

## RGS 90 sanering av Försvarsmaktens drivmedelsdepå i Moheda

Visning av området 3-4/6 2015

### RGS 90 Sverige AB organisation, Projekt Moheda

**Projektledare:** Kristin Forsberg (föräldraledig tom våren 2016)

TF Malin Pilvinge; 070-332 52 54; [malin.pilvinge@rgs90.se](mailto:malin.pilvinge@rgs90.se)

**Ombud/FoU:** Jonny Bergman; 070-674 92 01; [jonny.bergman@rgs90.se](mailto:jonny.bergman@rgs90.se)

**Ledande arbetsledare:** Andreas Himbrandt

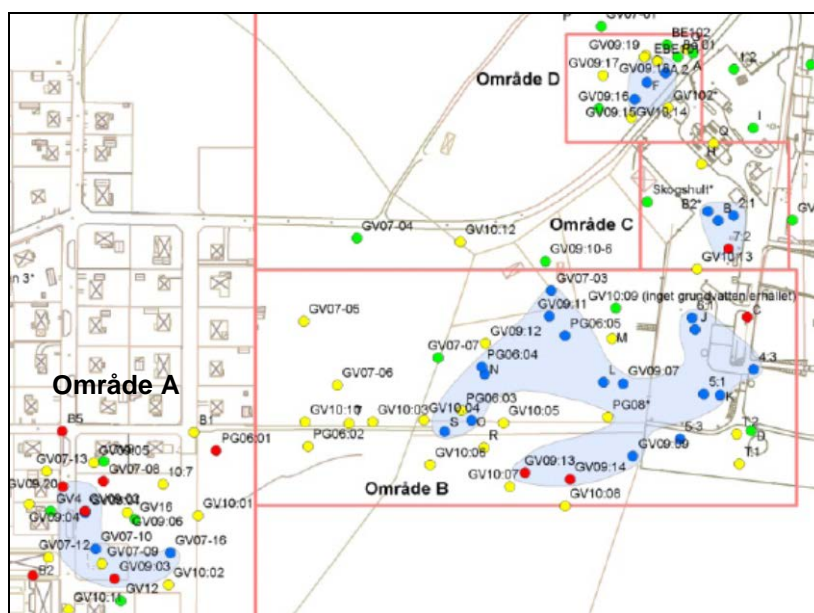
**Borrvagnsförare:** Pär Lindsmyr

Genom att använda syreavgivande medel (ORC Advanced) och kemiskt oxidationsmedel (RegenOx och PetroCleanze) kompletterat med multifasextraktion sanerar RGS 90 Försvarets f.d. drivmedelsdepå i Moheda, Småland till stora delar helt utan att schakta.

Försvaret har haft en drivmedelsdepå inne i Klintaberget strax utanför Moheda samhälle. Vid en explosion i slutet av 1950-talet läckte ca 14 miljoner liter drivmedel ut. Drivmedel läckte ut ur bergrummet, där drivmedlet lagrades, och rann ut i omgivande mark och grundvatten. Akutsanering utfördes omgående, men uppskattningsvis 600 000 l lämnades kvar i marken och grundvattnet.

Schaktanering utfördes av ett område nere i byn, hösten 2011 (område A). Här schaktades 4735 ton förorenad jord bort.

Övriga områden (område B, C och D) ska saneras in situ, d.v.s. behandla jorden och grundvattnet på plats utan att schakta. Totalt är hela området som behöver saneras in-situ ca 25 000 m<sup>2</sup> stort, se figur 1 nedan.



Figur 1. Översikt förorenade områden i Moheda.

## Geologi och föroreningsituation

Inom saneringsområdet i Moheda består jordlagren främst av hårt packad blockig siltig morän och fyllnadsmassor av grus och sprängsten. Berget ligger ytligt och varierar mycket i djup (oftast 1,5-3,5 m u my<sup>1</sup>). Grundvattnet ligger generellt ovan eller i nivå med bergytan. Berggrundens och grundvattnets djup under markytan varierar stort både inom området och över året, vilket innebär att transport av förorening både kan ske på bergytan via gravitationen och via transport med grundvattnet. De geologiska förutsättningarna inom saneringsområdet i Moheda innebär att oljeföroreningsens exakta spridningsvägar är svåra att fastställa. Föroreningen återfinns främst i jorden och det ytliga berget som delvis är uppsprucket.

Den komplicerade geologin ställer stora krav på utförda undersökningar. När RGS 90 kom till platsen 2011 fanns mycket information om föroreningsens utbredning och haltkoncentrationer men det fanns fortfarande osäkerheter kring hur transport av förorening sker, varför våra undersökningar under hösten/vintern 2011-2012 främst gick ut på att identifiera spridningsvägarna. Detta utfördes bland annat genom jord- och grundvattenprovtagning, georadarmätningar och jord/bergsondering.

Sannolika spridningsvägar kunde tas fram och efter de inledande undersökningarna stod det klart att de i anbudet föreslagna saneringsmetoder, biosparging och kemisk oxidation genom injektering av väteperoxid, inte var lämpliga under det aktuella geologiska förutsättningarna eller ur ett arbetsmiljöperspektiv.

## Pilotförsök

För att spara tid och pengar beslutades det att RGS 90 skulle utföra andra typer av pilotförsök för att testa saneringsmetoder som skulle lämpa sig bättre vid en kommande fullskalesanering.

RGS 90 arbetade fram nya förslag för pilotskaleförsök vilka innefattade injektering av biostimulerade medel (ORC Advanced) för biologisk behandling av mindre förorenade områden och injektering av kemsikt oxidationsmedel (RegenOx) för kemisk behandling av mer förorenade områden.

Tanken med pilotförsöken var att verifiera att saneringsmetoderna fungerar under de lokala förutsättningarna i Moheda samt att fastställa lämplig tillsatsmetod under de komplicerade geologiska förutsättningarna.

Under våren 2012 inleddes pilotförsöken.

---

<sup>1</sup> m u my = meter under markytan

## Beskrivning ORC Advanced

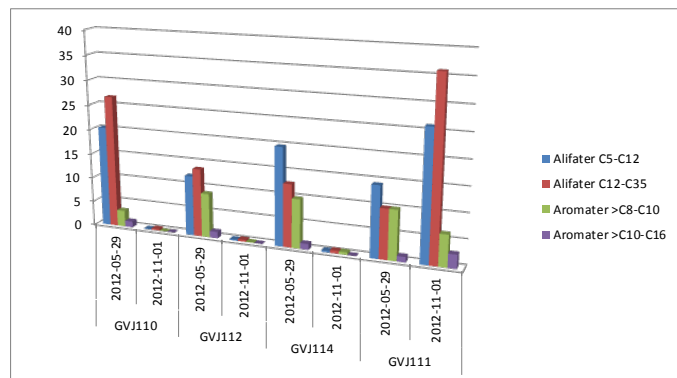
Genom att tillsätta ORC Advanced i marken syresätts grundvattnet på kemisk väg genom att ORC uppblandat till en slurry tillsätts i den mättade zonen (under grundvattenytan). Vid rätt dosering kan man åstadkomma en förhöjd nivå av syre inom en föroreningsplym under minst 1 år. Fördelen med denna metod är att den förlitar sig på diffusion som transportmedel genom porutrymmena och är därmed inte beroende av permeabiliteten i marken samtidigt som man i samband med direktinjektering kan styra och kontrollera tillsatsen av medlet i marken så att man får eftersträvad spridning och därmed erforderlig syresättning även vid heterogena förhållanden. Denna metod är bra för de förhållanden som gäller i Moheda då det är stora variationer på de geologiska förutsättningarna.

## Pilotförsök: Biostimulering med hjälp av ORC Advanced

Direktinjektering utfördes i 16 punkter inom ett 100 m<sup>2</sup> stort område. P.g.a. den blockiga hårt packade moränen och förekomst av fyllnadsmassor av sprängsten från det gamla berggrummet var det svårt att tillsätta saneringsvätskan i marken, vilken helst ville trycka upp längs med injekteringsstången och upp ovan mark. Utvecklingen av injekteringstekniken slutade med ett specialdesignat borrstål. Totalt sett lyckades tillsatsen av större delen av den planerade mängden ORC Advanced. Resultatuppföljning 4-5 månader efter injektering visar på kraftiga haltreduktioner om 95-100 % i de rör med relativt höga föroreningshalter från början i alla punkter utom 1.



Foto 1: Utförande av direktinjektering



Figur 2: Resultat efter utfört pilotförsök med ORC

## Beskrivning RegenOx och PetroCleanze

RegenOx är ett patentskyddat kemiskt oxidationsmedel som innehåller samma kraftfulla kemiska reaktionsförmåga som väteperoxid men är aktiv för en period av mellan 2-4 veckor. Denna egenskap ger RegenOx bättre influensradie från varje injekteringspunkt än exempelvis väteperoxid samt att det producerar mindre mängder gaser vilket skapar lägre tryck vid injektering och gör därmed injekteringsprocessen betydligt säkrare.

RegenOx fungerar genom att frigöra/lösa föroreningen till por- och grundvatten och därefter bryta ner föroreningen. Detta ger att mindre effekt förloras i nedbrytningsprocessen i jämförelse med konventionella oxidationsmedel i jordar med högt TOC (totalt organiskt kol) innehåll då det inte reagerar med fasta (fibrösa)organiska material. Produktens relativt höga pH innebär att pH i grundvattnet kommer öka lokalt vilket medför att jordpartiklarna i större

omfattning attraherar negativt laddade partiklar. Detta innebär i sin tur att jordens förmåga att binda till sig oljeförorening minskas och oljeförorening frigörs från jorden i högre utsträckning än under mera sura förhållanden. Till detta kommer även förtvålningen av fettsyror, vilka finns i grundvattnet både som ett resultat av nedbrytning av organsikt material och kemisk oxidation. Denna förtvålning av fettsyror innebär att tensider bildas och finns tillgängliga i grundvattnet vilket hjälper till att tvätta ur oljeförorening som tidigare varit bunden till jordpartiklarna. Ovanstående egenskaper innebär att en större andel av jordbunden förorening kommer att kunna brytas ner under en kortare tid jämfört med exempelvis väteperoxid.

RegenOx är dessutom säkrare ur ett arbetsmiljöperspektiv då det inte skapar några tryck eller temperaturökningar i marken eller reagerar frätande med kläder eller hud samt att det inte producerar några "biprodukter" i form av exempelvis lägre pH som kan påverka markförlagda installationer eller byggnader negativt.

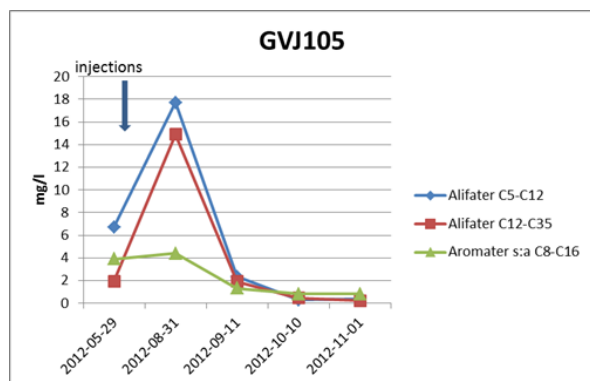
RegenOx Petrocleanze kommer att användas i vissa områden istället för vanlig RegenOx eftersom detta kemiska oxidationsmedel har ännu bättre lösgörande egenskaper för jordbunden förorening, vilket gör att denna aktiva substans lämpar sig särskilt bra i kombination med multifasextraktion som kommer att utföras i delar av område B1 och B2.

### Pilotförsök: Kemisk oxidation med hjälp av RegenOx

Pilotförsöket utfördes genom injektering i grundvattenrör inom ett 100 m<sup>2</sup> stort område. Här noterades svårigheter att tillsätta vätskan till marken p.g.a. att jordmaterialet är hårt packat och att det finns en massa block och sten, varför brunnarna behövde installeras med foderrörsteknik för att minimera uppträngning av aktiv substans till markytan. Trots detta visade resultat från uppföljande provtagning kraftiga haltreduktioner, upp till 96-99%. Markanta reduceringar har erhållits inom områden där både höga halter av alifater och aromater påvisats samt för höga halter BTEX. Se resultat i ett urval av provpunkterna diagram nedan.



Foto 2: Injektering av kemsikt oxidationsmedel, RegenOx, i installerade brunnar.



Figur 3: Graf över erhållna resultat i kontrollbrunnen GVJ 105 där det för RegenOx mycket typiska nedbrytningsförloppet tydligt urskiljs.

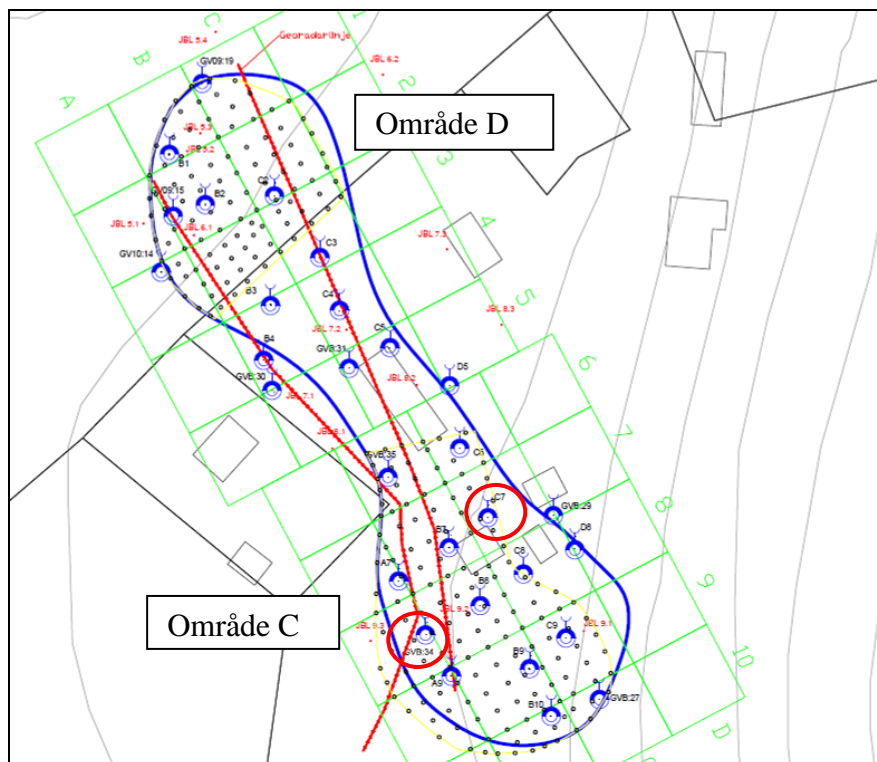
## Fullskalesanering

### Område C och D

Fullskalesanering utfördes mellan dec 2013 till feb 2014 inom område C+D.

Saneringsområdet delades i rutor om 20\*20 m för dimensionering av aktiva kemikalier, uppföljning och kontroll av saneringsresultat. Inom varje ruta finns ett grundvattenrör som representerar förhållandena i närområdet.

Kontrollprovtagning utfördes månadsvis 1-3 månader efter injektering, därefter varannan månad fram till 9 månader efter injektering. Vid kontrollerna analyseras halterna av oljeförorening samtidigt som fältmätningar utförs med avseende på temperatur, löst syre, redoxförhållanden och pH för att kontrollera förutsättningarna för biologisk nedbrytning. Vid sista provtagningen enligt kontrollprogrammet fanns halter över åtgärds målet i två brunnar inom område C (C7 och GVB34). Dessa brunnar kommer inom kort provtas ytterligare en gång nu när tillsatt mängd ORC sannolikt har ha förbrukats, för att sedan kunna besluta om eventuellt ytterligare en omgång injektering runt dessa punkter. Konsulten (Niras) har även i sitt kontrollprogram haft halter över åtgärds målet i område D. Dessa halter har dock varierat över/under åtgärds målet så där avvaktar vi ytterligare resultat. Då det är betesmark är riktvärdena mycket låga i område D.



Figur4: Fullskalesanering område C+D. Direktinjektering av ORC. Brunnarna C7 och GVB34 är inringade med röd ring.

### Område B1-B3

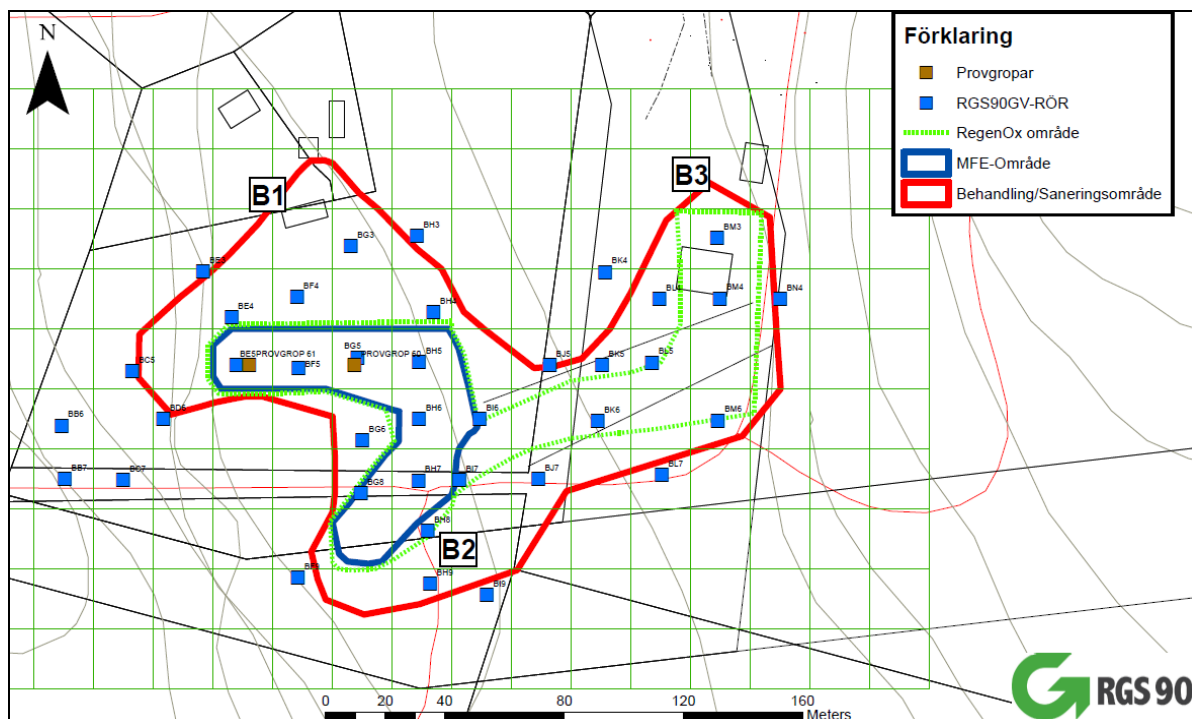
Efter kompletterande markundersökningar inför fullskalesanering inom område B upptäcktes det fri fas inom en delar av B1 och B3 området, vilket innebar vissa justeringar av

behandlingsmetoden. Fri fas innebär att det finns ren produkt, i detta fall olja, som ligger och flyter på grundvattenytan.

Sanering av område B1-B3 är planerad att utföras genom injektering av RegenOx PetroCleanze i brunnar samt multifasextraktion (MFE) inom den del som innehar fri fas (blåmarkerat område på figur 5 nedan), injektering av RegenOx i brunnar, samt i ytterområdena direktinjektering med ORC.

Installation av brunnar har skett inom det så kallade MFE området och där pågår just nu injektering av RegenOx PetroCleanze. När den första injekteringen utförts är det planerat för att köra MFE i ca 6 mån, med uppehåll för den kalla årstiden. När den tillgängliga föroreningen i fri fas avlägsnats genom MFE-behandlingen kommer injektering nr 2 att utföras för att se om det går att tvätta ur ytterligare förorening ur jorden. Frigörs ytterligare förorening i fri fas efter detta fortsätter MFE behandlingen.

Under hösten planeras brunnar att installeras i område B3 för att senare kunna utföra injektering med RegenOx även i detta område. När hela RegenOx området enligt ritning nedan är behandlat kommer en utvärdering att göras innan beslut tas om fortsatta arbeten. Planen är att området mellan den grönstreckade linjen och den röda linjen på ritning nedan skall behandlas genom direktinjektering med ORC.



Figur 5: Planerad fullskalesanering område B1-B3.



Foto 3 och 4: Installation av brunnar MFE område (inom B1 och B2). För att senare kunna komma fram med behandlingsmedel har transportvägar byggts. Det är ett svårtillgängligt område och en del skog har avverkats för att det skall fungera.

## Multifasextraktion

Då det krävs många behandlingar med kemisk oxidation för att kunna få bort förorening i fri fas blir det mer ekonomiskt fördelaktigt att istället behandla dessa områden genom multifasextraktion (MFE). Ett test har utförts för att kontrollera att metoden är tillämplig i Moheda.

Metoden innefattar att man suger ut förorening i flera faser (fri vätskefas, gasfas och i viss mån vattenlös fas) samtidigt. Detta utförs genom att brunnfilter installeras både över och under grundvattenytan och att brunnarna sätts under vakuum. Detta vakuum fortplantar sig ut i omgivande mark vilket gör att man främst suger vätskan vid vattenytan, som då sannolikt utgörs av fri fas oljeförorening.

I Moheda är att kemisk oxidation är tänkt att injekteras via installerade brunnar. MFE kommer endast att utföras inom de områden där senare kemisk oxidation också ska utföras. Eftersom brunnar för injektering och MFE kan utföras med samma krav på filternivåer, tätningar etc. kan MFE-brunnarna senare användas även för injektering av kemiskt oxidationsmedel. Således krävs inga ytterliga installationer i mark än de tidigare planerade för att utföra inledande borttagning av förorening i frifas genom MFE.

Förhoppningen är att hela saneringen inkl. efterföljande kontrollprogram (9 mån) skall vara färdigställt inom ca 2 år dvs våren 2017.