



Det frivillige Skyttervesen

RPR.no
Rieber Prosjekt AS

RAPPORT

Miljøriktige kulefang - Testing av stålkulefang



Dag Rieber

Oslo, 26.03.2023

Innhold

Sammendrag.....	3
Summary	4
1 Innledning.....	5
1.1 Bakgrunn	5
1.2 Tidligere forskning	5
1.3 Tema for undersøkelsene.....	6
1.4 Eksisterende stålkulefang	7
2 Metode.....	12
3 Utført testing av stålkulefang	13
3.1 Opplegg for testing	13
3.1.1 Testobjekter.....	13
3.1.2 Testperiode	16
3.1.3 Utførte tester.....	16
3.2 Oppsamlingsgrad.....	16
3.3 Forurensing til omgivelsene	17
3.3.1 Før skyting.....	17
3.3.2 Første runde.....	17
3.3.3 Andre runde.....	17
3.3.4 Oppsamlede kule-rester.....	17
3.4 Frontmaterialer	19
3.4.1 Regupol E43	19
3.4.2 Naturgummi-duk med 1,6 mm tykkelse.....	20
3.4.3 Naturgummi-duk med 3,2 mm tykkelse.....	21
3.4.4 Plater av polyetylen.....	22
4 Vurderinger.....	24
4.1 Usikkerheter og svakheter ved utført testing.....	24
4.2 Forurensing til omgivelsene	24
4.3 Frontmaterialer	25
4.4 Utfordringer og forbedringspunkter	26
4.5 Kostnader.....	28
5 Konklusjon	29
Referanser.....	30
Vedlegg.....	30

Sammendrag

Kulefang av stål er pekt på som en mulig løsning for å minimere spredning av bly til omgivelsene ved utendørs skyting. Ved terrengforhold som vanskeliggjør etablering av tradisjonelle kulefang av jord og sand, kan også kulefang av stål være en praktisk løsning.

Første fase i DFS sitt Miljøkulefang-prosjekt var en kunnskapsinnhenting om ulike typer kulefang. I første fase ble det funnet mye forskning på metaller fra kuler, korrosjon og transport av forurensning, men fraværet av forskning på ulike kulefang-løsninger var påfallende. Basert på rapporten fra første fase ble det besluttet å kjøpe inn et kommersielt tilgjengelig kulefang av stål, samt å utvikle og produsere en prototype av et stålkulefang med vertikal stålplate. De to kulefangene er benyttet for testing av egenskaper til stålkulefang og frontmaterialer.

Ved testing av stålkulefangene er det benyttet ulike typer grovkalibret rifleammunisjon. Testene viser at graden av oppsamling av kulerester er langt lavere enn forventet. Uten forbedringer av kulefangene kan så mye som 20% av blyet i kulene havne i naturen. Det ble ved måling påvist høye nivåer av forurensning på bakken rundt kulefangene etter skyting.

Stålkulefang må ha et frontmateriale som kulene går lett gjennom og som i størst mulig grad hindrer blystøv i å komme ut igjen. To typer frontmaterialer er funnet å fungere godt ved skyting med ikke-ekspanderende blyholdige kuler og homogene kobberkuler. Skyting med kaliber .22 LR og ikke-ekspanderende grovkaliberammunisjon, vekselvis på samme kulefanger, forventes å medføre stor slitasje på de frontmaterialene som fungerer best for ikke-ekspanderende blyholdige kuler og homogene kobberkuler. Skyting med grovkaliberammunisjon med ekspanderende kuler ødelegger alle de testede frontmaterialene raskt.

Basert på testene som nå er foretatt, synes det klart at det vil være et krevende og omfattende arbeid å finne løsninger for stålkulefang som sikrer betydelig redusert spredning av bly til omgivelsene i forhold til avrenning av bly fra kulefang av jord og sand.

Summary

Steel bullet traps are supposed to be able to minimize the spread of lead to the surroundings during outdoor shooting. In case of terrain conditions that make it difficult to establish traditional ball traps made of soil and sand, a steel bullet trap can also be a practical solution.

The first phase of DFS's project "Environment-Friendly Bullet Traps" was a knowledge acquisition about different types of bullet traps. In the first phase, a lot of research was found on metals from bullets, corrosion, and transport of pollution, but the absence of research on different bullet trap solutions was striking. Based on the report from the first phase, it was decided to purchase a commercially available steel bullet trap, as well as to develop and produce a prototype of a steel bullet trap with a vertical steel plate. The two bullet traps are used for testing the properties of steel bullet traps and front materials.

When testing the steel bullet traps, different types of coarse calibre rifle ammunition were used. The tests show that the degree of collection of bullet residues is far lower than expected. Without improvements to the bullet traps, as much as 20% of the lead in the bullets can end up in nature. Measurements showed high levels of contamination on the ground around the bullet traps after shooting.

Steel bullet traps must have a front material that the bullets pass through easily and which, to the greatest extent possible, prevents lead dust from escaping again. Two types of front materials have been found to work well when shooting with Full Metal Jacket (FMJ) / Open Tip Match (OTM) bullets and homogeneous copper bullets. Shooting with calibre .22 LR and FMJ/OTM, alternately on the same bullet trap, is expected to cause a lot of wear on the front material that works best with FMJ/OTM. Firing coarse-calibre ammunition with expanding bullets destroys all the tested front materials rapidly.

Based on the tests that have now been carried out, it seems clear that it will be a demanding and extensive task to find solutions for steel bullet traps that ensure a significantly reduced spread of lead to the environment in relation to the runoff of lead from soil and sand bullet traps.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Det frivillige Skyttervesen (DFS) tilstreber å arbeide kunnskapsbasert på områder der sivile skytebaner påvirker miljøet. Ett av de viktigste områdene i denne sammenheng er metallforurensning, som også kan påvirke områder utenfor selve skytebanen. Riflekuler inneholder i hovedsak bly, kobber, sink og antimon. Av disse metallene er det bly som anses å være mest problematisk.

Med ønske om å få mer kunnskap om metallforurensning fra skytebaner tilknyttet DFS, ble det i årene 2006-2009 gjennomført et arbeid i samarbeid med Miljødirektoratet (tidligere Statens Forurensningstilsyn) og Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Det ble undersøkt konsentrasjon av metaller i avrenning fra 50 norske skytebaner (Rognerud & Rustadbakken, Tungmeallavrenning fra sivile skytebaner, 2007) og det ble gjort en detaljert analyse av mengden tungmetaller som lekker ut fra tre utvalgte skytebaner (Rognerud, Avrenning av metaller fra tre geværskytebaner, 2009). Disse undersøkelsene så på avrenning fra skytebanen som sådan, og ikke utelukkende avrenning fra kulefangene. Fra andre undersøkelser er det tydelig at for eksempel skyting på selvanvisere av stål kan medføre betydelig forurensning på bakken rundt selvanviseren (Weholt, 2018). Finkornet forurensning på overflaten vil også korrodere raskt og kunne føres med vann bort fra skytebanen langt enklere enn forurensning som ligger under bakken inne i et kulefang. Slik forurensning kan derfor stå for en betydelig del av den totale avrenningen fra en skytebane.

For å få mer kunnskap spesifikt om avrenning av metaller fra kulefang har DFS satt i gang et prosjekt med navn «Miljøriktige kulefang». Prosjektet er delt i tre faser, der første fase besto av kunnskapsinnhenting. Resultatet fra kunnskapsinnhenting er gjengitt i rapporten «Miljøriktige kulefang – kunnskapsinnhenting» (Rieber, 2021). Fase to av prosjektet består av testing av tiltak for forbedring av jord-/sandkulefang, og testing av stålkulefang. Fase tre innebærer å utarbeide en veileder for hvordan kulefang bør utformes slik at man ivaretar miljø og sikkerhet på en god måte innenfor realistiske økonomiske og praktiske rammer.

Det Europeiske kjemikaliebyrået ECHA gjennomfører for tiden en vurdering av forbud mot bly i ammunisjon. For sports-skytebaner er det aktuelt å ha et unntak fra et eventuelt blyforbud fordi eksisterende typer blyfri ammunisjon ikke har god nok presisjon. Det har kommet sterke signaler om at unntaket bare skal gjelde for skytebaner med mulighet for oppsamling og resirkulering av bly, og ECHA har spesielt trukket frem stål-kulefang som en aktuell løsning.

I Norge er det i hovedsak Forsvaret som har en viss erfaring med stålkulefang utendørs. Sivilt har utendørs stålkulefang inntil nylig ikke vært aktuelt å benytte. Denne rapporten tar for seg den delen av fase to i Miljøkulefang-prosjektet som omhandler testing av stål-kulefang. For den andre delen av fase to av Miljøkulefangprosjektet, som omhandler potensialet for forbedring av kulefang av jord og sand, vil det bli utarbeidet en egen rapport.

1.2 Tidligere forskning

Arbeidet med kunnskapsinnhenting i prosjektets første fase viste at det er gjort en rekke studier i mange land omkring korrosjon, utlekking og transport av metaller i forskjellige

situasjoner og med ulike grunnforhold. De kjemiske forholdene i jord og vann på og rundt skytebaner varierer mye, og dette påvirker både korrosjonshastighet og utlekking av metaller (Bolstad, 2015). Vi nøyer oss i denne sammenhengen med å konstatere følgende:

- Regn og overflatevann kan frakte med seg korrodert metall fra skytebaner
- Sigevann kan frakte med seg korrodert metall. Kobber, sink og antimon er mer mobile enn bly og vaskes ut i større grad. Utlekking og transport varierer mye med jordens kjemi.
- Transport av bly skjer i hovedsak bundet til partikler i overflatevann
- Blyforurensning *kan* transporteres med vann gjennom sand (Strømseng & Ljønes, 2000)
- Bly transporteres i liten grad med vann gjennom jord, og blyforurensning fra skytebaner finnes derfor svært sjelden i grunnvann

Kunnskapsinnhentingen viste at det er en påfallende mangel på forskning knyttet til effekten av oppbygningen av ulike kulefang i forhold til hvor mye forurensning som kan renne av fra en skytebane. Årsaken til denne kunnskapsmangelen er trolig sammensatt, men noen av årsakene kan være:

- Treghet. Å måle faktisk avrenning fra kulefang innebærer at kulefanget må være uendret over lang tid fordi det kan ta flere år før målinger av avrenning viser langtidseffekter
- Det er vanskelig å avgrense problemstillingen fordi mange skytebaner har ukjent brukshistorikk. Med ukjent tidligere bruk er det ofte umulig å vite hvor på skytebanen den målte forurensningen kommer fra.
- Produsenter av kulefang har egeninteresse av å selge egne produkter og har ikke interesse av å prioritere kostbare forskningsprosjekter for å sammenlikne løsninger
- Skytterorganisasjoner har begrensede midler til forskning

1.3 Tema for undersøkelsene

Denne rapporten tar for seg undersøkelser av stålkulefangs egnethet på utendørs riflebaner der det skytes med grovkalibret ammunisjon. Ønsket om å undersøke stålkulefang nærmere skyldes følgende forhold:

- ECHA peker spesielt på stålkulefang som en aktuell løsning for å redusere forurensning fra skytebaner
- Stålkulefang med vertikal stålplate kan være en aktuell løsning på skytebaner med komplisert terreng-geometri ved skivene

Spørsmålet som ønskes belyst i denne rapporten er:

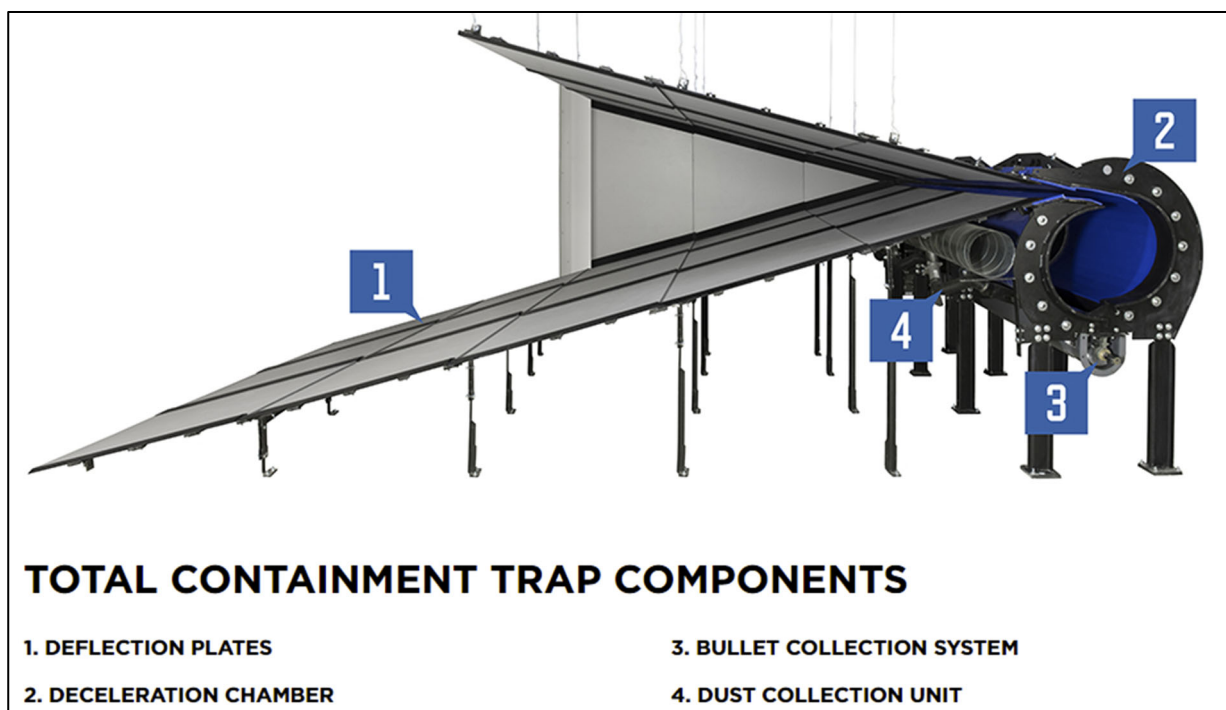
Kan kulefang av stål for utendørs bruk utformes på måter som sikrer betydelig redusert spredning av blyforurensning til omgivelsene i forhold til tradisjonelle kulefang av jord og sand?

1.4 Eksisterende stålkulefang

Stålkulefang fungerer ved at kulene treffer en stålplate og deretter fanges opp i et kammer. På den måten kan metallene i kulerestene leveres til gjenvinning. Det er en rekke ulike prinsipper i bruk. Fra rapporten fra første fase av Miljøkulefangprosjektet gjengis en kort oppsummering av aktuelle typer stålkulefang.

Sneglehuskulefang

Hensikten med sneglehuskulefang er å unngå å knuse kulene. Stålplatene har så liten vinkel i forhold til kulebanen at kulene endrer retning uten å knuse. Deretter ledes kulene inn i et deselerasjonskammer der de snurrer til de mister hastigheten og faller ned i en oppsamlingsrenne, gjerne med transportskrue i bunnen. Kulefang som dette er vurdert å ikke fungere utendørs i norsk klima fordi funksjonen forstyrres ved minusgrader og ved inntrenging av nedbør.



Figur 1 Sneglehuskulefang fra Action Target. <https://actiontarget.com/products/tct/>

Lamellkulefang

Et lamellkulefang fungerer ved at skråstilte stålplater ligger som lameller over hverandre. Som oftest er disse lamellene vinklet nedover slik at de knuste kulene faller ned i en renne eller en skuff under kulefanget. I front av kulefanget må det være en duk eller plater som man skyter gjennom. Lamellkulefang er vanlig i bruk på innendørs skytebaner, men kan også være aktuelle for bruk utendørs. Eksempelet vist på bilder nedenfor befinner seg i Trondenes Leir. Her er det bygget et hus over skivene og kulefanget, noe som kan være nødvendig utendørs for å unngå problemer med vann, snø og is.



Figur 2 Lamellkulefang Trondenes leir, med en transportskrue i bunnen for utmating av kulerester. (Forsvarsbygg, 2020)



Figur 3 Stållameller i kulefang. Både lamellene og bakplaten er av Hardox stålblater

Kulefangerkassetter

Mens lamellkulefang har skråstilte plater i forhold til vertikalplanet, kan kulefang også bygges med vertikale stålblater skråstilt i horisontalplanet i forhold til kulebanens retning. Slike kulefang vil være naturlig å bygge som separate kulefangerkassetter for hver skive fordi de skråstilte platene må stå hver sin vei. Et eksempel på løsning er vist i figurene nedenfor. Disse er levert av Leu & Helfenstein AG i Sveits.



Figur 4 Kulefangerkassetter med innvendige stålplater. Leu & Helfenstein AG



Figur 5 Baksiden av kulefangerkassetter med innvendige stålplater. Leu & Helfenstein AG



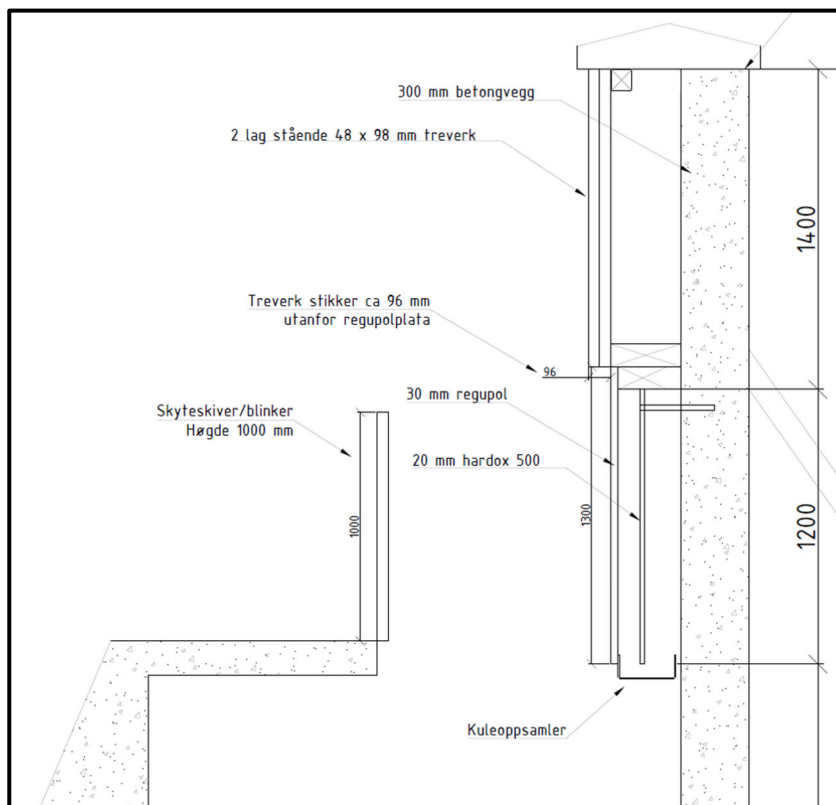
Figur 6 Innsiden av kulefangerkassett med stålplater. Leu & Helfenstein AG

Kulefang med vertikalstilt stålplate

Tradisjonelt er stålkulefang bygget med skråstilte stålplater. Med harde stålqualiteter er det imidlertid også mulig å lage kulefang med stålplater som står vinkelrett på skyteretningen. I Norge er det kun et fåtall slike kulefang i bruk i dag. Bildene nedenfor viser to løsninger, det første fra Indre Breim skyttarlags bane der det på grunn av terrengets form ikke var fysisk mulig å etablere et tradisjonelt kulefang.



Figur 7 Kulefangvegg med innvendig vertikal stålplate og oppsamlingsrenne for kulerester (på bildet er skivene dekket av en grønn presenning)



Figur 8 Prinsippskisse av kulefang med vertikal stålplate. Indre Breim skyttarlag

På bane 10 på Sessvollmoen er det et stort kulefang med vertikal stålplate. Kulefanget er etablert med 4 meter høye L-elementer i betong med motfylling bak, som holder elementene på plass. Utenpå elementene er det hengt opp 25 mm tykke Hardox 500 plater, og utenpå disse er det lektet ut ca. 50 mm før det er skrudd på 43 mm tykke Regupol-plater.



Figur 9 Kulefang med vertikal stålplate på bane 10 på Sessvollmoen

På bane 10 skytes det med mange forskjellige våpen, men mest med karabin med stålkjerneammunisjon kaliber 5.56. Sikkerhetsmessig fungerer kulefanget godt med alle typene ammunisjon som er i bruk. Kulene fra pistol kaliber 9 mm kommer ikke alltid helt gjennom Regupol-platene i fronten, men dyttes etter hvert gjennom av senere skudd.

Andre typer stålkulefang

Stålplate og sandfang: Spesielt på innendørs pistolbaner er det ofte brukt kulefang av stålplate som er skråstilt i forhold til vertikalplanet, med sandfang under. Tilsvarende løsning kan prinsipielt også benyttes på utendørs riflebaner, men løsningen er neppe kostnadsbesparende, samtidig som det er vesentlig større fare for sprut og tilbakekast av kuler enn ved de andre stålkulefangene som er beskrevet. I tillegg vil kulerestene blande seg med sanden, noe som vanskeliggjør resirkulering.

Sneglehus-kulefang som ikke har sirkulært desellerasjonskammer, men i stedet flere skråstilte stålplater som knuser kulene før de faller ned i en beholder er brukt tidligere. Ulempen er relativt høy kostnad og ingen vesentlige fordeler fremfor de rimeligere stålkulefangene.

2 Metode

Fysisk testing er valgt som metode for undersøkelsene som er foretatt. På grunn av kort tid til gjennomføring er det valgt å utføre en relativt intensiv korttidstesting. Denne testingen er egnet til å belyse en del av forholdene som ønskes belyst. Langtidstesting antas å kunne gi mer presise resultater, særlig knyttet til vedlikeholdsbehov og konsekvenser av manglende vedlikehold. For å kompensere for manglende langtidstesting er det i rapporten tatt med noe informasjon om erfaringer fra lengre tids bruk av kulefangene på Sessvollmoen og i Indre Breim.

I rapporten om kunnskapsinnhenting ble det sett på fire hovedpunkter:

Sikkerhet

- Rikosjettsikkerhet
- Fare for sprut og tilbakekast
- Mulighet for gjennomskyting
- Egnethet for ulike typer skyteaktivitet og ammunisjon

Vedlikehold

- Vedlikeholdsbehov / slitestyrke ved bruk av ulike våpen / ammunisjon (skarpskytterammunisjon, kaliber .22 LR, jegerammunisjon og stålkjerneammunisjon)
- Konsekvenser av manglende vedlikehold
- Vedlikeholdsintervaller og -omfang

Miljø

- Mulighet for avrenning fra kulefanget
- Grad av oppsamling
- Grad av resirkulering
- Hva skjer med den andelen man ikke får samlet opp
- Renseløsning

Kostnader (grove overslag)

- Etablering
- Drift

Ved testingen av stålkulefang er miljømessige forhold knyttet til kulefangene det temaet som er tillagt størst vekt. Vedlikehold er også vurdert, men behovet for vedlikehold avdekkes først ved lengre tids testing. Sikkerhet er i realiteten kun et kostnadsspørsmål. Kostnader til etablering og vedlikehold estimeres basert på innkjøpspriser og nødvendige sikringstiltak.

3 Utført testing av stålkulefang

3.1 Opplegg for testing

3.1.1 Testobjekter

Bruk av sneglehuskulefang utendørs, som ikke knuser prosjektilene, anses på bakgrunn av rapporten fra prosjektets første fase (Rieber, 2021) å være urealistisk i norsk klima. Det er derfor besluttet å teste et kommersielt tilgjengelig kulefang og en egenutviklet prototype som begge knuser prosjektilene.

Kulefang fra Leu & Helfenstein AG i Sveits

Det ble kjøpt inn et kulefang fra Leu & Helfenstein AG. Dette kulefanget er en lukket stålkasse med innvendige Hardox stålplater som er skråstilt i forhold til skyteretningen, med en oppsamlerskuff i bunnen. Produsenten garanterer at stålplatene tåler 150 000 skudd før de må byttes. Kulefanget er godt tett med pakninger i sammenføyninger og ved oppsamlerskuffen. Fronten består av en 50 mm tykk plate av Polyetylen (PE). I midten er det en mykere polyetylen-plate som produsenten oppgir at tåler 15 000 skudd før den må skiftes ut. Kulefanget angis av produsenten å være for 300 m skyting. Det betyr i praksis at kulefanget er beregnet for skyting med blyholdig match-ammunisjon (helmantel / hulspiss match-ammunisjon).



Figur 10 Kulefangerkassett fra Leu & Helfenstein AG. Pappskiven er brukt til å sikte på under testskytingen

Egenutviklet prototype

Med basis i erfaringer fra kulefang med vertikal stålplate 90 grader på skyteretningen, ble det utviklet en prototype av et kulefang. Ønsket var en rimelig og enkel konstruksjon som bygger minst mulig i dybden. Kulefanget har en bakplate av 25 mm Hardox 450 som kulene treffer etter å ha gått gjennom frontplaten av Regupol. Regupol er 43 mm tykke plater av en type gummigranulat, spesielt beregnet for å tåle mange skudd uten å gå i oppløsning. For å beskytte innfestingen av Regupol-platene har kulefanget også en ramme av 25 mm Hardox i fronten.

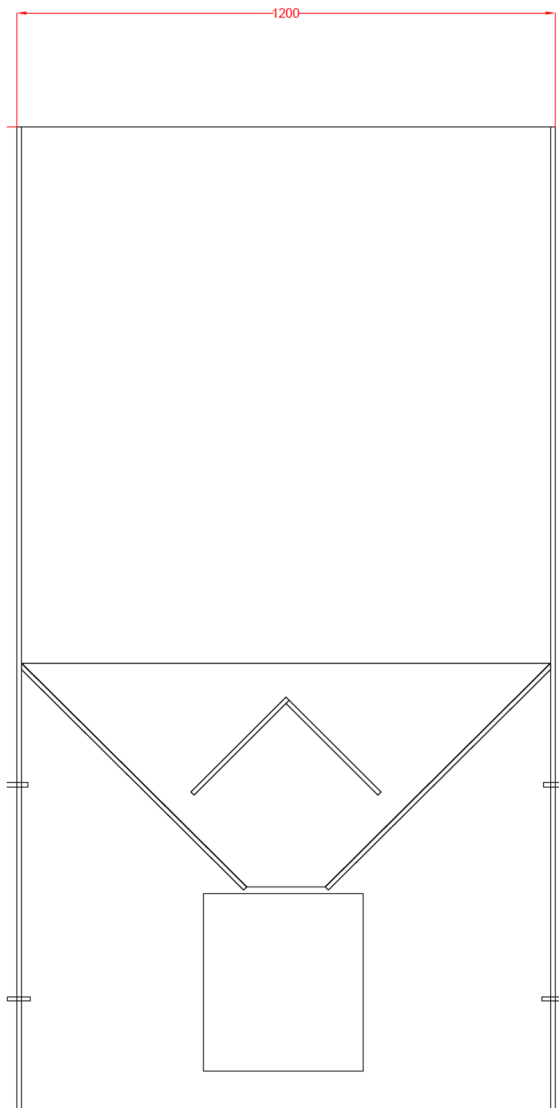
På toppen har kulefanget et lokk. Mellom lokket og kulefanget var det planlagt å ha en tettelist, men på grunn av lave temperaturer lot det seg ikke gjøre å feste denne tettelisten under testingen.

I bunnen av kulefanget er det en trakt som leder ned til en beholder som samler opp kulerestene. Før beholderen er det en avviser som skal hindre at beholderen ødelegges av de knuste kulerestene som har høy energi. Beholderen var tenkt festet tett til kulefanget, men på prototypen ble forenklet ved at det kun ble satt inn en boks på skinner. På grunn av gliper mellom boksen og kulefanget ble det montert på en gummi-duk for å lede kulerestene ned i boksen.

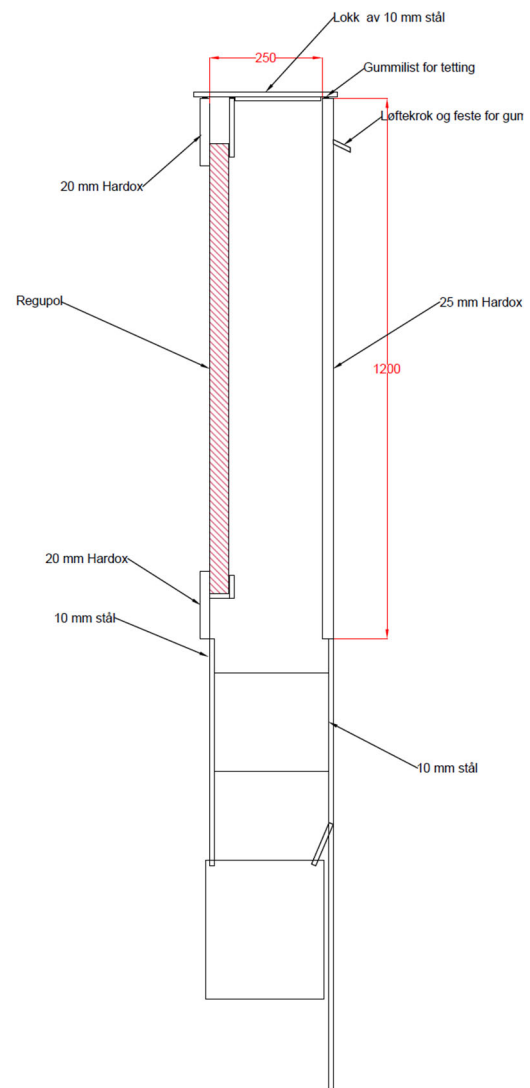
Bortsett fra rammen i front, og treffplaten, ble det benyttet standard stål i kulefanget. Nedenfor vises av bilde og tegninger av prototypen.



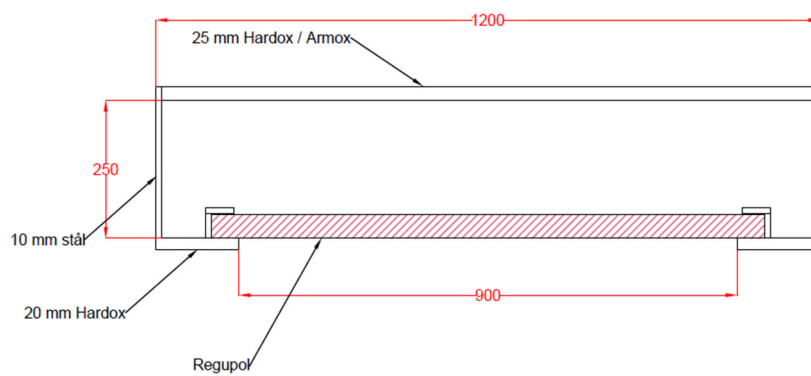
Figur 11 Bilde av selvutviklet prototype av en stålkulefang. Pappskiven er brukt til å sikte på under testskytingen.



Figur 12 Prototype sett forfra innvendig



Figur 13 Prototype vertikalsnitt



Figur 14 Prototype horisontalsnitt

3.1.2 Testperiode

Testskytingen på de to stålkulefangene foregikk fra midten av november til midten av desember 2022.

3.1.3 Utførte tester

Ved første runde med testskyting var det fokus på grad av oppsamling og forurensning rundt kulefangene som følge av skytingen. Det ble skutt 666 skudd på hvert kulefang i to omganger, fra 200 m hold som er det lengste vanlige baneholdet ved DFS-skyting. Etter hver omgang ble de oppsamlede kulerestene veid, og vekten ble sammenliknet med den totale vekten på kulene det ble skutt med. Det ble målt forurensning på grusen under kulefangene før og etter skyting. Måling ble utført med håndholdt XRF (røntgenfluorescens) måleinstrument, og prøver som ble analysert i laboratorium.

Ved andre runde med testskyting var det frontmaterialenes egenskaper som ble testet med ulike typer ammunisjon. Ved denne testingen ble det av praktiske årsaker skutt fra om lag 50 meters hold.

3.2 Oppsamlingsgrad

Det er utarbeidet en datarapport for de utførte målingene av oppsamlingsgrad og forurensning rundt kulefangene, som finnes som vedlegg til denne rapporten. For detaljer vises det til denne datarapporten.

Kulefanget fra Leu & Helfenstein AG har en oppsamlingsskuff i bunnen som må tømmes manuelt ved å spa ut restene. Eventuelt kan restene helles ut av skuffen, men med en del bly i skuffen blir den for tung til å håndtere manuelt. Avviket mellom vekten på prosjektilene som ble skutt inn i kulefanget og det som havnet i skuffen var 39 %. Det ble observert at mye blystøv lå under skuffen inne i kulefanget, men dette er vanskelig å samle opp, så det er derfor usikkert hvor mye av kulerestene som har unnsloppet kulefanget.

Den egenproduserte prototypen av et kulefang har en beholder i bunnen som skal samle opp kule-restene. Avviket mellom vekten på prosjektilene som ble skutt inn i kulefanget og det som havnet i skuffen var 22 %. Gummi-duken som skulle hindre lekkasje var i første runde ikke riktig plassert, og det var mistanke om at dette kunne ha betydning. Imidlertid viste første runde med testskyting større grad av oppsamling enn andre runde når duken var riktig plassert.

3.3 Forurensing til omgivelsene

3.3.1 Før skyting

Området der kulefangene ble stilt opp ble tilført ren grus før kulefangene ble heist på plass. Det ble foretatt målinger av blyinnhold i grusen med XRF og innsendte prøver til laboratorium før testskyting. Resultatene fra målingene før testskyting bekrefter at massene hadde svært lave nivåer av bly, kobber og sink.

3.3.2 Første runde

Etter første runde med skyting ble det foretatt målinger med XRF rundt kulefangene.

Det var moderate mengder bly rundt kulefanget fra Leu + Helfenstein AG. Da oppsamlingsskuffen ble trukket ut ble det observert at fint støv ble virvlet opp og kom ut av kulefanget. Måling med XRF viste da også høye nivåer av blyforurensning i området rundt skuffen.

Rundt prototype-kulefanget ble det målt høye nivåer etter første runde med skyting, og en kunne se blystøv på treverket som kulefanget var stilt opp på.

3.3.3 Andre runde

Etter andre runde med skyting ble det foretatt målinger av blyinnhold i grusen med XRF og innsendte prøver til laboratorium. Prøvene viste om lag dobbelt så høye forurensningsnivåer rundt prototypekulefanget som rundt kulefanget fra Leu + Helfenstein AG. Grusmassene rundt begge kulefangene hadde mengder av bly som gjør at massene ut fra helsebaserte tilstandsklasser karakteriseres som dårlig (klasse 4).

3.3.4 Oppsamlede kule-rester

Kulerestene som er samlet opp ble helt over på plastbokser i forbindelse med veiing. Bildene nedenfor viser hvordan restene ser ut. Det er ikke mulig å se noen vesentlig forskjell på kulerestene fra de to kulefangene. Mantelen er relativt likt ødelagt, og blyet er pulverisert i begge kulefangene.



Figur 15 Kule-rester fra kulefangerkassetten fra Leu + Helfenstein AG



Figur 16 Kule-rester fra prototypekulefanget

3.4 Frontmaterialer

3.4.1 Regupol E43

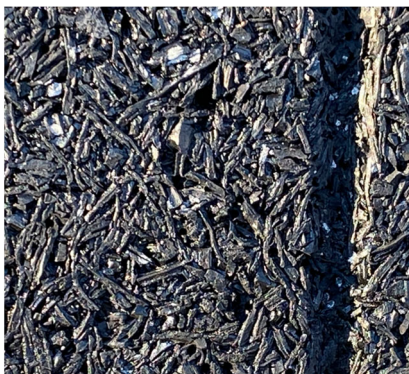
Erfaring med 43 mm tykke Regupol-plater som frontmateriale har tidligere vist at ulike typer ammunisjon / kuler sliter svært ulikt på platene. På Forsvarets anlegg på Sessvollmoen er det skutt svært mange skudd med 9 mm pistol, og 4,6 mm og 5,56 mm karabin med kuler med stålkjerne uten at det har gitt nevneverdig slitasje. Kuler med stålkjerne deformeres ikke ved treff i frontplaten, og dermed sliter de heller ikke vesentlig på platene. Fra Indre Breim var erfaringen at ekspanderende jaktammunisjon sliter en god del på platene. Dette fordi kulene deformeres ved treff i Regupolplatene og dermed river platene i stykker. Etter noen hundre skudd ser platene slik ut:



Figur 17 Regupolplater etter skyting med jaktammunisjon (Indre Breim)

Regupolplater er også tidligere forsøkt benyttet ved sivil skyting med pistol og revolver. Wadcutterkuler og semi-wadcutterkuler er laget for å lage tydelige hull i skivene ved skyting på pappskiver og brukes mye sivilt. Slike kuler sliter en Regupolplate fullstendig i stykker etter mindre enn 100 skudd, og Regupol er dermed ikke et egnet materiale for frontplater ved skyting med slik ammunisjon.

Etter testskyting med vel 1300 skudd viste Regupolplatene på prototype-kulefanget få tegn på slitasje. Regupol-platene har en grov overflate, og derfor vil det nok ta mer tid før slitasje synes. Ved skyting med kaliber 9,3x62 mm ekspanderende jaktammunisjon ble det imidlertid tydelige hull i Regupolplaten.



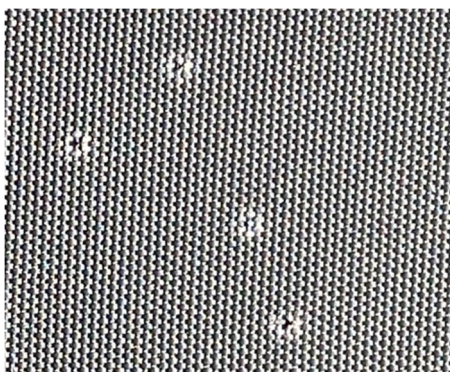
Figur 18 Regupolplate etter fire skudd med 9,3x62 mm ekspanderende jaktammunisjon

Skyting med kaliber .22 LR gir ikke synlige hull, men kulen ser ikke ut til å gå gjennom platene. Det betyr at ved mye skyting med kaliber .22 LR vil blykulene hope seg opp i Regupol-platene. Hvordan blandet skyting med kaliber .22 LR og 6,5 mm vil påvirke Regupolplatene er ikke avklart ut fra de testene som nå er utført, men det antas at dette kan gi betydelig slitasje.

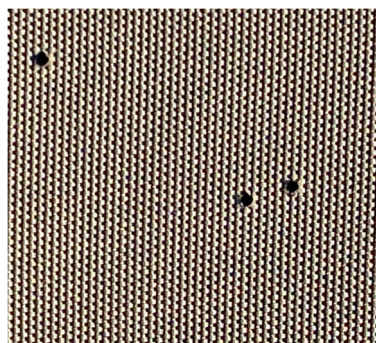
3.4.2 Naturgummi-duk med 1,6 mm tykkelse

Naturgummi er kjent for å ha gode egenskaper som skyteforheng på innendørsbaner, og er også testet utendørs. Det ble kjøpt inn naturgummi-duk av typen RUTEC R1078 med 1,6 mm tykkelse for testing.

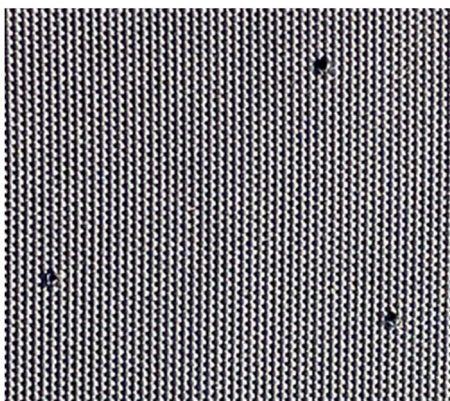
Ulik ammunisjon ga svært ulik grad av perforering. Vi ser at kaliber .22 LR ga desidert minst perforering. Deretter kommer de rene kobberkulene som gir mindre perforering enn de kobbermantlede kulene i match-ammunisjon. Størst hull oppsto fra ekspanderende jaktammunisjon i kaliber 9,3x62 mm og 30-06. Graden av perforering ved skyting med ekspanderende jaktammunisjon synes å øke med økende kaliber/anslagsenergi. Bildene nedenfor er forstørret om lag 2x i forhold til faktisk størrelse.



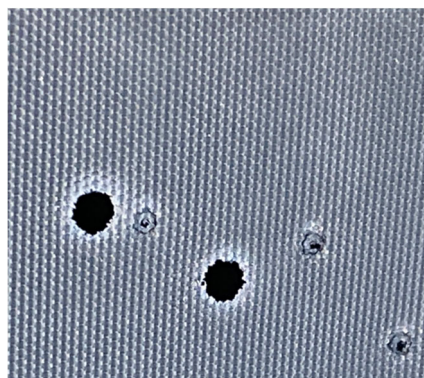
Figur 19 Kaliber .22 LR



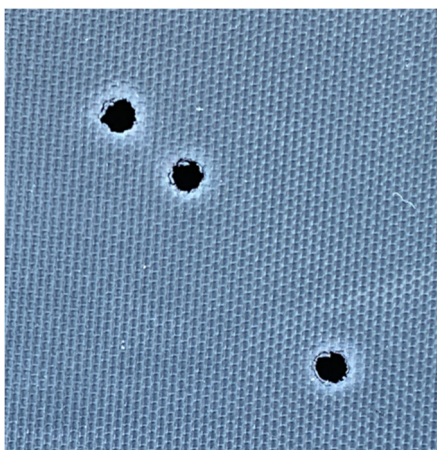
Figur 20 6,5 mm match-ammunisjon



Figur 21 6,5 mm ekspanderende jaktammunisjon



Figur 22 9,3 mm kobberkuler (små hull) og 9,3 mm ekspanderende jaktammunisjon (store hull)

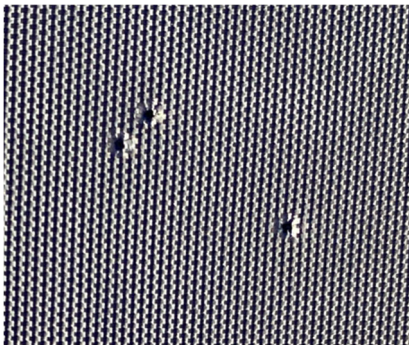


Figur 23 30-06 ekspanderende jaktammunisjon

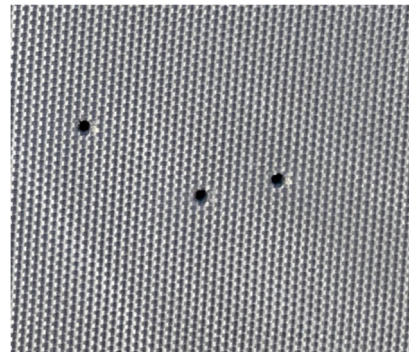
3.4.3 Naturgummi-duk med 3,2 mm tykkelse

På Forsvarets skytebaner på Sessvollmoen har en sett at 3,2 mm duk har dårligere egenskaper enn tynnere duk. Det var ønskelig å undersøke om dette også er tilfelle ved bruk av sivil ammunisjon. Det ble kjøpt inn naturgummi-duk av typen RUTEC R1078 med 3,2 mm tykkelse for testing.

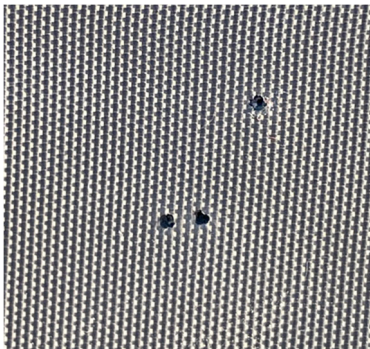
De ulike kalibrene ga svært ulik grad av perforering, men alle kalibre gir tydelige hull i duken. Det kan synes som at både anslagsenergi og kulestype har noe mindre betydning enn for den tynne duken. De kraftigste jakt-kalibrene med ekspanderende kuler gir store hull i begge dukene, men i denne duken blir det også tydelige hull av ikke-ekspanderende match-ammunisjon og kaliber .22. Bildene nedenfor er forstørret om lag 2x i forhold til faktisk størrelse.



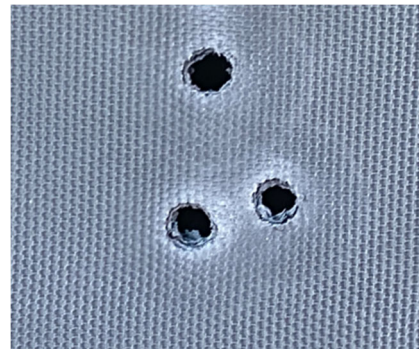
Figur 24 Kaliber .22 LR



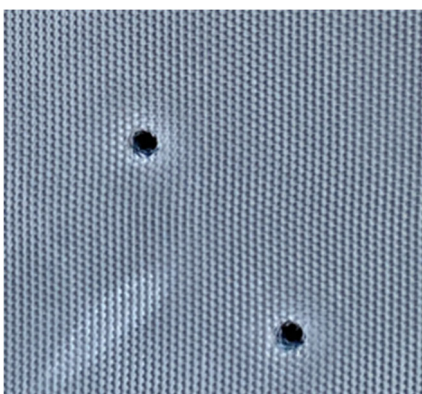
Figur 25 6,5 mm helmantel



Figur 26 6,5 mm ekspanderende jaktammunisjon



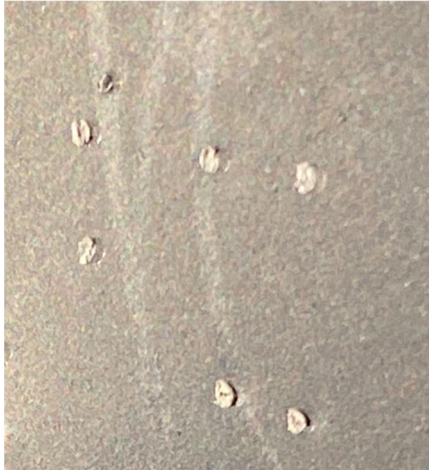
Figur 27 9,3 mm ekspanderende jaktammunisjon



Figur 28 30-06 ekspanderende jaktammunisjon

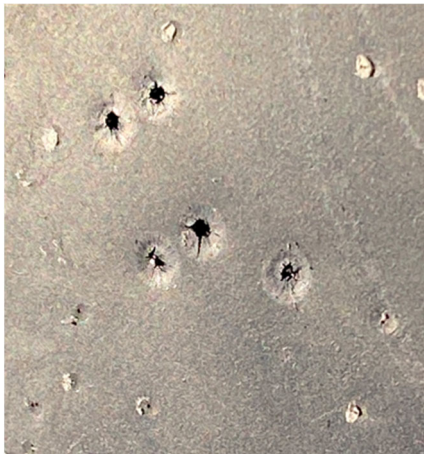
3.4.4 Plater av polyetylen

Etter skyting med vel 1300 skudd på kulefanget fra Leu & Helfenstein AG viste frontplaten ikke tegn til alvorlig slitasje. Den myke frontplaten får synlige merker, men langt på vei lukker platen seg igjen etter hvert skudd. Overflaten ser slik ut ved skyting med kaliber 6,5x55 mm match-ammunisjon.



Figur 29 Merker etter kuler i frontplaten på kulefangerkassetten

Ved skyting med kaliber .22 LR ble det tydeligere merker i frontplaten. Kulene ser ikke ut til å trenge gjennom platen.



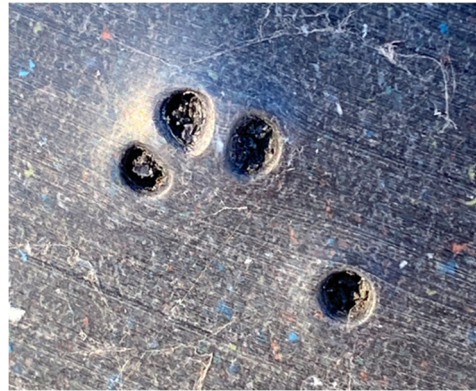
Figur 30 Kaliber .22 LR

Det forventes at skyting med ekspanderende jaktammunisjon gir betydelig slitasje på frontplaten til dette kulefanget.

Harde polyetylen-plater (HDPE) er benyttet en god del som frontplate på kulefang på innendørsbaner for skyting med 9 mm pistol og karabiner. Fronten på kulefangerkassetten (unntatt senterplaten) fra Leu & Helfenstein AG er en slik plate. Det ble prøveskutt med kaliber .22 LR for å vurdere gjennomtrengingsevnen. Platen er om lag 20 mm tykk ytterst på kanten og vi ser at .22-kulene kommer om lag halvveis inn i platen før den stopper. Ved bruk av en slik plate vil således kulene hope seg opp i platen. Skudd midt på platen viser at platen buler ut som følge av at kulene hoper seg opp i platen.



Figur 31 Kaliber .22 LR skutt på kanten av HDPE- plate



Figur 32 Kaliber .22 LR skutt i HDPE- plate

Ved skyting med ikke-eksperenderende match-ammunisjon er HDPE-plater tilnærmet selvlukkende, men blykuler gir som vi ser store hull i platen. Ekspanderende jaktammunisjon forventes også å forårsake betydelige hull i plater av HDPE.

4 Vurderinger

4.1 Usikkerheter og svakheter ved utført testing

Testingen som er utført har som formål å skaffe erfaring med stålkulefang som grunnlag for evaluering av hvor godt slike kulefang kan ivareta miljøaspektet ved utendørs rifleskyting. Det er en rekke forhold som kan pekes på som usikkerheter og svakheter ved den utførte testingen. Følgende momenter kan nevnes:

- Kort tid til gjennomføring. Testingen er utført over et relativt kort tidsrom. Mer skyting og flere tømminger av kulefangene kunne gitt ytterligere informasjon
- Begrenset antall skudd. Slitasje over tid er ikke klarlagt
- Nye kulefang. Hva som skjer med oppsamlingsgrad etter en tids bruk er ikke avklart
- Det har ikke vært tid til optimalisering av prototypen. Det var planlagt tettingstiltak og bedre tetting rundt oppsamlerbeholderen, men tidsaspektet og svært lave utendørs temperaturer under testingen gjorde liming og fuging umulig
- Testene viser i for liten grad hvordan slitasje påvirker tettheten
- Vind/drag i luften påvirker i stor grad hvor mye forurensning som blåser bort i forhold til hvor mye som blir liggende på bakken.

Til tross for usikkerheter og svakheter ved den utførte testingen tegner det seg noen tydelige svar på de spørsmålene som søkes belyst. De absolutte tallene for svinn, forurensning og liknende er beheftet med markant usikkerhet og vektlegges derfor lite. Tallenes størrelsesorden viser imidlertid med tydelighet en del viktige forhold.

4.2 Forurensning til omgivelsene

Ved skyting kom det «røyk» ut av kulefangene. Dette var særlig tydelig på den egenutviklede prototypen som ikke var tettet. Kulerestene i beholderen viser at blyet i kulene i all hovedsak er knust til fint støv, mens de større partiklene er kobber/messing fra mantelen på kulene. Den kinetiske energien til prosjektilet er stor. Selv om noe av den kinetiske energien bevares som kinetisk energi i kulerestene som spruter ut mot sidene, så omdannes det aller meste til varme. Denne varmen er tilstrekkelig til å smelte blyet, og blyet omdannes da til bittesmå flytende partikler. Sannsynligvis fordampes også en del av blyet som følge av varmeutviklingen. Den synlige røyken består derfor trolig av både støv og fordampet bly. Til tross for at bly har høy tetthet er røyken så lett at den stiger i luften utenfor kulefanget. Under testing av ulike duker som frontmateriale på prototypen, ble duken fjernet om lag 10 minutter etter at rundt 25 skudd var avfyrt. Det var da fortsatt mye røyk som svevde rundt i kulefanget og som kom ut da duken ble fjernet.

Fra tidligere skytetester med rifle kaliber .22 LR og ulike pistoler og revolvere, ser en at det i langt mindre grad oppstår røyk når prosjektilene treffer stålplater. Det antas at dette skyldes at disse kulene har langt mindre kinetisk energi. En riflekule med hastighet på rundt 800 m/s har en kinetisk energi som er om lag 5,5 ganger så høy pr. gram kule som en pistolkule eller kaliber .22 LR riflekule som beveger seg med lydens hastighet (ca. 340 m/s). Ved skyting med pistol, revolver og rifle kaliber .22 ser en at det er mye flatklemt bly i stålkulefang, og dette kan greit samles opp. Det blir også en god del støv, men andelen av blyet som forstøver er begrenset. Dette tilsier at erfaringer med oppsamling av bly i stålkulefang for pistol, revolver og rifle kaliber .22 har svært begrenset overføringsverdi når det kommer til skyting med grovkalibret rifle.

Skytetestene viste med tydelighet at en stor del av blyet ikke blir fanget opp på en måte som hindrer at blyet havner i naturen, snarere tvert imot.

Det sveitsiske kulefanget er svært tett. Allikevel havnet kun om lag 60% av kulerestene i oppsamlingsskuffen. Det ble observert at det piplet «røyk» ut av de bittesmå hullene i fronten av kulefanget. Dette kan neppe forklare det store avviket. Da oppsamlingsskuffen ble trukket ut virvlet det ut mye fint støv, og det ble observert at det lå mye støv under oppsamlingsskuffen. Dette støvet blir altså ikke samlet opp skikkelig, og mye av støvet havner derfor på bakken når kulefanget skal tømmes. Selv om en forsøker å skrape ut dette støvet forsiktig til en beholder er det ikke til å unngå at mye støv kommer ut i naturen. Nøyaktig hvor stor andel av kulene som havner i naturen er usikkert, men et kvalifisert anslag er minimum 10% av kulerestene ikke blir samlet opp.

Det bly-støvet som unnslipper stålkulefang havner på bakken, er svært fint og transporteres lett videre med vind og nedbør. Støvet har stor total overflate pr. gram og vil korrodere svært raskt i forhold til større kulefragmenter. Dette gir vesentlig raskere spredning av forurensning til omgivelsene enn bly som ligger i jord under overflaten.

Prototypen var ikke påført noen form for tettelister, og det var kun utført punktsveising. Dette kulefanget var åpenbart for utett, og i større grad enn for det sveitsiske kulefanget kunne man tydelig se røyk komme ut av kulefanget ved skyting. Allikevel var svinnet bare omtrent halvparten så mye som på det sveitsiske kulefanget. Det ble observert betydelige mengder støv på bakken rundt prototypen, noe som trolig skyldes manglende tetthet mellom kulefanget og oppsamlerbeholderen. De målte forurensningsverdiene like under kulefanget var også svært høye.

Selv om vesentlig mer av kulerestene havnet i oppsamlerbeholderen på prototypen, så var det nok allikevel vesentlig mer av blyet som unnslipp kulefanget enn fra den sveitsiske varianten. Det store spørsmålet er imidlertid hvor mye man søler ved tømning av det sveitsiske kulefanget. Uten svært nennsom tømning av det sveitsiske kulefanget kan så mye som 20% av alt bly fra begge kulefangene havne i naturen.

4.3 Frontmaterialer

Testene av ulike frontmaterialer viste, som forventet, at ulike våpen/kalibre gir ulik påvirkning.

Kaliber .22 LR trenger fint gjennom de tynne dukene, men kommer ikke gjennom de tykkere platene av Regupol eller polyetylen. Gummiduken på 3,2 mm får tydelige perforeringer, mens den tynneste duken på 1,6 mm får merker uten tydelige hull.

6,5 mm match-ammunisjon trenger godt gjennom platene av Regupol og polyetylen uten å lage tydelige hull. Gummidukene derimot blir tydelig perforert.

6,5 mm ekspanderende jaktammunisjon lager litt større hull i dukene enn match-ammunisjon. Sannsynligvis gir denne ammunisjonen også noe mer slitasje på plater av Regupol og polyetylen, men det vil kreves mange flere skudd enn de få testskuddene for å se tydelig forskjell.

9,3 mm ekspanderende jaktammunisjon og 30-06 ekspanderende jaktammunisjon lager store hull i dukene. Disse kulene gir også stor slitasje på plater av Regupol og polyetylen. Det betyr at alle frontmaterialene slites ut svært raskt ved bruk av slik ammunisjon.

Kobberkulene som ble skutt med er spisse og formstabile, og lagde mindre hull i dukene enn match-ammunisjon. I platene av Regupol og polyetylen ble det på samme måte som for match-ammunisjon ikke observert noen slitasje av betydning.

Oppsummert:

1,6 mm gummiduk er best ved skyting med kaliber .22 LR mens plater av Regupol og polyetylen fungerer best med grovere ammunisjon. Skyting med kaliber .22 LR og grovkalibret rifle på samme kulefang er uheldig fordi ingen av de testede materialene egner seg godt for både finkaliber og grovkaliber.

Kraftige jakt-kalibre med ekspanderende ammunisjon gir stor ødeleggelse av alle materialer etter bare få skudd.

Ingen av frontmaterialene blir så tette at de hindrer bly-røyk i å komme ut av kulefanget

4.4 utfordringer og forbedringspunkter

Blystøv og -damp

Kuler fra grovkalibret rifle har høy kinetisk energi når de treffer kulefanget. Denne energien omdannes i all hovedsak til varme som medfører at blyet i kulene smelter og blir til svært fint støv. En del av blyet vil også fordampe, men andelen er usikker. Røyken av støv og damp er svært lett og holder seg svevende i lang tid. Dette er en utfordring som man ikke har på samme måte med kaliber .22 LR og pistol/revolver fordi disse har langt lavere energi.

Det er ingen åpenbar løsning som forhindrer støving uten å introdusere andre problemstillinger.

Tetting av kulefang

På grunn av mye røyk av blystøv og -damp er tetthet viktig for å holde røyken inne i kulefanget. Tetting er en utfordring fordi varmeutviklingen ved knusing av kuler medfører at luften i kulefanget utvider seg og lager overtrykk i kulefanget. Det gjør at luften presses ut der den kommer ut, gjerne gjennom det perforerte frontmaterialet dersom resten av kulefanget er godt tettet. Det sveitsiske kulefanget er godt tettet, men det ble observert røyk som kom ut av nesten usynlige hull i fronten etter kun et titalls skudd.

En mulig løsning kan være å sette undertrykk på kulefanget med en liten vifte med filter på. Et støvfilter vil ikke fange bly-damp. Om også bly-damp skal fanges kan det bli nødvendig med en avansert filterløsning.

Vann-inntrenging

Det er viktig å hindre at regnvann trenger inn i kulefanget og vasker ut bly. Det sveitsiske kulefanget er godt tettet. Det antas at vann-tetting også er løsbart på prototypen, men dette er ikke undersøkt nærmere.

Frontmaterialer

På 200 m riflebaner tilknyttet DFS skytes det i all hovedsak med 6,5 mm match-ammunisjon. Ved slik skyting vil frontplater av Regupol og polyetylen kunne ha relativt lang levetid. På 100 m skytes det imidlertid med mange ulike kalibre, fra .22 LR til kraftige jaktvåpen. Både kombinert bruk med .22 LR og match-ammunisjon, og bruk av en del typer ekspanderende jaktammunisjon, kan medføre stor slitasje på frontmaterialet.

Det er ingen åpenbar løsning for å hindre slitasje på frontmaterialet ved bruk med ulike typer våpen. Slitt frontmateriale vil medføre større utlekking av blystøv.

Slitasje på treffplaten

Stålplaten som treffes av skudd er hard, men også slike plater slites over tid. Bildet nedenfor viser generell slitasje med små merker, og to markante grope forårsaket av skyting med jaktrifle med 9,3x62 mm ekspanderende jaktammunisjon.



Figur 33 Bilde av treffplaten i prototype-kulefanget

Forsvarets kulefangervegg på Sessvollmoen har blitt mye brukt. Det har medført at stålplatene begynner å bule mot skytteren som følge av at hakkene i platen strekker ut platen på den siden som vender mot skytteren. Dette viser at det er nødvendig med en løsning for å bytte ut treffplaten, eller mulighet for å sette inn en sliteplate der det vesentligste av treffene kommer.

Det sveitsiske kulefanget har treffplatene plassert i et spor slik at disse kan tas ut og roteres og til slutt byttes.

Oppsamlingsgrad

En oppsamlingsgrad på 60-80%, slik vi fikk ved prøveskyting, er vesentlig lavere enn forventet.

Det som ikke samles opp ved skyting på stålkulefang, er fint blystøv og blydamp. Blystøvet har svært stor samlet overflate i forhold til bly-mengde og korroderer derfor raskt. Når dette ligger på bakken, kan det lett transporteres bort med regnvann og forurensning bekker, myrer og vann i nærheten. Dette i motsetning til bly som ligger inne i kulefang av jord og sand. Målinger utført av Niva (Rognerud, Avrenning av metaller fra tre geværskytebaner, 2009) har tidligere vist at mindre enn 1% av årlig tilført bly lekker ut fra kulefang av jord og sand.

Dersom stålkulefang skal være et miljømessig bedre alternativ enn kulefang av jord og sand må oppsamlingsgraden trolig opp i om lag 99%. Dette forutsetter imidlertid at bly-dampen utgjør en ubetydelig del av svinnet, noe vi ikke har grunnlag for å anta noe om ut fra de undersøkelsene som nå er utført.

Tømming av kulefang

Den egenproduserte prototypen av et stålkulefang har en enkel boks som samler opp restene under kulefanget. Planen var at det her skulle være en plastboks som skrues fast til kulefanget slik at tilslutningen er helt tett. Ved tømming kan boksen tas av, påføres et lokk og kjøres til gjenvinning. En ny boks monteres på kulefanget. På denne måten unngår man å måtte helle bly-restene over på en ny beholder. Er boksen full vil det lett oppstå søl ved skifte av beholder, og det må derfor være gode rutiner for tømming som sikrer at skifte av beholder skjer ofte nok. Fordi bly er svært tungt må også oppsamlerboksen skiftes relativt hyppig for å unngå at vekten blir uhåndterlig.

Det sveitsiske kulefanget har en skuff som må tømmes manuelt. I praksis må blyet bli tatt ut manuelt med spade eller liknende, noe som øker faren for søl betraktelig. Det skal ikke mye søl til før sølet blir en miljøutfordring. Tømmingen representerer også en betydelig utfordring når det kommer til å ivareta helsen til de som utfører tømmearbeidet. Det fine støvet virvles lett opp og det er helt nødvendig med godt verneutstyr (drakt, tette briller, en god støvmaske og hansker til engangsbruk).

Bruk og vedlikehold

Testingen har avdekket at kulefangene kan forbedres vesentlig ved optimalisering. Graden av oppsamling antas å kunne forbedres mye i forhold til det vi målte ved testingen. Det er imidlertid også klart at stålkulefang krever nøye vedlikehold og riktig bruk for å fungere som det skal. Hyppig tømming, forsiktig tømming for å unngå søl, jevnlig inspeksjoner, tidvis utskiftninger av stålplatene, hyppig fornyelse av frontmaterialet og liknende er sentrale momenter.

4.5 Kostnader

Kulefanget fra Leu & Helfenstein kostet ca. kr. 80 000,- inkl. mva i innkjøp og transport. Ved større innkjøp kan prisen trolig bli noe lavere.

Den egenutviklede prototypen kostet ca. kr. 75 000,- inkl. mva. Med noe videre utvikling forventes dette kulefanget å kunne produseres til en pris på rundt kr. 60 000,- inkl. mva., men dette er uten et forhandler-mellomlegg og uten transport.

Vi har fått anslått at vedlikeholdskostnader for stålkulefang kan regnes å ligge på om lag kr. 0,50 pr. skudd.

5 Konklusjon

Oppsamlingstesten viste at en stor andel av prosjektilrestene ikke havnet i oppsamlingsbeholderne på de to kulefangene som ble testet:

- På det kommersielt tilgjengelige kulefanget var det hele 39 vektprosent av kulene som ikke havnet i oppsamlingskuffen. Dette kulefanget er imidlertid godt tettet, og en stor andel av blystøvet lå fortsatt inne i kulefanget. Problemet er at mye av dette støvet vil komme på avveie når kulefanget blir tømt.
- I oppsamlingsbeholderen til prototypen av et stålkulefang manglet 22 vektprosent av kulene. Dette kulefanget var ved testingen ikke tettet slik det opprinnelig var planer om å gjøre gjennom testperioden. Den manglende tettingen medfører at mye av svinnet faktisk har kommet ut av kulefanget.

Testen viser at oppsamling av kulerestene er langt mer komplisert enn antatt, at oppsamlingen er en betydelig utfordring, og at det ble målt høye forurensningsnivåer på bakken rundt kulefangene etter mindre enn 3000 skudd.

Testen av frontmaterialene som er nødvendige for å holde kulefangene tette viste følgende:

- Skyting med match-ammunisjon (kobbermantlet ikke-ekspanderende ammunisjon) sliter lite på Regupol-plater og myke polyetylen-plater
- Ekspanderende jaktammunisjon lager stor slitasje på alle de testede frontmaterialene
- Kaliber .22 LR kan fungere godt med 1,6 mm gummiduk som frontmateriale, men trenger ikke fullstendig gjennom Regupol-plater og polyetylen-plater
- Blandet skyting med kaliber .22 LR og match-ammunisjon er en utfordring da ikke noen av de testede frontmaterialene er godt egnet for begge typer ammunisjon

Spørsmålet vi ønsket belyst gjennom testene som nå er utført var:

Kan kulefang av stål for utendørs bruk utformes på måter som sikrer betydelig redusert spredning av blyforurensning til omgivelsene i forhold til tradisjonelle kulefang av jord og sand?

Basert på testene som nå er foretatt er det ikke mulig å svare klart «ja» eller «nei» på spørsmålet. Det synes imidlertid klart at det vil være et krevende og omfattende arbeid å finne løsninger for stålkulefang som sikrer betydelig redusert spredning av bly til omgivelsene i forhold til kulefang av jord og sand.

Referanser

- Bolstad, M. (2015). *Kunnskapsstatus og kunnskapsbehov knytt til grunnforureining ved skytebaner*. Oslo: Forsvarsbygg Futura.
- Forsvarsbygg. (2020). *Håndbok for skyte- og øvingsfelt 2020 - 2022*. Forsvarsbygg.
- Rieber, D. (2021). *Miljøriktige kulefang - Kunnskapsinnhenting*. Oslo.
- Rognerud, S. (2009). *Avrenning av metaller fra tre geværskytebaner*. Oslo: Norsk institutt for vannforskning.
- Rognerud, S., & Rustadbakken, A. (2007). *Tungmeallavrenning fra sivile skytebaner*. Oslo: Norsk institutt for vannforskning.
- Strømseng, A. E., & Ljønes, M. (2000). *Vertikal transport av tungmetaller i sandjord*. Kjeller: Forsvarets forskningsinstitutt.
- Weholt, Ø. (2018). *Fjell skytebane, Miljøteknisk kartlegging av grunnforurensning med tiltaksplan*. Fredrikstad: Cowi.

Vedlegg

1. Datarapport stålkulefang

DATARAPPORT STÅLKULEFANG (DEL 2)

INNHold

1	Innledning	1
2	Gjennomføring	2
2.1	Dag 1	3
2.2	Dag 2	4
3	Resultater	11
3.1	Analyseresultater før skyting	12
3.2	Resultat fra 1. skyterunde	13
3.3	Resultat fra 2. skyterunde	14
4	Oppsummering	21
4.1	Oppsamling av prosjektiler	21
4.2	Spredning av metall	21
4.3	Vurdering av resultatene	23

1 Innledning

Det frivillige Skyttervesen (DFS) gjennomfører for tiden et prosjekt med kunnskapsinnhenting for å se på mulige løsninger for etablering av miljøkulefang. Del 2 av dette prosjektet omhandler en vurdering av egnetheten for å bruke stålkulefang ved skyting med rifleammunisjon.

OPPDRAGSNR.	DOKUMENTNR.				
A246825	01				
VERSJON	UTGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET	KONTROLLERT	GODKJENT
01	23.03.2023	Datarapport ifm. test av stålkulefang	Vegard Ulland	Stein B. Olsen	Stein B. Olsen

2 Gjennomføring

Prøvetaking i forbindelse med testforsøkene ble gjennomført over to dager.



Figur 1 De to stålkulefangene. Tommestokken viser avgrensingen mellom de to flatene (med hvert sitt kulefang) det ble tatt prøver av (COWI).



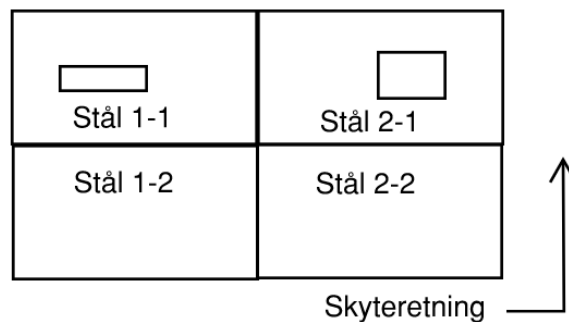
Figur 2 De to stålkulefangene fra siden. Tommestokken viser avgrensingen mellom de to flatene (med hvert sitt kulefang) det ble tatt prøver av (COWI).

2.1 Dag 1

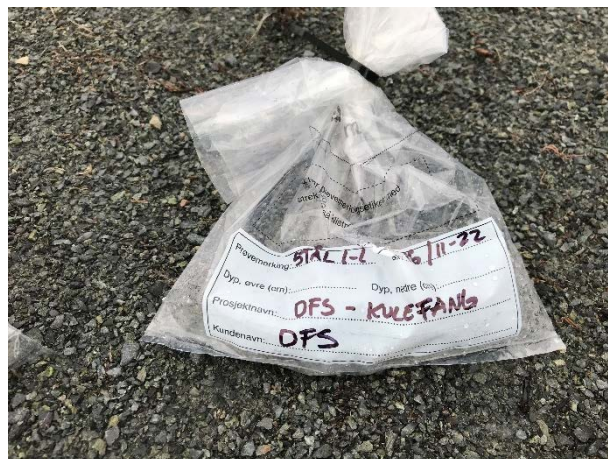
Den 16. november ble det tatt prøver av massene rundt stålkulefangene. Det ble tatt prøver av flaten der kulefangene var plassert, samt i skråningen i forkant av kulefangene. Områdene ble delt i ca. to like deler som vist med tommestokken i figur 1 og 2.

Ved stålkulefanget til venstre, i skyteretning (stål 1), var flaten ca. 2 meter ut til høyre og ca. 1 meter i de andre retningene fra kulefanget. Det samme for kulefang til høyre, i skyteretning (stål 2). Det ble delt opp i fire områder hvor områdene for stål 1, ble kalt stål 1-1 (flaten) og stål 1-2 (skråning) og samme inndeling for stål 2. Se skisse i Figur 3.

Det ble både brukt XRF og tatt prøver som ble sendt til analyse. Prøvene med XRF ble tatt i overflaten, mens prøvene sendt til analyse ble tatt på 2-3 cm dybde ettersom det var en del mindre stein i øvre lag av massene. Det ble tatt en blandprøve med tretti stikk for hver flate til jordprøver. Stikkene ble i hovedsak tatt foran og på siden av kulefangene. Kun noen få i bakkant. For XRF ble det tatt fra ti til ca. 25 målinger pr. flate. Disse ble fordelt tilsvarende som for jordprøvene.



Figur 3 Skisse som viser flater, skråninger og navngivning av feltene rundt stålkulefangene (COWI).



Figur 4 En av prøvene som ble sendt til analyse. Bildet viser at øvre del av massene med mye stein og grov grus (COWI).

2.2 Dag 2

Den 17. november ble testskytingen gjennomført. Det ble lagt opp til å skyte 666 skudd pr. kulefang i to runder. Temperatur var ca. 0°C og det var litt vind fra nord. Det ble hengt opp en presenning bak kulefangene for å avdekke eventuelle bomskudd.

2.2.1 Runde 1

Det ble ikke registrert bomskudd da det ikke ble funnet noen hull i presenningen.



Figur 5 Bilde etter runde 1. Blinkene ble plassert på en voll i forkant av skivene. I bakgrunn kan en se presenningen som skulle fange opp eventuelle bomskudd. I framkant vises bilhengeren som skuffen fra stål 2 ble transport bort med (COWI).

Stål 1:

Etter første runde med skyting ble det registrert en feil i konstruksjonen for stål 1 hvor det falt ut mye finstøv rett under oppsamlingskassa. For å verifisere at dette var blyholdig støv, ble det tatt noen XRF målinger direkte av området på bakken hvor det var synlig støv (se Figur 7). Det ble registrert verdier for bly på mange hundre tusen mg/kg (se kap. 3 for resultater).



Figur 6 Resultatet for stål 1 etter runde 1. Ikke synlige hull i regupol platene (COWI)



Figur 7 Synlig grått metallstøv under stålkulefang 1 (COWI).

Kassa ble transportert for veiing i bagasjerom i bil. Veiingen ble gjort inne på standplass. Innholdet i kulefangets oppsamlingsboks ble helt over i en plastkasse, og det ble brukt malerpensel for å få ut alt støvet. Under arbeidet var det ikke mulig å unngå at det ble det virvlet opp noe støv. Det ble benyttet plastboks F (COWI).



Figur 8 Oppsamlingskasse fra stål 1 fylles over i plastboks F venstre bilde. Høyre bilde viser restene av prosjektilene i plastboksen (COWI).



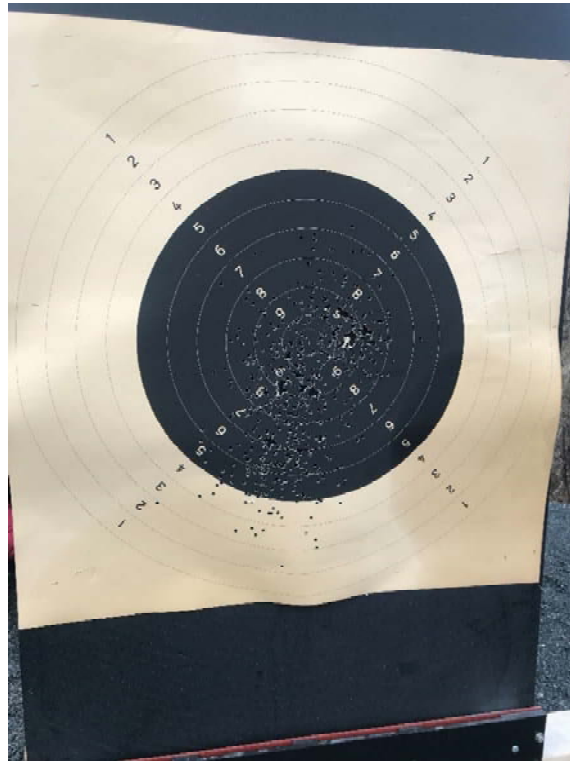
Figur 9 Veiling av oppsamlede rester av prosjektilene fra stål 1 (COWI)

Stål 2:

Det ble registrert mindre støv rundt kulefang 2. Det ble også her tatt noen XRF målinger i forkant av innslagsområdet hvor målingen lå opp mot rundt 1000 mg/kg.

Skuffen for å ta ut rester fra prosjektilene var veldig tung. Da den forsiktig ble dratt ut, virvlet det masse metallstøv utover i retning stål 1 pga. vinden (se Figur 11). Skuffen ble løftet av fire mann, hvor en femte mann la over en tynn treplate for å holde tilbake mest mulig av støvet under transport (på henger til veiing i standplassbygget). Det ble videre brukt peisspade og malerpensel for å få ut prosjektiler og støv. Også her oppstod det mye støv under arbeidet.

Blyet ble veid i plastboks E.



Figur 10 Resultatet for stål 2 etter runde 1 (COWI).



Figur 11 Bildet til venstre viser skuffen i stål 2 og til høyre vises åpningen hvor skuffen ble dratt ut fra, hvor en tydelig kan se metallstøvet (COWI).



Figur 12 Venstre bilde viser tømning av skuff fra stål 2. Skuffen var veldig tung og stor. Høyre viser innholdet i skuffen når det var tatt over i plastboks (COWI).



Figur 13 Veiing av oppsamlede rester av prosjektilene fra stål 2 (COWI).

2.2.2 Runde 2

Det ble registrert ett hull i presenningen bak stål 2, d.v.s ett registrert bomskudd.

Stål 1:

Det ble gjort noen justeringer med gummileppa (se Figur 14) for å prøve å utbedre løsningen slik at mindre metallstøv falt ned utenfor oppsamlingskassa. Det ble lagt ut et teppe under for å vurdere om det ble mindre metallstøv i runde 2, men det var fortsatt synlig lag med metallstøv (se Figur 15). Det ble

målt tilsvarende høye verdier med XRF som etter runde 1. Samme prosedyre for håndtering av oppsamlingskasse, over i plastkasse og veiing. Det ble benyttet plastboks B.



Figur 14 Resultatet for stål 1 etter runde 2. Ikke synlige hull i regupol platene (COWI).



Figur 15 Stål 1 med teppe hvor det også etter runde 2 var synlig metallstøv under kulefanget (COWI).



Figur 16 Veiing av oppsamlede rester av prosjektilene fra stål 1 (COWI).

Stål 2:

Skuffen ble løftet ut av to mann denne gangen. Løftet ned på henger uten å legge over treplate fra kulefang til henger denne gangen. Det ble igjen brukt peisspade og malerpensel for å få ut prosjektiler og støv, og igjen ble det en del støv under tømning. Blyet ble målt i plastboks C.



Figur 17 Resultatet for stål 2 etter runde 2. Det var synlige små hull/merker i PE plata (COWI).



Figur 18 Veing av oppsamlede rester av prosjektilene fra stål 2 (COWI).

2.2.3 Prøvetaking

Prøvetakingen etter endt skyting ble gjennomført tilsvarende som før skyting, slik at resultatene før og etter kunne sammenliknes. Det ble tatt noen flere målinger med XRF, men antall stikk for jordprøvene var samme som før skyting.



Figur 19 Jordprøvene som ble sendt til analyse, tatt etter skyting (COWI).

3 Resultater

Her vurderes både resultater fra veiingen og resultater fra analysene. Vekta som ble kjøpt inn hadde en maks belastning på 30 kg, samt en nøyaktighet på 0,2 gram. Jordprøvene ble sendt til det akkrediterte laboratoriet Eurofins for analysering. Det ble også benyttet røntgeninstrumentet XRF for å kontrollere metallinnholdet i massene på stedet.

DFS hadde i forkant av testskytingen veiet den typen ammunisjon som skulle benyttes, og kommet fram til at et prosjektil veier 8,8 gram.

I Figur 20 vises de helsebaserte tilstandsklassene for forurenset grunn. Det finnes ikke helsebasert tilstandsklasse for antimon.

Tabell 2 Tilstandsklasser for forurenset grunn. Konsentrasjonene er angitt i mg/kg TS.

Tilstandsklasse/ Stoff	1	2	3	4	5
	Meget god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Arsen	< 8	8-20	20-50	50-600	600-1000
Bly	< 60	60 -100	100-300	300-700	700-2500
Kadmium	<1,5	1,5-10	10-15	15-30	30-1000
Kvikksølv	<1	1-2	2-4	4-10	10-1000
Kobber	< 100	100-200	200-1000	1000-8500	8500-25000
Sink	<200	200-500	500-1000	1000-5000	5000-25000
Krom (III)	<50	50-200	200-500	500-2800	2800-25000
Krom (VI)	<2	2-5	5-20	20-80	80-1000
Nikkel	< 60	60- 135	135-200	200-1200	1200-2500

Figur 20 Helsebaserte tilstandsklasser (Miljødirektoratet TA-2553)

3.1 Analyseresultater før skyting

3.1.1 XRF

Tabell 1 Resultater for XRF før skyting i mg/kg

Sted	Bly (Pb)	Kobber (Cu)	Sink (Zn)
Stål 1 - 1 FØR	< LOD	53,37	44,29
Stål 1 - 1 FØR	< LOD	< LOD	< LOD
Stål 1 - 1 FØR	< LOD	49,79	68,68
Stål 1 - 1 FØR	< LOD	50,02	87,12
Stål 1 - 1 FØR	7,8	193,11	62,84
Stål 1 - 1 FØR	< LOD	60,95	66,47
Stål 1 - 1 FØR	< LOD	65,36	57,69
Stål 1 - 1 FØR	< LOD	66,65	80,65
Stål 1 - 1 FØR	< LOD	67,32	54,05
Stål 1 - 1 FØR	< LOD	60,27	55,72
Stål 1 - 1 FØR	< LOD	43,25	59,46
Stål 2 - 1 FØR	24,2	52,2	69,76
Stål 2 - 1 FØR	8,63	64,87	45,95
Stål 2 - 1 FØR	12,24	63,82	79,15
Stål 2 - 1 FØR	10,54	56,31	73,88
Stål 2 - 1 FØR	< LOD	54,64	73,94
Stål 2 - 1 FØR	< LOD	< LOD	64,48
Stål 2 - 1 FØR	< LOD	69,6	59,87
Stål 2 - 1 FØR	< LOD	60,14	78,38
Stål 2 - 1 FØR	< LOD	48,4	105,4
Stål 2 - 1 FØR	6,99	49,87	55,38

<LOD = ikke detektert, under nivået som analysen kan detektere.

3.1.2 Laboratorium

Tabell 2 Resultater fra lab. før skyting i mg/kg

		Tørrstoff	Arsen (As)	Bly (Pb)	Kadmium (Cd)	Kobber (Cu)	Krom (Cr)	Kvikksølv (Hg)	Nikkel (Ni)	Sink (Zn)	Antimon (Sb)
Prøvermerking	Prøvermerking 2	%	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
Stål 1-1 FØR		93,9	2,5	3,7	<0,20	350	27	0,022	36	54	<1,0
Stål 1-2 FØR		94,0	2,5	3,4	<0,20	16	20	<0,010	32	39	<1,0
Stål 2-1 FØR		93,6	2,3	4,1	<0,20	17	26	0,015	35	37	<1,0
Stål 2-2 FØR		92,8	1,7	2,7	<0,20	55	17	<0,010	24	44	<1,0

3.2 Resultat fra 1. skyterunde

3.2.1 Innveiling av kulefragmenter

Stål 1:

Vekt i plastboks F var på 4,5850 kg.

666 skudd à 0,0088 kg (8,8 gram) = 5,8608 kg.

Avvik: 5,8608 – 4,5850 = 1,2758 kg

Stål 2:

666 skudd à 0,0088 kg (8,8 gram) = 5,8608 kg.

Avvik: 5,8608 – 3,3682 = 2,4926 kg

3.2.2 Omliggende areal - analyser med XRF

Stål 1:

Tabell 3 Resultater XRF for stål 1 etter første runde skyting, i mg/kg.

Sted	Bly (Pb)	Kobber (Cu)	Sink (Zn)
Stål 1 - i forkant	218152,8	11596,74	< LOD
Stål 1 - i forkant	39161,78	1597,01	246,26
Stål 1 - i forkant	29853,81	2706,17	< LOD
Stål 1 - i forkant	3333,83	244,06	< LOD
Stål 1 - i forkant	971,83	< LOD	< LOD
Stål 1 - i forkant	639,05	< LOD	92,47
Stål 1 - i forkant	430,43	< LOD	84,31

Stål 2:

Tabell 4 Resultater XRF for stål 2 etter første runde, i mg/kg.

Sted	Bly (Pb)	Kobber (Cu)	Sink (Zn)
Stål 2 - i forkant	1198,18	195,11	88,25
Stål 2 - i forkant	752,9	251,09	103,7
Stål 2 - i forkant	124,44	< LOD	95,5
Stål 2 - i forkant	125,84	< LOD	97,59
Stål 2 - i forkant	115,36	< LOD	67,91
Stål 2 - i forkant	158,33	< LOD	73,18
Stål 2 - på bakken der skuffen tas ut	206813,52	8127,73	821696,06

3.3 Resultat fra 2. skyterunde**3.3.1 Innveiing av kulefragmenter****Stål 1:**

Vekt i plastboks B var på 4,5656 kg.

666 skudd à 0,0088 kg (8,8 gram) = 5,8608 kg.

Avvik: 5,8608 – 4,5656 = 1,2952 kg

Stål 2:

Vekt i plastboks C var på 3,8194 kg

666 skudd à 0,0088 kg (8,8 gram) = 5,8608 kg.

Avvik: 5,8608 – 3,8194 = 2,0414 kg

3.3.2 Omliggende areal - analyser med XRF

Stål 1:

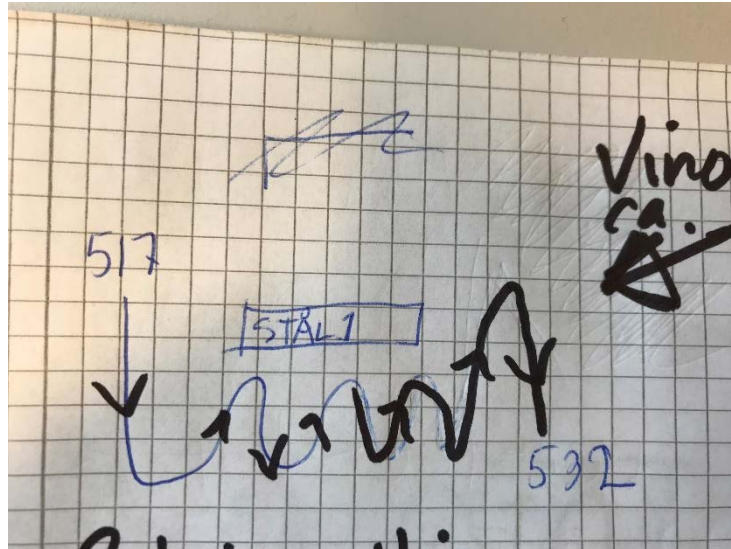
Tabell 5 Resultater XRF rett under stål 1 etter andre runde i mg/kg

Sted	Bly (Pb)	Kobber (Cu)	Sink (Zn)
Stål 1 - på teppet	250253,97	8997,63	1070,37
Stål 1 - på teppet	50998,46	2844,53	333,65

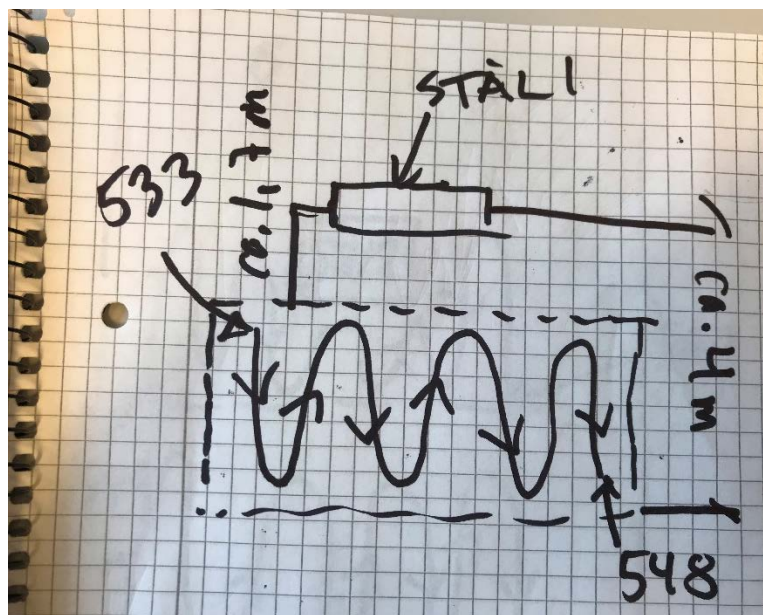
Tabell 6 Resultater XRF for flate og skråning etter andre runde i mg/kg

Sted	Bly (Pb)	Kobber (Cu)	Sink (Zn)
Stål 1 - 1 ETTER (517)	22456,63	1561,72	184,26
Stål 1 - 1 ETTER	11964,83	432,51	126,94
Stål 1 - 1 ETTER	2563,5	193,32	85,04
Stål 1 - 1 ETTER	1025,09	47,32	76,71
Stål 1 - 1 ETTER	7333,82	468,21	131,7
Stål 1 - 1 ETTER	11939,48	735,29	119,81
Stål 1 - 1 ETTER	7877,03	332,64	75,46
Stål 1 - 1 ETTER	1607,43	149,14	70,96
Stål 1 - 1 ETTER	1873,4	191,19	73,97
Stål 1 - 1 ETTER	4801,79	225,44	94,49
Stål 1 - 1 ETTER	726,52	99,98	109,66
Stål 1 - 1 ETTER	736,73	69,93	47,54
Stål 1 - 1 ETTER	1936,35	195,84	90,04
Stål 1 - 1 ETTER	1059,68	114,84	66,61
Stål 1 - 1 ETTER	2550,53	224,23	69,2

Stål 1 - 1 ETTER (532)	359,94	114,74	45,95
Stål 1 - 2 ETTER (533)	1385,02	126,1	76,22
Stål 1 - 2 ETTER	449,75	81,69	65,9
Stål 1 - 2 ETTER	125,33	71,29	55,24
Stål 1 - 2 ETTER	186,95	64,27	90,54
Stål 1 - 2 ETTER	130,65	60,25	66,55
Stål 1 - 2 ETTER	85,91	47,5	73,35
Stål 1 - 2 ETTER	736,22	124,78	69,67
Stål 1 - 2 ETTER	886,33	89,3	30,95
Stål 1 - 2 ETTER	375,49	73,36	74,17
Stål 1 - 2 ETTER	159,25	81,37	64,77
Stål 1 - 2 ETTER	221,05	99,34	59,95
Stål 1 - 2 ETTER	182,68	69,39	53,52
Stål 1 - 2 ETTER	296,03	67,79	90,55
Stål 1 - 2 ETTER	187,41	64,5	60,17
Stål 1 - 2 ETTER	485,38	89,16	97,25
Stål 1 - 2 ETTER (548)	76,63	68,26	83,35



Figur 21 Figuren viser ca. plassering av første og siste XRF måling for flaten rundt stål 1, samt systemet for målingen rundt stål 1 (fra nr. 517-532 se Tabell 6)



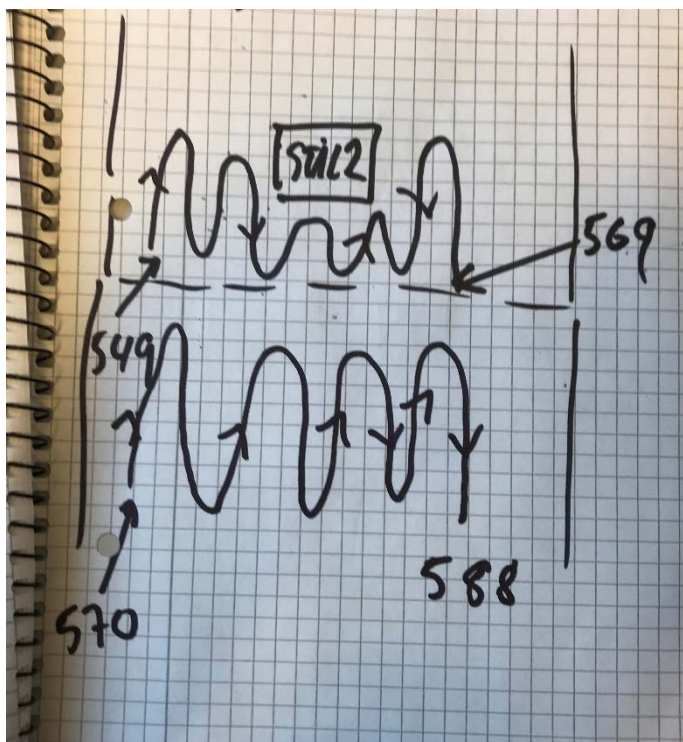
Figur 22 Figuren viser ca. plassering av første og siste XRF måling for flaten rundt stål 1, samt systemet for målingen rundt stål 1 (fra 533-548 se Tabell 6)

Stål 2:

Tabell 7 Resultater måling XRF for flater og skråning stål 2 i mg/kg

Sted	Bly (Pb)	Kobber (Cu)	Sink (Zn)
Stål 2 - 1 ETTER (549)	160,36	84,29	69,72
Stål 2 - 1 ETTER	351,82	59,91	50,89
Stål 2 - 1 ETTER	275,71	62,95	68,71
Stål 2 - 1 ETTER	120,02	< LOD	67,33
Stål 2 - 1 ETTER	225,1	51,17	64,06
Stål 2 - 1 ETTER	365,57	90,8	52,23
Stål 2 - 1 ETTER	1021,12	159,1	102,75
Stål 2 - 1 ETTER	884,2	93,36	221,48
Stål 2 - 1 ETTER	1085,05	261,17	103,31
Stål 2 - 1 ETTER	371,63	68,43	57,67
Stål 2 - 1 ETTER	776,54	109,04	64,16
Stål 2 - 1 ETTER	1518	225,45	85,63
Stål 2 - 1 ETTER	197,92	107,81	69,85
Stål 2 - 1 ETTER	550,02	53,68	68,83
Stål 2 - 1 ETTER	122,05	71,13	55,14
Stål 2 - 1 ETTER	143,26	75,81	92,74
Stål 2 - 1 ETTER	162,08	68,35	86,28
Stål 2 - 1 ETTER	256,75	62,1	95,48
Stål 2 - 1 ETTER	119,14	63,35	40,62
Stål 2 - 1 ETTER	72,31	< LOD	54,98
Stål 2 - 1 ETTER	131,85	63,1	59,52
Stål 2 - 2 ETTER	95,78	< LOD	80,29

Stål 2 - 2 ETTER	163,9	56,85	97,58
Stål 2 - 2 ETTER	197,62	73,03	88,58
Stål 2 - 2 ETTER	294,34	< LOD	45,55
Stål 2 - 2 ETTER	248,52	< LOD	83,86
Stål 2 - 2 ETTER	183,21	75,24	76,09
Stål 2 - 2 ETTER	284,05	65,53	65,65
Stål 2 - 2 ETTER	233,91	< LOD	78,89
Stål 2 - 2 ETTER	54,87	54,33	51,64
Stål 2 - 2 ETTER	249,83	85,02	48,95
Stål 2 - 2 ETTER	122,29	59,85	86,59
Stål 2 - 2 ETTER	139,76	< LOD	92,67
Stål 2 - 2 ETTER	135,55	63,14	70,11
Stål 2 - 2 ETTER	89,11	51,58	64,66
Stål 2 - 2 ETTER	170,09	61,76	77,12
Stål 2 - 2 ETTER	133,96	43,2	64,41
Stål 2 - 2 ETTER	210,62	81,48	72,47
Stål 2 - 2 ETTER	92,41	53,11	69,51
Stål 2 - 2 ETTER (588)	193,76	68,16	66,61



Figur 23 Figuren viser ca. plassering av første og siste XRF måling for flate og skråning rundt stål 2, samt systemet for målingen rundt stål 2 (fra 549-588 se Tabell 7)

3.3.3 Laboratorium

Tabell 8 Resultater fra lab. etter skyting i mg/kg

		Tørrstoff	Arsen (As)	Bly (Pb)	Kadmium (Cd)	Kobber (Cu)	Krom (Cr)	Kvikksølv (Hg)	Nikkel (Ni)	Sink (Zn)	Antimon (Sb)
Prøvemerkning	Prøvemerkning 2	%	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS	mg/kg TS
Stål 1-1 ETTER		94,8	3,2	170	< 0,20	31	31	0,017	42	43	< 1,0
Stål 1-2 ETTER		93,4	2,1	16	< 0,20	17	17	0,043	22	41	< 1,0
Stål 2-1 ETTER		95,1	2,9	96	< 0,20	24	27	0,013	36	69	< 1,0
Stål 2-2 ETTER		93,1	1,9	7,9	< 0,20	33	19	0,011	29	42	< 1,0

4 Oppsummering

COWIs oppgaver under gjennomføringen av del 2, som omhandlet skyting med rifle mot to stålkulefang (Stål 1: Prototyp utviklet av DFS og Stål 2: Sveitsisk kulefang fra Leu & Helfenstein AG) var å undersøke de valgte stålkulefangs evne til å fange opp prosjektilene, vurdere ev. spredning av metaller og da spesielt bly ved å ta prøver rundt stålkulefangene.

4.1 Oppsamling av prosjektiler

Det ble gjennomført to runder med skyting og videre to runder med veiing av oppsamlet metall av prosjektilene i oppsamlingskasse og /-skuff for de to kulefangene. Det var store avvik i hva som ble samlet opp i forhold til mengde metall som ble skutt.

For Stål 1 ble det målt følgende avvik mellom tyngde av prosjektilene og oppsamlet metall fra prosjektilene etter at de var skutt inn i kulefanget.

Runde 1 var avviket på 1,2758 kg

Runde 2 var avviket på 1,2952 kg

Gjennomsnitt på 1,2855 kg som tilsvarer et avvik på ca. 22 %.

For Stål 2 ble det målt følgende avvik mellom tyngde av prosjektilene og oppsamlet metall fra prosjektilene etter at de var skutt inn i kulefanget.

Runde 1 var avviket på 2,4926 kg

Runde 2 var avviket på 2,0414 kg

Gjennomsnitt på 2,267 kg som tilsvarer et avvik på ca. 39 %.

4.2 Spredning av metall

Det ble gjennomført undersøkelser både i forkant, og i etterkant av testskytingen. Undersøkelsen ble gjort med både XRF og innsendte prøver til laboratorium. Mellom runde 1 og 2 ble det kun tatt målinger med XRF.

4.2.1 Før testskyting

Resultatene viser at blyinnholdet i massene for stål 1 og 2 før skyting lå i tilstandsklasse 1, hvor massen kan defineres som ikke foruresnet.

4.2.2 Mellom runde 1 og runde 2 ved testskyting

Etter runde 1 kunne en tydelig se lag av fint metallstøv under stål 1, da oppsamlingskuffen fra stål 2 ble forsiktig trukket ut, var det også en tydelig oppvirvling og påfølgende spredning av fint metallstøv fra skuffen. For å kontrollere blyinnholdet i det synlige metallstøvet under stål 1, ble det tatt noen XRF målinger. Resultatene gikk fra et blyinnhold på ca. 30.000 mg/kg til ca.

218.000 mg/kg. Det ble tatt noen flere målinger i forkant av kulefanget, men ikke direkte i det tydelige støvlaget. Her lå resultatene fra ca. 3300 mg/kg (nærmest kulefanget) til ca. 400 mg/kg (lengst fra kulefanget). Resultater mellom 600-2500 mg/kg defineres som tilstandsklasse 5 (svært dårlig tilstand) og resultater over 2500 mg/kg kan defineres som farlig avfall.

For stål 2 var det ikke noe tydelig lag med metallstøv. Det ble tatt målinger i forkant av kulefanget med et blyinnhold fra ca. 1200 mg/kg (nærmest kulefanget) til ca. 115 mg/kg (lengst fra kulefanget). Med bakgrunn i oppvirvlingen av støv fra oppsamlingsskuffen når det ble tatt ut, ble det utført en måling i bakkant der skuffen tas ut. Blyinnholdet var på ca. 207.000 mg/kg.

4.2.3 Etter endt skyting

Målingene etter endt skyting ble gjennomført tilsvarende som før skyting med XRF prøver og blandprøver av sandmassene som ble sendt til analyse. Det ble XRF-målt 16 punkter på flaten (Stål 1-1) rundt stål 1 og da i hovedsak på sidene og i forkant. Det ble ikke tatt prøver direkte i det synlige metallstøvet rett under kulefanget. Høyeste XRF-måling lå på ca. 22.000 mg/kg og laveste lå på ca. 360 mg/kg. Gjennomsnittet lå på ca. 5000 mg/kg. Høyeste målingen lå i venstre bakkant. Vindretning kom fra høyre så det kan tyde på at det fine metallstøvet ble ført med vinden et lite stykke fra kulefanget for hvert innslag. Laveste verdi i høyre forkant.

Den analyserte blandprøven for flaten rundt stål 1 hadde et blyinnhold på 170 mg/kg.

Det ble XRF-målt 16 punkter i skråningen (Stål 1-2) i forkant av stål 1. Høyeste måling lå på ca. 1.400 mg/kg og laveste lå på ca. 77 mg/kg. Gjennomsnittet lå på ca. 373 mg/kg. Vindretning kom fra høyre så det kan tyde på at det fine metallstøvet ble ført med vinden et lite stykke fra kulefanget for hvert innslag. Laveste verdi i høyre forkant.

Den analyserte blandprøven for skråningen i forkant av stål 1 hadde et blyinnhold på 16 mg/kg.

Det ble målt med XRF 21 punkter på flaten (Stål 2-1) rundt stål 2 og da i hovedsak på sidene og i forkant. Høyeste måling lå på ca. 1.100 mg/kg og laveste lå på ca. 70 mg/kg. Gjennomsnittet lå på ca. 400 mg/kg. Høyeste måling lå rett i forkant. Laveste verdi i høyre forkant.

Den analyserte blandprøven for flaten rundt stål 1 hadde et blyinnhold på 96 mg/kg.

Det ble målt med XRF 19 punkter i skråningen (Stål 2-2) i forkant av stål 2. Høyeste måling lå på ca. 300 mg/kg og laveste lå på ca. 50 mg/kg. Gjennomsnittet lå på ca. 173 mg/kg. Høyeste verdi var nærmeste målepunkt skrått til venstre for kulefanget og laveste lengst unna midt i front.

Den analyserte blandprøven for skråningen i forkant av stål 2 hadde et blyinnhold på 7,9 mg/kg.

4.3 Vurdering av resultatene

Det ble registrert et stort avvik mellom kg skutte prosjektiler og det som ble samlet opp i oppsamlingssystemet for de to kulefangene. Det var tydelig metallstøv ved stål 1, mens det for stål 2 ikke var synlig metallstøv. Det ble registrert forhøyede verdier rundt begge stålkulefangene etter skyting. Det ble registrert mindre blystøv rundt stål 2, men allikevel var avviket i veiingen større her enn for stål 1. Dette kan tyde på at mye av støvet fra de innskutte prosjektilene blir holdt tilbake i kulefanget, men at det ikke havner i oppsamlingsskuffen.

Det var store avvik mellom snittmålingene for XRF og blandprøvene sendt til analyse. XRFen har generelt en rimelig god nøyaktighet ved bruk i tørre masser med lite organisk innhold. Med bakgrunn i mye små stein og grov grus i overflaten av massene stålkulefangene var satt på, var det vanskelig å ta blandprøvene i terrengflaten. Disse ble derfor tatt ca. 2-3 cm under terrengflaten og det antas at en del av metallstøvet på overflaten ikke ble med i prøvene da støvet ikke hadde trengt ned i massene på den korte tiden.