



LUND UNIVERSITY

Underlag för kostnadsberäkning av sanering efter ett utsläpp från en kärnteknisk olycka

Tvårvetenskapligt forskningsprojekt vid Lunds, Göteborgs och Örebro universitet på uppdrag av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap

Finck, Robert; Rääf, Christopher

2023

Document Version:

Förlagets slutgiltiga version

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Finck, R., & Rääf, C. (2023). *Underlag för kostnadsberäkning av sanering efter ett utsläpp från en kärnteknisk olycka: Tvårvetenskapligt forskningsprojekt vid Lunds, Göteborgs och Örebro universitet på uppdrag av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap*. Lunds universitet, Medicinsk strålningsfysik, Institutionen för translationell medicin.

Total number of authors:

2

Creative Commons License:

CC BY

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

Underlag för kostnadsberäkning av sanering efter ett utsläpp från en kärnteknisk olycka:
Tvårvetenskapligt forskningsprojekt vid Lunds, Göteborgs och Örebro universitet
på uppdrag av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap

R. Finck¹, C. L. Rääf¹

¹Medicinsk Strålningsfysik, Institutionen för translationell medicin, Lunds universitet
robert.finck@med.lu.se; christopher.raaf@med.lu.se

Sammanfattning:

Direkta saneringskostnader efter en kärnteknisk olycka för ett typiskt svenskt bostadsområde med enfamiljshus uppskattades genom att skicka ett underlag liknande en offertförfrågan till en entreprenör med verksamhet riktad mot bl.a. konventionell sanering av fastigheter. Det fiktiva uppdraget omfattade en rad saneringsmetoder som tidigare beskrivits i olika handböcker för sanering av radioaktiv beläggning av mark och ytor. Kostnader för olika saneringsmetoder, samt i vissa fall övriga kommentarer av värde för ett saneringsuppdrag, sammanställs i denna rapport. Sanering av en fastighet med ett friliggande enfamiljshus i ett villaområde bedöms medföra en direkt kostnad av drygt 750 000 kronor (i 2021 års prisnivå), exklusive transport och deponikostnader av avfall som genererats av saneringen samt andra tillkommande infrastrukturkostnader. Detta belopp kan justeras upp till 1 miljon kronor när andelen i transport-, deponi- och infrastrukturkostnader inkluderas, baserat på uppskattningar gjorda efter Fukushimaolyckan i Japan. För ett typiskt svenskt bostadsområde med enfamiljshus svarar denna kostnad mot ca 765 miljoner kronor per kvadratkilometer i 2021 års prisnivå. I beräkningen ingår inte den enskildes kostnader. Inkluderas också de enskilt drabbades kostnader bedöms den totala kostnaden för sanering av typiska svenska bostadsområden med enfamiljshus bli en miljard kronor per kvadratkilometer.

INTRODUKTION

Direkta kostnader av ett fiktivt saneringsprojekt har beräknats i anslutning till ett projekt finansierat av Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB2017-7043; MSB, 2022⁽ⁱ⁾). Som en del i detta projekt ingick att få en aktuell kostnadsbild av sanering av radioaktiv beläggning på olika ytor i typisk svensk tätortsbebyggelse. I syfte att se om det finns skalningseffekter i kostnadsbilden så utformades en offertfråga på tre olika omfattningar i insatsstorlek (en enskild fastighet, samtliga fastigheter längs en viss gata, samt en hel stadsdel). Offertförfrågan skickades till en saneringsentreprenör (Håltagarna, 2023⁽ⁱⁱ⁾), med en lång erfarenhet av konventionell sanering av fastigheter och tomter. I förfrågan ingick en rad olika åtgärder, bl.a. schaktning av 5 cm översta marklager, våtsanering av takyta, fasadtvätt, beskärning av vegetation, rengöring av hårdytor, etc. I denna rapport ges en presentation av i) specifikation av scenario, ii) förteckning över specifika saneringsåtgärder samt iii) entreprenörens översiktliga kostnadsberäkningar för de specificerade åtgärderna.

Under rubriken Metod återges beskrivningen av det tänkta scenario som föranleder sanering och de översiktliga krav som ställdes på genomförandet av saneringen. Under rubriken Resultat återges specifikation av vilka saneringsåtgärder som önskades genomförda. Dessa texter skickades till saneringsentreprenören som svarade (i röd text) genom att fylla i kommentarer och bedömda kostnader under Resultat. Under Sammanfattning redovisas en kortfattad analys med delkostnader och summor för genomförandet av saneringen.

METOD

Bakgrund

Detta är en beskrivning av en fiktiv situation med nedfall av radioaktiva ämnen efter en kärnkraftsolycka. Beskrivningen ingår i ett tvårvetenskapligt forskningsprojekt för att bedöma samhällets kostnader att återställa ett område drabbat av radioaktivt nedfall. Avsikten är att med hjälp av beskrivningen beräkna kostnader för olika saneringsinsatser som avstyr framtida stråldoser till människor i det drabbade området. Beräkningarna bör utföras som om de skulle vara ”anbud” från en

entreprenadfirma, där de angivna beloppen ska vara sådana att de återspeglar en rimlig kostnad för insatsen. Det är således viktigt att kostnaderna är så realistiska som möjligt och varken underskattas eller överskattas. Kostnadsangivelserna kommer att användas i forskningsprojektet för att bedöma vilka saneringsåtgärder som kan anses berättigade för samhället att vidta för att avstyra framtida stråldoser, dvs saneringsåtgärderna ska medföra mer nytta än skada för att vara berättigade ur ett samhällsperspektiv. Å andra sidan är det ju givetvis inget anbud så du behöver rimligen inte ta sådana hänsyn.

Scenario

En radioaktiv markbeläggning från en kärnkraftsolycka har drabbat Lund. Beläggningens nivå är i genomsnitt 1 MBq/m² av det långlivade radioaktiva ämnet Cs-137 (halveringstid 30 år). Det är ca tio gånger högre än nedfallet i Gävle från Tjernobylolyckan 1986. Nedfallet inträffade i samband med nederbörd och genom varierande nederbördsintensitet och regnvattnets ansamling och avrinning har lokala variationer mellan 0,5 och 2 MBq/m² uppstått. Detaljerade kartor över beläggningens variation finns ännu inte. Eftersom nedfallet också innehåller kortlivade radioaktiva ämnen som under den närmaste tiden ger mycket högre doshastighet än från Cs-137 har samtliga boende i området Studentlyckan utryms. De boende bedöms kunna återvända om ett halvt år då beräkningar visar att stråldosen från nedfallet från den tidpunkten blir mindre än 20 mSv/år. Sanering av området behöver ske så fort som möjligt för att stråldosen från det långlivade ämnet Cs-137 i framtiden ska bli så liten som möjligt till den befolkning som bor i området.

Tillstånd, resursåtgång, tidsåtgång och finansiering

I detta scenario förutsätts att statliga medel gjorts tillgängliga för samtliga saneringskostnader inklusive planering och förberedelser för insatsen och att medel kan betalas ut på likartat sätt som vid andra stora entreprenadprojekt som t.ex. vägbyggen och vägunderhåll. I en verklig situation skulle det sannolikt bli mer komplicerat med olika finansärer mm. För att få påbörja arbeten kommer olika tillstånd att krävas, t.ex. tillfälliga bygglov för arbetsbodars, avstängning av vägar, upplag för materiel mm. I scenariot antas att entreprenadfirman ansöker om nödvändiga tillstånd. Den tidsåtgång och arbetskostnad detta innebär ska beräknas och anges i "anbudet". Det kan förutsättas att länsstyrelse eller kommun anvisat platser för deponier av olika slag av radioaktivt avfall från saneringen. Kostnaden för detta inkluderas inte i "anbudet", men kostnaden för förpackning och transport av avfallet till deponier ingår i "anbudet". Avståndet från sanerade platser till samtliga deponier antas vara 15 km enkel väg.

Tillgång till maskiner och personal kan bli en begränsande faktor när stora områden ska saneras. I "anbudet" ska antas realistiska möjligheter att i Sverige få tillgång till maskinella resurser och personal genom inhyring. För maskiner gäller i första hand att de ska finnas fysiskt tillgängliga, men att omprioritering från andra pågående projekt kan komma att behövas vid stora insatser, t.ex från pågående vägbyggen. Kostnader för omprioritering behöver då uppskattas.

Tidsfaktorn är mycket viktig för att bedöma avstyrd stråldos. Målet är att all sanering ska genomföras så fort som möjligt. Det är mycket värdefullt för forskningsprojektet att få en uppfattning om realistiska tider för att genomföra både mindre begränsade saneringsprojekt som en fastighet och ett kvarter och stora omfattande projekt som en hel stadsdel eller en hel stad (Lund). Försök bör därför göras att uppskatta tidsåtgången från start till fullständigt genomförd sanering. Tiden beräknas från det att myndigheterna ber om anbud, till dess saneringen är genomförd. I tidsförloppet inkluderas således anbudsberäkning, inlämning av anbud, tilldelande, tillståndsansökningar, praktiskt genomförande av alla moment samt besiktning och kontroll av genomfört arbete.

Krav på strålskydd

Saneringsarbetare kommer att behöva bära dosimeter och genomgå hälsokontroller. Detta styrs av myndigheterna som utfärdar föreskrifter för verksamheten. Det åligger arbetsgivare att se till att föreskrifterna följs på samma sätt som för arbetsskydd i övrigt. Myndigheternas kostnader ingår inte i beräkningarna för "anbudet". Däremot ska den extra tid som krävs för att entreprenörens arbetstagare ska följa strålskyddföreskrifterna räknas in i "anbudet". Det kan vara arbetstid för utbildning i

strålskydd, användning av skyddskläder och rutiner för att undvika personlig kontaminering (initialt 2 dagar), förbrukning av skyddsklädsel (hela tiden), hantering av dosimetrar (månadsvis), tid för läkarundersökningar och kontrollmätning (halvårsvis). Här ingår också extra kostnader för att hålla personal, utrustning och fordon rena från radioaktiva föroreningar innan de lämnar ett arbetsområde.

Krav på utbildning av saneringspersonal

Det är utomordentligt viktigt att saneringsarbeten utförs noga efter instruktioner. Detta kräver utbildning av saneringspersonal före varje moment. Beroende på moment kan utbildningen ta en eller flera dagar. Detta förutsätter att saneringsarbetaren redan har yrkeskunskaper för respektive arbetsmetod. Ingen person ska tillåtas arbeta med sanering som inte genomgått den särskilda utbildningen i strålskydd och saneringsmetod. Initialt organiseras utbildningen av myndigheterna, men efterhand kan utbildningen ske hos företag. I ”anbudet” inkluderas lönekostnader för den tid det tar att utbilda saneringspersonal i aktuell metod.

Krav på att följa metodbeskrivningar

Varje saneringsmoment har beskrivningar hur det ska utföras. De enskilda momenten måste utföras i rätt ordning. Tak saneras före väggar. Väggar saneras före markytor. Vegetation tas bort före sanering av markytor. Alla spill måste undvikas. Inget material, inget damm och inga vätskor från tak, väggar eller beskurna växter får nå bar markyta. Markytan måste skyddas genom uppsamlingsanordningar, plast och presenningar. Om tunga fordon kör i områden där markytan senare ska saneras måste ytan skyddas mot markskador (t.ex. hjulspår) eftersom det försämrar möjligheterna att sanera marken efteråt.

När det översta markskiktet avlägsnas (med maskinskopa eller grävning för hand) får inget av det materialet läggas på marken igen (som man gör vid vanlig schaktning eller grävning). Allt upptaget markmaterial måste direkt läggas åtskilt så att det inte kan förorena området på nytt. Det kan ske direkt i uppsamlingsbehållare eller på presenningar från vilka materialet sedan kan transporteras till deponi. Detta gäller allt sanerat material, vare sig det är från tak, väggar, växter eller mark.

Krav på att kontrollera kontaminering vid in- och utpassering från arbetsområde

Arbetsområden måste avgränsas så att in- och utpassering kan ske på ett kontrollerat sätt. Förorenat material från det område där saneringsarbete sker får inte spridas utanför arbetsområdet och förorenat material utanför området får inte spridas in till sanerat (rent) område. Detta kräver ”slussar” där in- och utpassering sker. Det kräver också områden där förorenade maskiner och personal kan göras rena före passage och det förorenade materialet tas om hand. För att upprätthålla kontroll och säkerhet behöver arbetsområden inhägnas eller tillträdet säkras på annat sätt.

Krav på att använda säkra maskiner och kompetent personal

Alla säkerhetskrav enligt lagar, förordningar och föreskrifter gäller. Personal som hanterar maskiner ska ha relevant utbildning och kompetensbevis. Kollektivavtal ska gälla för all personal.

Boende kan finnas kvar inom saneringsområdet

Även om utrymning är påbjuden, kan boende finnas kvar på platsen. Detta måste man ta hänsyn till vid saneringsinsatserna. Verksamheten måste kunna ske säkert även om det finns boende kvar i området.

Områden som ska saneras, tids-, kostnads- och skalningseffekter

Beräkningar av kostnader och tidsåtgång för ”anbud” bör göras i fyra steg:

1. Sanering av en fastighet, Björkvägen 13, Studentlyckan i Lund
2. Sanering av samtliga fastigheter på Björkvägen, Studentlyckan i Lund
3. Sanering av hela området Studentlyckan i Lund
4. Sanering av hela Lunds stad

Uppskalning av saneringsinsatsen till hela Lund får göras schablonmässigt. I denna skalning är det framför allt viktigt att bedöma vilka begränsningar i administration, maskiner, personal och utbildning av personal mm som kan uppstå när storleken på området ökar. Det är också viktigt att bedöma hur

lång tid det tar att genomföra sanering enligt steg 1, 2, 3 och 4, där målsättningen är att det alltid ska ske fortast möjligt utgående från praktiska förhållanden.,

För att få underlag för att beräkna effekten av olika möjliga saneringsåtgärder beskrivs i det följande basåtgärder och några alternativa åtgärder som har större sanerande effekt, men är mer kostsamma. De olika åtgärderna bör kostnadsberäknas var för sig, så att det blir möjligt för forskningsprojektet att se hur kostnadsbilden förändras för de olika alternativen.

Fastighetskartor med tomtgränser kan erhållas via <https://kartor.eniro.se/>. Välj ”Tomtgränser”.

RESULTAT

Kravspecifikationen ovan skickades under våren 2021 till en privat byggnads- och saneringsentreprenör (Håltagarna, 2023⁽ⁱⁱ⁾) för en bedömning av aktuella kostnader för de olika posterna. De olika delarna av saneringsuppdragen listas i Tabell 1, och är i många fall överensstämmande med de metoder som beskrivits i den europeiska handboken för saneringsåtgärder efter en kärnteknisk olycka (den s.k. EURANOS-handboken; Nisbet et al., 2010⁽ⁱⁱⁱ⁾). Kostnadsnivån avser således de nivåer som gällde under år 2021. I följande tabeller finns beskrivning av omfattning av saneringsinsatser i steg 1-4. I anslutning till specifikation finns en sammanfattning av entreprenörens i) bedömda prisbild, samt ii) eventuella kommentar om uppgiften/postens genomförbarhet och andra avväganden som är av praktisk betydelse ur ett entreprenörsperspektiv. Kommentarna bygger på muntlig och skriftlig återkoppling i samband med ett möte med en representant för entreprenören (K. Östlund) som ägde rum 2021-08-19 i Malmö.

Beskrivning av saneringsåtgärder

Steg 1:

Specifikation av åtgärder för fastigheten Gullregnet 9(1), Björkvägen 13, Studentlyckan i Lund. Tomtstorlek 1062 m². Se Fig 1.



Fig 1. Fastigheten Gullregnet 9 (1), Björkvägen 13, Studentlyckan, Lund

Tabell 1. Sammanställning av olika åtgärder samt skattning av entreprenörskostnad enligt 2021 års prisnivå.

Åtgärd	Omfattning:
1:1:a. Basåtgärd. Våtsanering av takyta med "ångdyna" samt efterföljande högtrycksspolning. 	Inplastning av husfasad (200 m² yta) Presenningar på marken runt huset för att fånga upp stänk av förorenat vatten med omhändertagande av spill Behandling av 250 m² takyta (betongpannor). Uppsamling av allt förorenat processvatten Rening av använt processvatten (med jonbytare) och transport av förorenad rest till deponi. Alternativt transport av allt använt processvatten till deponi - beräkna mängd vatten till deponi. (Processvatten kan eventuellt efter rening föras till dagvattenavlopp, men det behöver utredas). Entreprenörs kostnadsskattning: Plastning: 30 000 Presenning köp + jobb 25000 850kr/kvadrat x 250 = 215 000 Deponi Lst Rening på annan plats av vatten går ej att värdera. Hantering 30 kbm vatten, hantering 2000 kr/kubik
1:1:b. Alternativ åtgärd. Utbyte av takmaterial.	Presenningar på marken runt huset för att fånga spill. Utbyte av betongpannor och plåtbeslag på bostadshus (ingen ångtvättning eller spolning). Entreprenörs kostnadsskattning: Byte betongpannor tak 300 000kr inkl transporter till mellanlager (75kr per ton).
1:2:a Basåtgärd. Våtsanering av garagetak.	Enligt metod 1:1:a Entreprenörs kostnadsskattning: 850 kr per kvadrat Ca 25 000kr
1:2:b. Alternativ åtgärd. Utbyte av takmaterial på garagetak	Enligt metod 1:1:b, men det antas att garagetaket är av papp. Transport av utbytt papp till deponi - beräkna volymen. Entreprenörs kostnadsskattning: 400kr/kvadrat rivning 450kr/per kvadrat nytt tak Transport till deponi 5000 kr
1:3:a Basåtgärd. Tvättning av husfasad	Presenningar på marken runt huset för att fånga upp stänk av förorenat vatten med omhändertagande av spill. Entreprenörs kostnadsskattning: Presenning köp + jobb 25000 Konstruktion på plats av uppsamlingsanordning för processvatten. Entreprenörs kostnadsskattning: Ficka och sug 15 000 Tvättning av 200 m² (inkl. fönsterytor) med medel för fasadtvätt. Entreprenörs kostnadsskattning: Tvättning hetvatten 2,5 dag, 2 pers inkl hantering och medel 31000 kr Uppsamling av processvatten.

	Entreprenörs kostnadsskattning: Ingår ovan Eventuellt rening av använt processvatten på plats och borttransport av förorenad rest till deponi - beräkna mängd vatten till deponi. Entreprenörs kostnadsskattning: Transporteras via IBC till mellanlager eller reningsanläggning. Görs ej på plats. 3000kr (kranbil)
1:3:b Alternativ åtgärd. Sandblästring av husfasader av sten	Presenningar på marken runt huset för att fånga upp spill. Sandblästring med uppfångning av blästersand. Ingen återanvändning av blästersand. Transport av använd blästersand till deponi - beräkna mängd. Entreprenörs kostnadsskattning: Kväver blästertält, undertrycksanläggning och tryckluftsmatad friskluft. Åtgärden är <i>mycket</i> dyr. Tätt blästertält 250 000 – 300 000 över hela huset. Undertryck anläggning 5500 per dag. Blästring 1200kr/kvadrat. (240 000) Transport blästersand via torrsugsbil till deponi och filterbyte 15000 sugning, 45 000 för filterbyte, 5000 transport, Hantering blästersand ingår ej.
1:4:a Basåtgärd Tvättning av garageytterväggar	Enligt metod 1:3:a Entreprenörs kostnadsskattning: Samma kostnad enligt 1.3a och återanvändning av presenning Ca 17 000kr
1:5:a. Basåtgärd. Beskärning av växtlighet (häckar, träd)	Presenningar på marken där beskärning ska ske för att fånga spill. Nedskaering av häck till 20 cm höjd. Kraftig beskärning av träd (använd beskärningskunnig personal) i omfattning 1 prydnadsträd, 3 fruktträd, 3 buskar, 65 m häck. Bortförsel av löv och beskuret material, ca till 10 m³, till deponi. Entreprenörs kostnadsskattning: Uppskattad kostnad enligt ovan (fingervisning då specifikationen inte går att följa pga häcken) 75 000 kr
1:5:b Kompletterande åtgärd. Beroende på årstid, uppsamling av löv	Om nedfallet sker strax före höstens lövfällning -uppsamling av löv. Entreprenörs kostnadsskattning: Bortförsel av löv till deponi. Schablon 10 000 kr
1:6:a Basåtgärd. Demontering av trädäck	Demontering av trädäck, ca 15 m². Bortförsel av demonterat material till deponi. Entreprenörs kostnadsskattning: 2 man 1 dag 10 000 kr, transport deponi 4000 kr
1:6:b Kompletterande åtgärd. Nytt trädäck	Konstruktion av nytt trädäck, ca 15 m², som ersättning av det borttagna. Entreprenörs kostnadsskattning: Impregnerat trädäck montage 2 man 2 dagar 20 000, material 6000kr
1:7:a Basåtgärd. Dammsugning av hårdgjorda markytor	Torrdammsugning av ca 40 m² markplattor. Bortförsel av uppsamlat material till deponi.

	Entreprenörs kostnadsskattning: Torrsugbil 5 timmar totalt 13 000 kr inkl etablering.
1:7:b Alternativ åtgärd. Tvättning och våtborstning av hårdgjorda markytor	Kombinerad tvättning, våtborstning och dammsugning av ca 40 m² markplattor. Bortförsel av uppsamlat material till deponi. Entreprenörs kostnadsskattning: Hetvattentvättning 8 timmar 2 man inkl våtsug 10 500 kr
1:8:a Basåtgärd. Schaktning av 5 cm marklager till bredd av 2 m runt huset	Noggrann schaktning av markytan närmast huset (utan spill), där det inte är hårdgjort ut till ett avstånd på 2 m från fasad (inkl ytan under trädäck) – ca 100 m², vilket ger 5 m³ jord. Uppsamling av all schaktad jord. 1.8aBorttransport av schaktad jord till deponi. Entreprenörs kostnadsskattning: Maskiner 2 dagar 22 500kr (inkl förare) Transporter 10 000kr Extra utrustning sanering 2000 kr
1:8:b Kompletterande åtgärd. Borttagning av jord runt stora växters rötter.	Jord runt trädstammars, buskars och häckväxters rötter kan inte schaktas maskinellt. Jorden måste grävas bort för hand. Borttagning av 5 cm jord runt 1 prydnadsträd, 3 fruktträd, 3 buskar och en häck 65 m. Uppsamling av all borttagen jord. Bortförsel av uppsamlat material till deponi. Återförsel av ren jord runt växterna. Entreprenörs kostnadsskattning: Torrsugsgrävning 2800kr/tim (görs detta momentet i samband med andra torrsugningar tillkommer inte filterkostnad). 3 dagar totalt 30 timmar sugning med bil 84 000 inkl borttransport. 20 000kr för ny jord på plats.
1:8:c Alternativ åtgärd Schaktning av 5 cm marklager, hela trädgårdsytan.	Noggrann schaktning av hela trädgårdsytan (utan spill), där det inte är hårdgjort – ca 800 m², vilket ger 40 m³ jord. Uppsamling av all schaktad jord. Borttransport av schaktad jord till deponi. Entreprenörs kostnadsskattning: 55 timmar grävning enl spec. 1400 kr i timmen inkl minidumber, inkl förbrukningsmaterial och utrustning 85 000kr Borttransport 15 000kr (7 containrar).
1:8:d Kompletterande åtgärd. Återförsel av ren jord till schaktade ytor, 5 m ³	Återförsel av ren jord till schaktade ytor, 2 m från fasad, 5 m³. Transportstäcka för hämtning av ren gjord antas vara 50 km enkel väg. Entreprenörs kostnadsskattning: 1 dag 2 man, 16 timmar a 1400kr i timmen, 22 500kr 1 transport 2100 kr
1:8:e Kompletterande åtgärd. Återförsel av ren jord till schaktade ytor, 40 m ³	Återförsel av ren jord till schaktade ytor, hela trädgårdsytan, 40 m³. Transportsträcka för hämtning av ren gjord antas vara 50 km enkel väg. Entreprenörs kostnadsskattning: 2 man 2 dagar a 1400kr i timmen, 45 000kr 7 transporter a 2100 kr, 15 000kr Detta kan fungera för ett begränsat antal sanerade objekt, t.o.m. steg 3. För större områden blir det ett problem med tillgången på ren

	jord. Om det överhuvudtaget finns så stora mängder ren jord, blir transportsträckan sannolikt mycket längre än 50 km.
--	--

Entreprenörs kostnadsskattning:

747 000kr för listade åtgärder exkl. blästring + 60 000 (risktillägg). Motsvarande kostnad om blästring genomförs blir 1 410 500 för fastigheten+ 113 000 (risk) för alternativ med blästring).

Entreprenörens kalkyl på ett kvarter med 19 hus blir: 14 750 000 totalt med risk inräknat. Och 28 933 000kr för blästring med risk inräknad. 10% avdrag vid alla 19 fastigheter med minst 3 fastigheter igång hela tiden. Mer går inte in på gatan utan effektivitetsförlust.

Till kostnadsberäkningarna adderas kostnader för planering av saneringsinsats och arbetsledning, tillståndsansökningar, lön under tiden för utbildning av saneringspersonal i strålskydd, lön under tiden för utbildning i saneringsmetoder, nödvändiga skydds och arbetskläder till personal för att undvika personkontaminering samt uppsättning, och drift av extra infrastruktur för avskiljning av kontaminerade områden, rengöring av fordon och personal, in- och utpasseringskontroll, dosimetrar och dosuppföljning.

Entreprenörs kostnadsskattning:

Vi uppfattar detta som kostnader utöver a-priser som inte vi ska svara på. Vi kommenterar i hopp om att förenkla för er.

Entreprenörs kommentarer gällande genomförbarhet:

1 arbetare kostar 450 kr/timme.

Strålskyddsutbildning tar ca 4 timmar per person.

Saneringsmetodik tar ca 1 dag per person att gå igenom.

Skydds och arbetskläder är arbetsgivarens/entreprenörens egen kostnad.

Vi ser inte att personalflödet sker i likhet med beskrivet system som liknar kärnkraftverkens.

All rengöring och personalkontroll kommer inte fungera som vid ett kkv-verk utan mer som vid vanlig industriell sanering, dvs entreprenören ordnar själv detta.

Arbetsplanering och logistikupplägg måste ligga på länsstyrelsenivå tillsammans med kommunnivå, med hjälp av inhyrd kompetens. Vad detta kostar går inte att uppskatta.

I kostnadsberäkningen ingår inte kostnader för information till berörda, anläggning och drift av deponier eller kostnader för mätningar av joniserande strålning annat än personlig dosimetri.

Genomförbarhet och tidsåtgång

Det är viktigt att bedöma tidsåtgången för genomförande av *Steg 1*, räknat från det att anbudsförfrågan erhålls tills saneringen är genomförd i sin helhet.

Entreprenörs kommentar:

Ni har inte angett anbudstid, det saknas. Inställelsetid är 3 veckor ca idag, genomförandetid är max 15 dagar men beror helt och hållet på logistisk planering från Länsstyrelse, kommunen och väderförhållanden. Tiderna som angetts i 1:x placeras in inom de 15 dagarna.

Steg 2:

Specifikation av åtgärder för samtliga fastigheter längs Björkvägen, Studentlyckan i Lund. Se Fig 2.

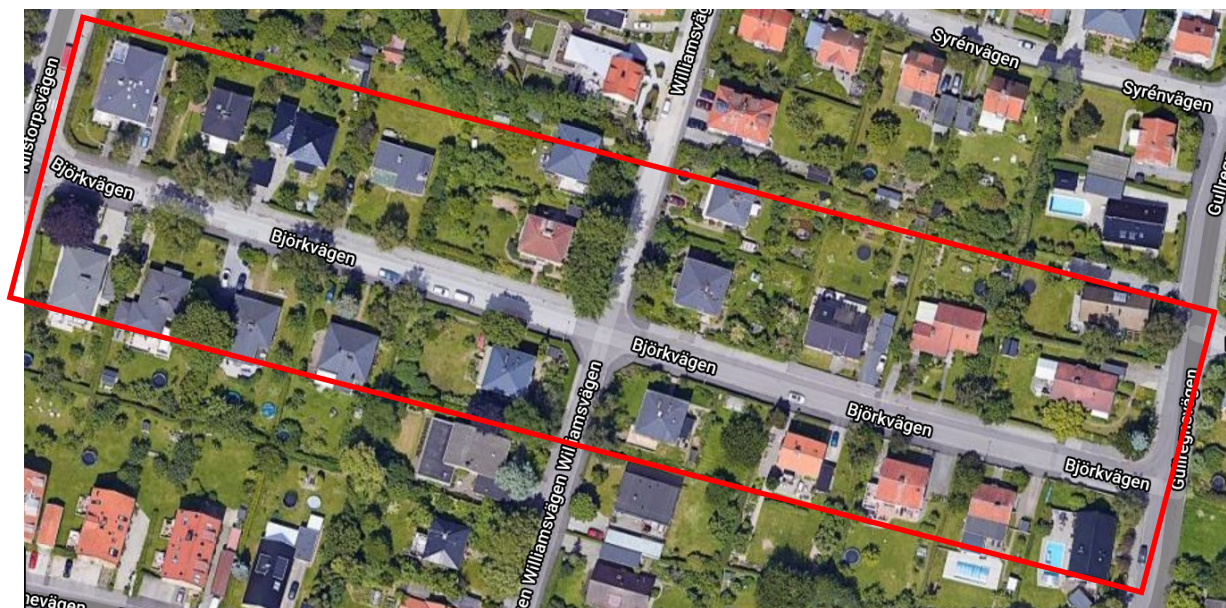


Fig 2. Samtliga fastigheter längs Björkvägen, Studentlyckan i Lund.

Tabell 2. Dito Tabell 1.

Åtgärd	Omfattning:
2:1 - 2:8 Sanering av samtliga fastigheter längs Björkvägen enligt beskrivning 1:1 - 1:8 för Björkvägen 13	Samtliga 19 fastigheter längs Björkvägen åtgärdas enligt punkterna 1:1 - 1:8 enligt <i>Steg 1</i> Björkvägen 19. Total takyta ca 4800 m ² . total garagetakyta 400 m ² . Total trädgårdsyta för schaktning 5 cm djup till 2 m från husgrund, 3800 m ² , för schaktning 5 cm djup över hela trädgårdsytan 15000 m ² , 19 prydnadsträd, 57 fruktträd, 57 buskar, 1240 m häck.
2:10:a Basåtgärd. Spolning av Björkvägen	Spolning av hela gatusträckningen, Björkvägen, ca 3000 m ² asfaltyta. Avrinning tillåts till dagvattenbrunnar. Entreprenörs kostnadsskattning: Ca 50 000 kr med tankbilar och spolbilar.
2:10:b Alternativ åtgärd. Gatsopning och spolning av Björkvägen	Gatsopning och spolning av hela gatusträckningen, Björkvägen, ca 3000 m ² asfaltyta, 10 gånger fördelade under saneringsperioden. Entreprenörs kostnadsskattning: 5000 kr för sopning x 10 = 50 000kr Uppsopat material transporteras till deponi. Entreprenörs kostnadsskattning: Transport till deponi blir dyr med sopustrad bil, ca 3000 per tömning.
2:10:c Alternativ åtgärd. Utbyte av asfalt på Björkvägen	Efter att sanering av fastigheterna längs Björkvägen färdigställt byts asfalten på Björkvägen enligt konventionell metod där det tidigare asfaltlagret tas bort innan ny ren asfalt läggs på. Borttransport av uppriven asfalt till deponi. Avstånd för att hämta ny ren asfalt antas vara 50 km enkel väg. Entreprenörs kostnadsskattning: Fräsning 20mm 140 kr/kvadrat, 420 000kr Ny-asfaltering 320 kr per kvadrat, 960 000kr Borttransport av material till deponi 42 000 kr

Kommentar:

Till kostnadsberäkningarna adderas kostnader för planering av saneringsinsats och arbetsledning, tillståndsansökningar, lön under tiden för utbildning av saneringspersonal i strålskydd, lön under tiden för utbildning i saneringsmetoder, nödvändiga skydds och arbetskläder till personal för att undvika personkontaminering samt uppsättning, och drift av extra infrastruktur för avskiljning av kontaminerade områden, rengöring av fordon och personal, in- och utpasseringskontroll, dosimetrar och dosuppföljning.

Besvarat ovan.

I kostnadsberäkningen ingår inte kostnader för information till berörda, anläggning och drift av deponier eller kostnader för mätningar av joniserande strålning annat än personlig dosimetri

Det är viktigt att bedöma tidsåtgången för genomförande av *Steg 2*, räknat från det att anbudsförfrågan erhålls tills saneringen är genomförd i sin helhet.

Besvarat ovan.

Rationaliseringsvinster genom att åtgärder görs för alla fastigheter längs Björkvägen ska inkluderas i beräkningarna. Eventuella tillkommande kostnader adderas.

Besvarat ovan.

Steg 3:

Specifikation av åtgärder för samtliga fastigheter i hela området Studentlyckan i Lund. Se Fig 3.



Fig 3 Området Studentlyckan. Steg 3 innebär sanering av en hel nedfallsdrabbat stadsdel.

Tabell 3. Dito Tabell 1.

Åtgärd	Omfattning:
3:1 - 3:8 Sanering av samtliga fastigheter i området Studentlyckan enligt beskrivning 2:1 - 2:8 för Björkvägen	Hela området Studentlyckan enligt Fig 3. Omfattar 250 fastigheter, med total takyta på ca 63000 m ² , garagetakyta 5200 m ² . Schaktning 50000 m ² mark enligt punkt 1:8:a (5 cm djup, 2 m från husgrund) samt 200000 m ² mark enligt punkt 1:8:c (5 cm djup, hela trädgårdsytan). För beskärning av växter är omfattningen 250 prydnadsträd, 750 fruktträd, 750 buskar, 1600 m häck.

3:10 Sanering av samtliga gator i området Studentlyckan enligt beskrivning 2:10 för Björkvägen	Ca 12000 m ² asfaltbelagd gatumark Entreprenörs kostnadsskattning och kommentar: Eftersom ni byter fastighetstyper utan att ha gått via en specifikation så går det inte att ge pris för området, då höghus/flervåningshus/flerfamiljshusen inte alls saneras på samma sätt och priset blir väsentligt annorlunda. Förslaget är att istället gå bakvägen via exempelvis kvadratmeterpris för mark med liknande hustyper. Hyreshusen/flervåningshusen går inte att använda 1:1-1:8 varianterna fullt ut. Det går inte att plasta fasaderna på många av husen då plasten inte stannar kvar pga balkonger mm. så att räkna enl 1:x blir inte korrekt. Asfalten kan användas som avrinningsytor, vissa grönområden kan saneras med betydligt större maskiner och mindre kvadratmeterpris än villaträdgården. Ifall ni vill schablonräkna alla olika ytor används timpris på respektive åtgärd som angivits i 1:1-1:8. Ett alternativ är att planera in en träff på 2 timmar irl så att vi kan ta era tankar rakt av och omsätta till kostnader.
---	---

Till kostnadsberäkningarna adderas kostnader för planering av saneringsinsats och arbetsledning, tillståndsansökningar, lön under tiden för utbildning av saneringspersonal i strålskydd, lön under tiden för utbildning i saneringsmetoder, nödvändiga skydds och arbetskläder till personal för att undvika personkontaminering samt uppsättning, och drift av extra infrastruktur för avskiljning av kontaminerade områden, rengöring av fordon och personal, in- och utpasseringskontroll, dosimetrar och dosuppföljning.

Entreprenörs kostnadsskattning:

Specifikationen är inte tillräcklig för att besvara det här.

I kostnadsberäkningen ingår inte kostnader för information till berörda, anläggning och drift av deponier eller kostnader för mätningar av joniserande strålning annat än personlig dosimetri

Det är viktigt att bedöma tidsåtgången för genomförande av *Steg 3*, räknat från det att anbudsförfrågan erhålls tills saneringen är genomförd i sin helhet.

Entreprenörs kostnadsskattning:

Det här måste diskuteras specifikt från fall till fall för det går inte ur specifikationen att ge er korrekta svar.

Rationaliseringsvinster genom att åtgärder görs för alla fastigheter i området Studentlyckan ska inkluderas i beräkningarna. Området är emellertid så stort att extra kostnader och tidsfördröjningar kan uppkomma på grund av resursbrister av olika slag. Bästa möjliga bedömning av detta bör utföras och inkluderas i beräkningarna.

Entreprenörs kommentar:

Det är främst andra orsaker till tids- och kostnadsvinster som ligger till grund för förändringar i priset. Exempelvis för takbyten eller takrengöring görs tidsvinst i större sammanhängande ytor på stora fastigheter. Förluster görs för höga byggnader i tid och effektivitet, platta tak är enklare, hårda ytor på mark kan bara tvättas och det kommer inte funka att skrubba.

Resursbrister är inget som hör hemma i ett anbud eller kostnader angivna i anbud då parterna måste stå för detta då de lämnats in. En entreprenör lämnar inte in ett anbud och tecknar avtal utan att ha löst resurserna. Ingen gör så, definitivt inte i den här situationen. Generellt sett är stora fastigheter billigare för färre steg går att utföra jmf villa.

Steg 4:

Sanering av hela Lunds stad enligt metod för området Studentlyckan

Detaljberäkning behöver inte utföras. En överslagsberäkning görs utgående från kostnaderna för att sanera området Studentlyckan. Vid uppskalning tas hänsyn till eventuella rationaliseringsvinster. Men framför allt bör en grov bedömning av resursbrister utföras. Det kan vara begränsad tillgång till maskiner, transporter, personal mm. Tillgång till deponi finns då knappast inom 15 km utan kanske 5 mil eller mer. Detta leder kanske till fördyringar av verksamheten och tidsfördröjningar. Det vore tacknämligt att erhålla en uppskattning av vilka resursbrister som kan förväntas, hur mycket det fördyrar sanering och hur det förlänger tidsåtgången för sanering. Hänsyn bör tas till behovet av snabb sanering.

Entreprenörs kommentar:

Det här ser vi att vi har svårt att svara på. För att sanera hela Lund innebär avsevärda avsteg från metodiken då k-märkta byggnader (omfattande del av lund) inte kan hanteras som villor. Vi hade i så fall bestämma begränsningarna tillsammans med uppdragsgivaren för att kunna säga någonting om detta. Utförandet är med andra ord svårt att göra enligt modellen från Björkvägen.

SAMMANFATTNING

Det allmännas kostnadskalkyl

En summering av kostnader för tre olika åtgärds paket ges i Tabell 4 för sanering av ett typiskt svenskt friliggande enfamiljshus, enligt den typ som finns på Björkvägen i Lund. I tabellen har tre olika varianter av åtgärds paket beräknats. En lågbudgetvariant omfattar åtgärderna 1.1a + 1.2a + 1.3a + 1.4 + 1.5 + 1.6a (exkl. 1.6b nytt trädäck) + 1.7a (endast dammsugning) + 1.8a (endast borttagning av 2 m mark intill boningshuset) och uppgår till ca 650 tusen kr (inkl. risktillägg på 60 tusen kr). En högbudgetvariant av åtgärds paketet innefattar även ersättning av borttaget kontaminerat trädäck samt borttagning av mark över hela tomtytan, men där kvarvarande vegetation bevaras och saneras. Kalkylen för denna variant hamnar på ca 856 tusen kr (inkl. entreprenörens risktillägg på 60 tusen kr). En ytterligare variant, innefattar ingen särskild sanering av mark runt vegetation utan allt kontaminerat biologiskt material, dvs all växtlighet utom stora träd samt 5 cm övre marklager skyfflas bort från den enskilda fastighetens tomt, men trädcket ersätts. Denna variant hamnar på ett belopp på drygt 750 tusen kr (inkl. risktillägg). Ingen av varianterna innefattar återläggning av ren jord eftersom denna åtgärd enligt entreprenören bedöms vara svår att genomföra om stora landområden blivit kontaminerade av nedfallet.

Tabell 4. Sammanfattning av bedömda kostnader för saneringsåtgärder (ej blästring; åtgärd 1.3b) rörande en fastighet med ett friliggande enbostadshus med trädgårdsyta 800 m² i villaområde i Lund. Kostnad för transport av avfall till deponi ingår i beräkningen. Kostnader för iordningställande och drift av deponi ingår inte. ”-” betecknar att åtgärden inte genomförs.

Åtgärd	Kostnad			
	Enligt ”anbud” SEK	”Lågbudg.”	Mellanbudg	Högbudg.
SEK				
1.1a Våtsanering av hustak				
Plastning	30000			
Presenning, köp, arbete	25000			
Takspolning (250 m ² tak)	215000			
Hantering av 30 m ³ spillvatten	60000	330000	330000	330000
1.1b Alt, byte av betongtakpannor	300000	-	-	-

1.2a Våtsanering av garagetak	25000	25000	25000	25000
1.2b Alt, byte av garagetak	30000	-	-	-
1.3a Tvättning av husfasad				
Presenning, köp, arbete	25000			
Ficka och sug	15000			
Tvättning hetvatten 2x2,5 dagar, tvättmedel	31000	71000	71000	71000
1.3b Alt, sandblästring av husfasad	660000	-	-	-
1.4a Tvättning av garageväggar	17000	17000	17000	17000
1.5a Beskrining växtlighet	75000	75000	75000	75000
1.5b Uppsamling av löv	10000	10000	10000	10000
1.6a Demontering trädäck				
Arbetskostnad	10000			
Transport till deponi	4000	14000	14000	14000
1.6b Montering av nytt trädäck	26000	-	26000	26000
1.7a Dammsugning av hårda markytor	13000	13000	13000	13000
1.7b Alt, tvättning av hårda markytor	10500		10500	10500
1.8a Markborttagning 5 cm djup, avst 2 m	34500	34500	-	-
1.8b Markborttagning runt stora växter	104000	-		104000
1.8c Alt, markborttagning 5 cm hela trädgårdsytan	100000	-	100000	100000
1.8e Återförsel av ny jord 5 cm hela trädgårdsytan*	60000	-	-	-
Entreprenörens risktillägg	60000	60000	60000	60000
Summa		649500	751500	855500

*Denna åtgärd bedöms inte realistisk vid storskaliga åtgärdsprogram pga bristen på ren jord som kan avsättas för trädgårdsbruk.

Kostnaden per fastighet för det åtgärdsprogram som är mest dosreducerande, men som inte involverar återläggning av ren jord, drygt 750 tusen kronor, är ca 100 tusen kronor lägre än alternativet att behålla viss växtlighet som häckar, buskar och mindre träd och manuellt sanera marken runt dessa. Att behålla växtlighet kan innebära att dosreduktionen inte blir lika hög, men att delar av den gröna miljön bibehålls. I MSB-projektet (Räef et al., 2022⁽ⁱ⁾) användes en något konservativ beräkning: 747 tusen + 60 tusen (risktillägg) kr = ca 810 tusen kr per fastighet för den mest dosreducerande åtgärden. *en åtgärd som innebär att hela trädgårdsytan schaktas bort (inkl. vegetation).*

Entreprenören bedömer att storskalighetsvinsterna är begränsade till maximalt 10% per fastighet om hela kvarter ska saneras. Detta pga logistiska och metodmässiga hinder som begränsar hur många saneringsprojekt som kan utföras samtidigt längs en gata (max 3 objekt).

I projektet har vi bedömt att ett *ytterligare tillägg på ca 25%* måste läggas på kostnaden för den enskilda fastigheten för att inkludera kostnader förenade med i) transport och förvar av avfall som genererats, ii) utbildning av personal i saneringsteknik och arbetarskydd och iii) annan nödvändig infrastruktur för genomförande av storskalig sanering. Detta leder till en slutsumma som avrundats jämnt till 1 000 000 kronor per fastighet. Uppjusteringen av kostnaden bygger på Yasutaka and Naito (2016)^(iv) som beräknade att dessa poster utgjorde ca 20-25% av den totala saneringskostnaden för de japanska tätorter som sanerades efter Fukushimaolyckan. För 15 fastigheter inom ett område av per 140*140 m² definierat i bl.a. Hinrichsen *et al.*, 2020^(v) så motsvarar detta ca 765 fastigheter per km² av ett bostadsområde av Studentlyckans karaktär. Det ger en bedömd saneringskostnad på 765 miljoner kronor per km² av ett bostadsområde med enfamiljshus.

Observeras bör att saneringskostnaderna för en specifik åtgärd är oberoende av hur stor stråldos som avstyrs genom åtgärden. Antingen görs åtgärden eller görs den inte. Är den radioaktiva kontaminationen hög på en yta eller ett föremål, kan åtgärden att tvätta, avlägsna eller helt byta ytan eller föremålet avstyra mycket stråldos. Är kontaminationen låg avstyr åtgärden inte lika mycket stråldos, men kostnaden för åtgärden är densamma. Myndigheter kan välja att inte göra vissa åtgärder för att "vinsten" i form av avstyrd stråldos blir för "liten" i förhållande till kostnaden för åtgärden. En sådan mycket dyr åtgärd i förhållande till avstyrd stråldos är sandblästring av husfasader. Entreprenören har i exemplet ovan bedömt kostnaden för enfamiljshuset till 660 tusen kronor. Det är nästan lika mycket som alla andra åtgärder kostar tillsammans, samtidigt som den avstyrda stråldosen blir liten i förhållande till de andra åtgärderna. Sandblästring bör alltså i detta fallet prioriteras lågt i förhållande till andra mer effektiva åtgärder för att avstyra stråldoser.

Författarnas anmärkning ang den drabbades kostnader och lidande

I den ovan redovisade kostnads kalkylen för sanering av fastigheter med enfamiljshus ingår inte beräkningar av den enskildes kostnader som är förknippade med att inte kunna använda sin bostad. Bland dessa kostnader finns ökade levnadskostnader för boende och resor på annan ort, minskat fastighetsvärde, kvarvarande driftskostnader för byggnader som inte används, mm. Härtill kommer den genom saneringen förstörda trädgårdsmiljön och omgivningen som innebär både ekonomiska och emotionella påfrestningar. En del människor har kanske bott lång tid på platsen, och upplever svårt trauma över den förstörda miljön. Det kan medföra sämre levnadsstandard och ökad sjukdomsrisk för drabbade personer. Hur en trädgård ska återställas efter sanering måste ske i dialog mellan myndigheter och fastighetsägaren. Det är rimligt att det allmänna bekostar återställning av sådant som förstörts genom saneringsåtgärderna, t.ex. nya växter, plantering, markarbeten mm. Så sker t.ex. alltid vid vägbyggen som berör gränsområdet mot enskilda fastighetsägare.

För att få en heltäckande kostnadsbild för sanering av större bostadsområden, bör också den enskildes kostnader för ingreppen räknas in. En försiktig uppskattning är att dessa uppgår till ca 25 % av samhällets kostnader för sanering inklusive avfallsdeponier och infrastruktur (som ovan beräknats till 765 milj kr per km²). *Den totala kostnaden för sanering av typiska svenska bostadsområden med enfamiljshus blir då en miljard kronor per kvadratkilometer.*

REFERENSER

-
- ⁱ Rääf, C., Martinsson, J., & Finck, R. (2022). Återställning av förorenade områden efter en RN-olycka: Samhällets problem och hur bästa kombination av långsiktiga åtgärder kan väljas för att skydda människor i bebyggda miljöer mot bestrålning. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap. <https://rib.msb.se/filer/pdf/29929.pdf>
- ⁱⁱ Håltagarna AB. (2023). Hemsida: <http://haltagarnaskane.se/> Besökt 2023-07-18.
- ⁱⁱⁱ Nisbet, A. F., Brown, J., Cabianca, T., Jones, A. L., Andersson, K. G., Hänninen, R., Ikäheimonen, T., Kirchner, G., Bertsch, V., Heite, M. (2010). Generic handbook for assisting in the management of contaminated inhabited areas in Europe following a radiological emergency. EURANOS(CAT1)-TN(09)-03.
- ^{iv} Yasutaka, T., Naito, W., (2016). Assessing cost and effectiveness of radiation decontamination in Fukushima Prefecture, Japan. J. Env Rad. 151, 512-520 <https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2015.05.012>.
- ^v Hinrichsen, Y., Finck, R., Martinsson, J., & Rääf, C. (2020). Monte-Carlo simulations of external dose contributions from the surrounding ground areas of residential homes in a typical Northern European suburban area after a radioactive fallout scenario. Scientific Reports, 10(1), [14764]. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71446-4>