningarna används som mål och ersätter inte några lagstadgade dosgränser. Projektet skulle införa dosbegränsningar för de tre arbetstagarkategorierna.
16. Projektet kommer att utveckla ett ledningssystem för hälsa, säkerhet och miljö (HSE) för verksamhet där strålning är en viktig riskfaktor, vilket kommer att behandlas i arbetsinstruktioner, rutiner, ledningsplaner, tillståndprocesser etc.
17. Ett program för övervakning av strålning i arbetsmiljön, för att undersöka gammastrålning, radionuklider i luftburet damm, koncentrationer av radonförfallsprodukter, ytkontaminering med tillhörande åtgärdsnivåer fastställda.
18. Ett miljöövervakningsprogram som skulle omfatta övervakning av gammastrålning, radonkoncentrationer, spridning av damm, radionuklider i ytvatten, grundvatten och mark samt radiologiska effekter på referensflora och referensfauna. Detta skulle omfatta miljöstrålningsövervakningsplatser som inrättats mellan verksamheterna och de identifierade känsliga receptorerna för att få direkta mätningar av potentiella effekter.
19. Andra riskreducerande strategier skulle omfatta:
- a. Skyltning
 - b. PPE
 - c. Anläggningar för personlig hygien och utbildning
 - d. Skydd för gravida och ammande arbetstagare
 - e. Hälsokontroller, inklusive regelbundna medicinska undersökningar
 - f. Hantering av radioaktivt avfall