



Sveriges Geologiska Undersökning

Ny mjukvara för haveriberedskap

Utvärdering av ny metod för brusreducering

På uppdrag av Statens Strålskyddsinstitut

SSI Projekt P1120.99



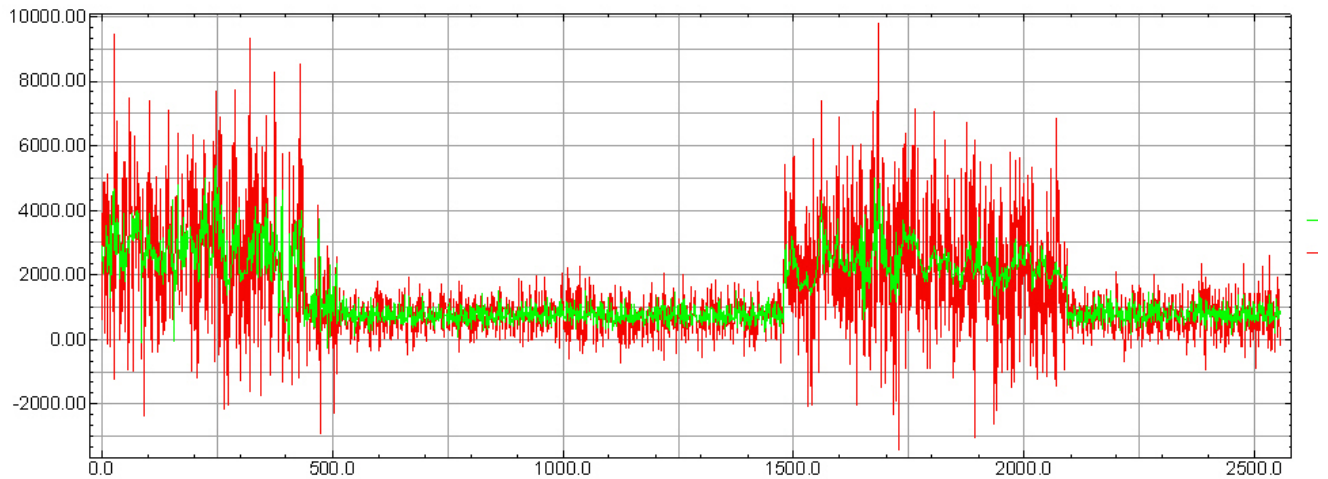
Sören Byström

Ny mjukvara för haveriberedskap

SGU rapport
2001:17

SGU rapport
2001:17

Ny mjukvara för haveriberedskap



SSI Projekt P1120.99

Utvärdering av ny metod för brusreducering på uppdrag av Statens
Strålskyddsinstitut

Slutrapport

Sveriges Geologiska Undersökning
Uppsala 2001-11-30
Sören Byström

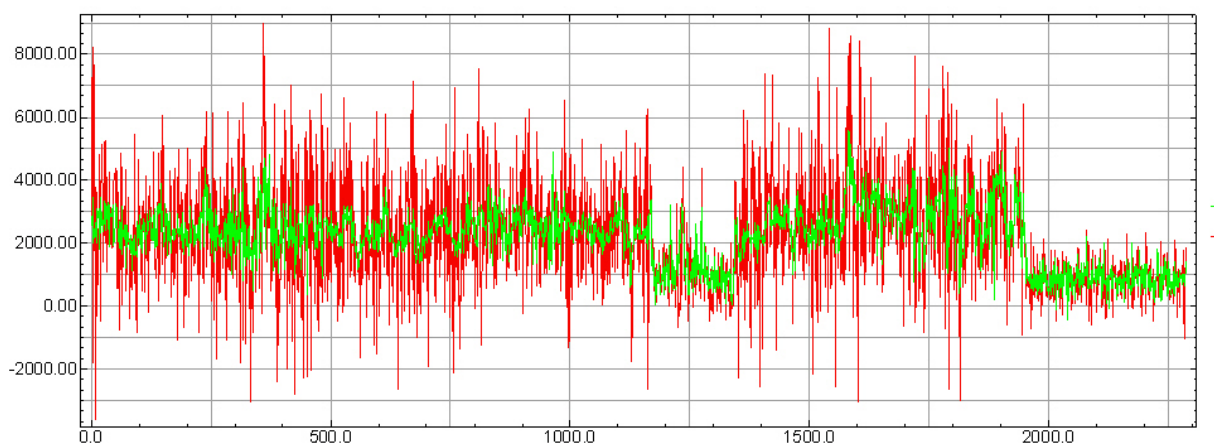
Summary

SGU, Geological Survey of Sweden has on behalf of SSI, Swedish Radiation Protection Agency evaluated a new method for noise reduction of gamma-radiation data. The evaluation has been concentrated on Cs-137.

The method is based on the fact that a spectre consists of information for a number of nuclides and statistical noise. With statistical methods principal components are extracted from data and each spectre is then reconstructed as a linear combination of the most significant principal components. As a general rule the first 2 - 6 principal components are used, while components with higher number basically consist of noise.

Data used are from an airborne measurement at 60 meters altitude over Sweden. These data are primarily used for calibration purposes.

The result shows that there is a significant increase in noise reduction for Cs-137 in areas with low contamination (below 10 kBq/m²), but for higher contamination the effects of noise reduction is smaller.



One line of data. Red line is Cs-137 calculated with conventional methods and green line shows data pre-filtered with the method described above.

Sammanfattning

På Uppdrag av SSI, Statens strålskyddsinstitut har SGU, Sveriges Geologiska Undersökning utvärderat en ny metod för att reducera brus i data från gammastrålningsmätningar.

Idén till metoden redovisades först av Jens Hovgaard, Danmark, numera anställd av det kanadensiska företaget Exploranium.

Metoden bygger på principen att ett uppmätt spektra innehåller responsen från en eller flera nuklider samt ett statistiskt brus. Genom statistisk behandling renodlas normalspektrum från de aktuella nukliderna och därefter återskapas spektra för respektive mätpunkt som en linjärkombination av de normalspektra som programvaran anser finns representerade.

Konkret innebär det att 1 - 4 normalspektra innehåller värdefull information medan normalspektra 5 eller större innehåller bruskomponenter. Ju högre nummer på normalspektra desto troligare att det innehåller enbart statistiskt brus.

Den ursprungliga programvaran som testades var en kommersiell produkt från Exploranium. Detta program hade en hård låsning till ett visst mätsystem.

Inom ett av SGU initierat FoU projekt har SGU tillverkat en motsvarande programmodul med ett mera användarvänligt interface. SGU:s FoU projekt fortsätter under 2002 med utvärdering av möjligheten att använda metoden för att förbättra radon korrektionerna för data från SGU:s reguljära flygkartering.

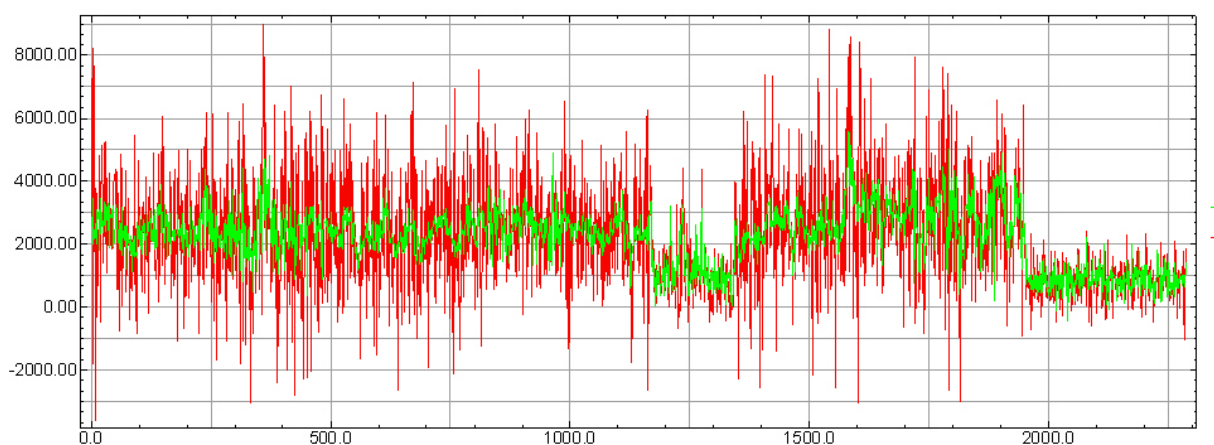
Enligt den ursprungliga överenskommelsen mellan SSI och SGU, skulle metoden testas på Tie-Lines data, som är ett dataset från slutet av 90-talet med ett linjeavstånd på ca 17 km som täcker hela Sverige. Mätningen utfördes primärt för att få ett landstäckande dataset för kalibreringsändamål.

Utvärderingen är avslutad och bearbetade data bifogas denna rapport.

Data från Tie-Lines mätningen bearbetade med konventionella metoder har tidigare levererats till SSI.

Generellt gäller att reducering av brus varierar och metoden ger bäst resultat där Cs-137 kontamineringen är låg.

Rätt använd bedöms denna metod kunna förbättra kvaliteten på Cs-137 inom områden med låg kontaminering, medan områden med högre (större än några 10 tals kBq/m²) Cs-137 beläggning får en marginell förbättring som effekt av brusreduceringen.



Data från en flyglinje. Den röda kurvan är Cs-137 beräknad med konventionella metoder medan den gröna kurvan är motsvarande data förebehandlad med den aktuella metoden för brusreducering.

Innehållsförteckning

Summary	2
Sammanfattning	3
Innehållsförteckning	4
Bakgrund	5
Utvärdering	6
Slutsatser	8
Data	9
Bilaga Lägesrapport SSI Projekt P1120.99	10

Bakgrund

Sveriges Geologiska Undersökning har mätt gammastrålning från flygplan, sedan slutet av 1960 talet.

Från starten har hela spektret registrerats i minst 16 och numera upp till 256 kanaler. Data från de första åren har till för något år sedan inte varit möjliga att bearbeta, men i ett långsiktigt projekt konverteras och bearbetas alla data från starten 1968 och framåt som innehåller information om gammastrålning.

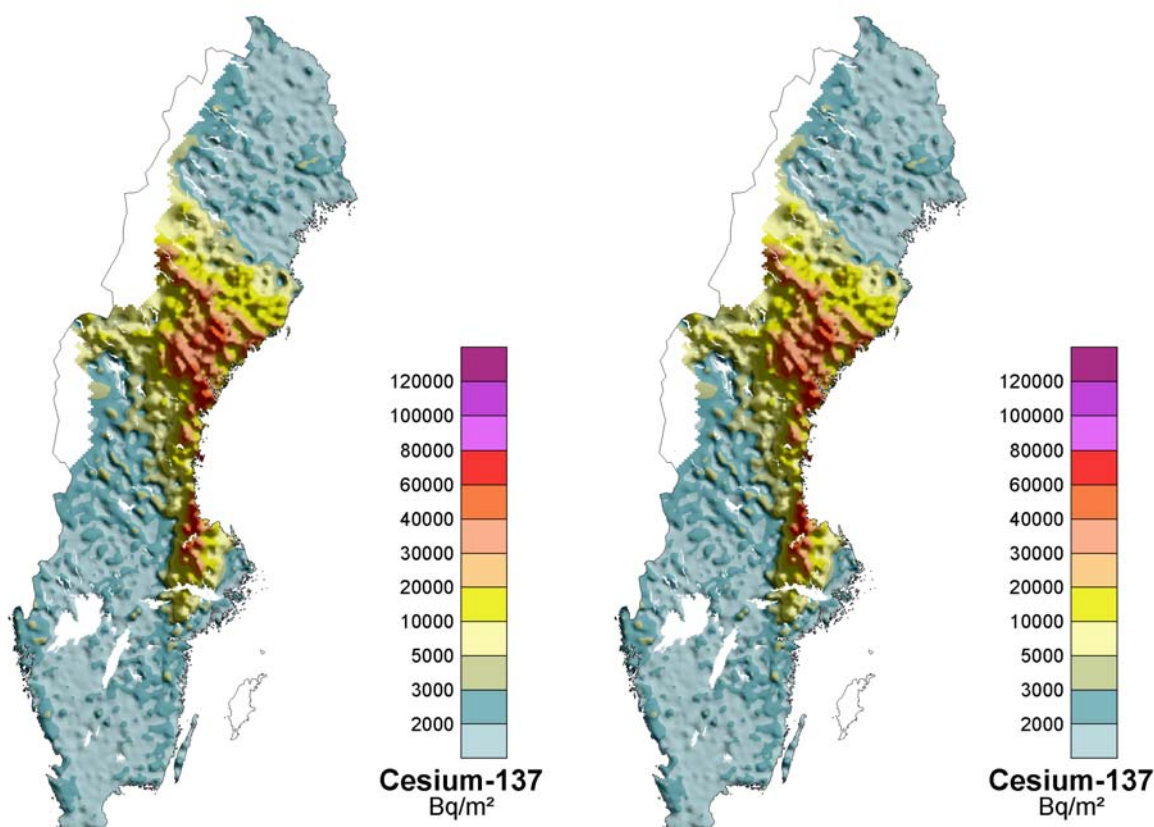
Under senare delen av 1970 talet byggde SGU en kalibreringsstation för radiometri vid Borlänges flygplats. Mätssystem kalibreras/kontrolleras rutinmässigt varje år på denna kalibreringsstation

En rad olika mätsystem, flygplan och detektorer har använts sedan starten 1968. SGU utförde därför i slutet av 1990 talet en landstäckande kalibreringsmätning för att få en enhetlig nivå för de gångna trettio årens mätningar.

I slutet av 1990 talet började även den metod för brusreducering som här utvärderas att finnas tillgänglig.

SSI, som bedömde metoden intressant gav SGU i uppdrag att utvärdera metoden och att för detta använda datasetet från den landstäckande kalibreringsmätningen.

Cs-137 från dessa data beräknat med konventionella metoder har tidigare levererats till SSI.



Cesium-137 beräknat på konventionellt sätt samt motsvarande bild för data bearbetat med brusreducering. I denna upplösning går det inte att se någon skillnad på bilderna.

Utvärdering

Utvärderingen startade med den kommersiella modul som fanns tillgänglig, NASVD (Noise Adjusted Singular Value Decomposition).

Idén till NASVD kom från Danmark där Jens Hovgaard utförde det grundläggande arbetet. När Hovgaard började arbeta för Exploranium under senare delen av 1990 talet var det naturligt att Hovgaard fortsatte sitt utvecklingsarbete inom Exploranium med NASVD.

Av andra personer som arbetat med samma princip kan nämnas Brian Minthy Australien, som har utvecklat en modul som kallas MNF som har samma princip som grund, men ett annorlunda datatekniskt utförande.

För närvarande pågår diskussioner mellan SGU och NGU, Norges Geologiska Undersökning om ett framtida samarbete för utvärdering och tillämpningar av brusreducering baserat på NASVD och MNF och den svenska version som SGU utvecklar.

På grund av att NASVD är en "svart låda" hårt anpassat till det dataformat som företaget, Exploranium använde, började SGU inom ramen för ett internt FoU projekt att tillverka en egen version av programvaran- arbetsnamn SVD. Denna programvara finns nu i en version som är användbar, men utvecklingen beräknas fortsätta under 2002 med ett användarvänligt interface. Det aktuella dataset som använts för utvärdering har brusreducerats med den svenska versionen.

Generellt gäller att maximal reducereing av brus uppnås om ingående mätpunkter har samma förhållande mellan aktuella nuklider.

Det medför att en konventionell bearbetning utförs för att få underlag till uppdelning.

På ett tidigt skede av utvärdering fanns denna insikt och arbetet fokuserades på att prova olika sätt att för sortera data innan brusreduceringen applicerades.

Följande tabell ger ett exempel på en principiell bild av uppdelning av data före brusreducering.

K = Kalium

U = Uran

Th = Torium

C=Cs-137

Om medelvärdet för aktuellt dataset är

K=2 U=2 Th=6 C=5

Kan t.ex. data delas upp i två nivåer Låg, Hög.

K/U	K/Th	K/C	U/Th	U/C	Th/C
H,L	H,L	H,L	H,L	H,L	H,L

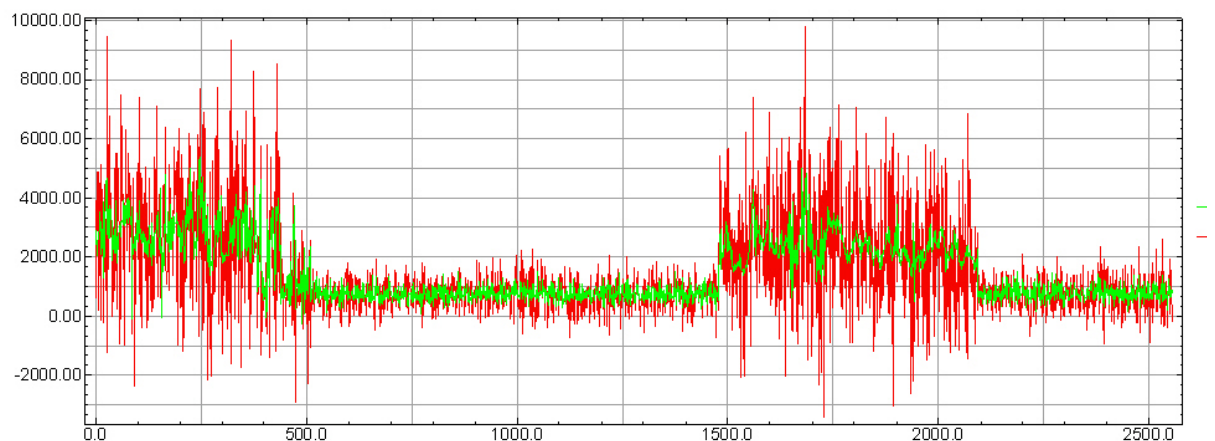
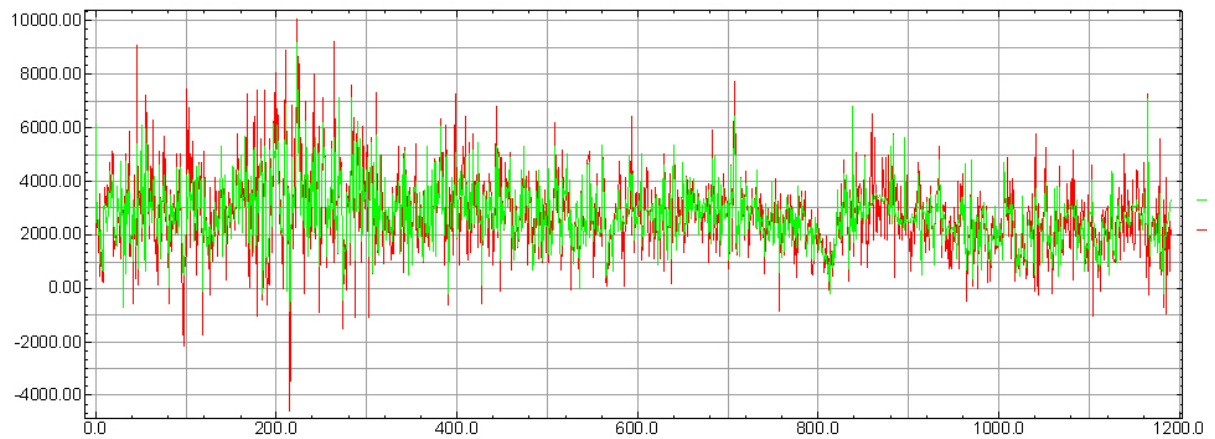
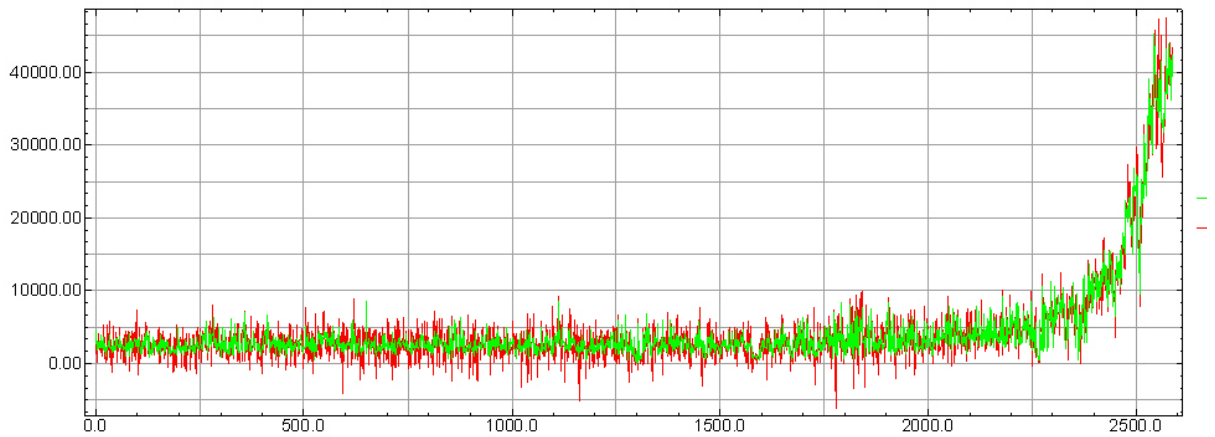
Detta ger 2 exp(6) "lådor".

I princip kan uppdelningen av data drivas till gränsen att varje mätpunkt behandlas separat. Då har i praktiken förutsättningen för brusreduceringen försvunnit. Mätpunkter med samma förutsättning i förhållandet mellan ingående nuklider läggs i en "låda" som sedan behandlas separat med brusreduceringsprogrammet. Därefter återställs de nu brusreducerade data med hänsyn till koordinater, tidpunkt etc. och en konventionell bearbetning utförs. antalet "lådor" vara lika många som antalet mätpunkter.

Den praktiska gränsen för att brusreducering skall vara meningsfull är att antalet mätpunkter i en "låda" är minst lika med antal principalkomponenter som används för att återskapa mätpunkten.

Det som är viktigt är också att energistabiliseringen har varit lika för de mätpunkter som hamnar i samma låda.

För det aktuella datasetet har därför brusreducering applicerats på en flyglinje i taget. Antalet "lådor" som användes begränsades också till ca 10. Eftersom Cs-137 var den nuklid som skulle beräknas anpassades indelningen av lådor till detta.



Några exempel på resultat före och efter brusreducering

Slutsatser

En ny metod för brusreducering har provats.

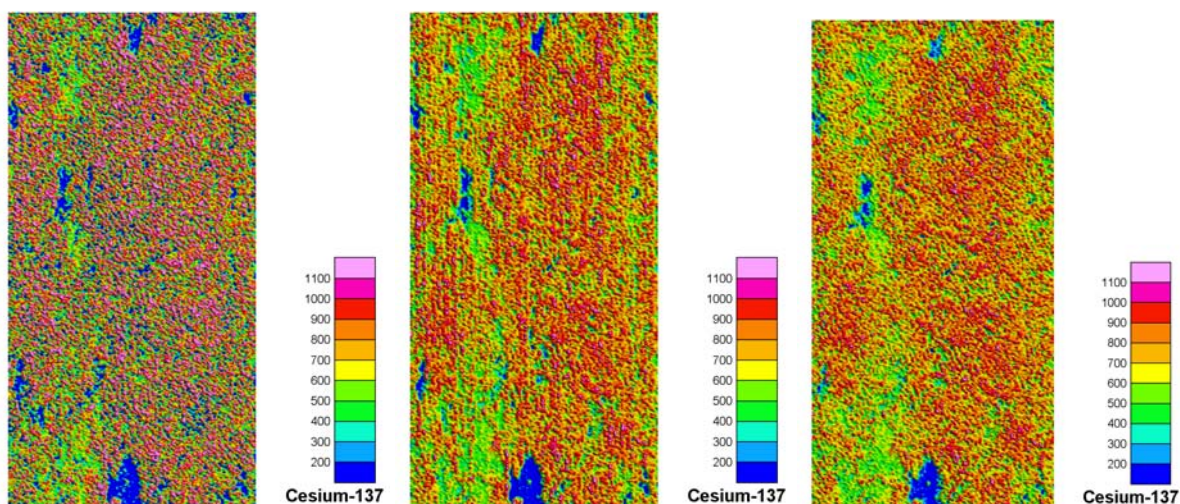
Resultaten visar att för områden med låg cesiumbeläggning kan en förbättring av signal - brusförhållandet fås med denna metod. För områden med högre (några 10 tals kBq/m²) är förbättringen marginell.

Detta stämmer väl med övriga erfarenheter. Uran som normalt har ett lågt signal - brusförhållande får en relativt sett större reduktion av brus än t.ex. kalium som redan vid konventionell bearbetning har ett lågt brus.

Metoden är användbar men en viss försiktighet bör iakttas vid användandet.

Det är t.ex. en bra kontroll att göra en jämförelse med en konventionell bearbetning. T.ex. som ett rullande medelvärde över lämpligt antal punkter för att se att inga onormala effekter har uppstått vid brusreduceringen.

Rätt använd ger metoden en förbättring av signalbrusförhållandet för områden med låg cesium beläggning. Metoden kan användas idag men en rekommendation är att invänta SGU:s arbete inom ett pågående FoU projekt som bl.a. syftar till att få ett användarvänligt interface. Detta arbete pågår och beräknas vara avslutat under år 2002.



Cs-137 över kartbladen 6E SV, NV, före och efter brusreducering samt efter nollnivåkorrektur. Medelnivån över området är ca 700 Bq/m², vilket medför att mycket små avvikelser i nollnivån syns väl i kartbilden. Orsaken till avvikelser i nollnivå beror till största delen på variationer i bakgrundsbrus i flygplanet och mätsystemet.

Data

Bifogat denna rapport finns aktuella data.

Dataformat är Geosoft XYZ format som idag är ett av de vanligaste dataformaten för klartext ASCII.

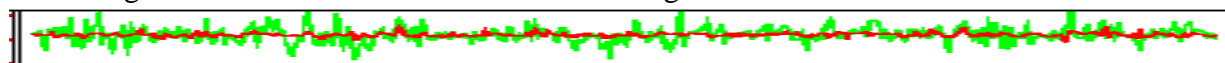
Data är ordnade i linjer.

Varje rad är en mätpunkt och innehåller X,Y, Cs-137_1986, CS-137_SVD CS137 NONLIN, Höjd och mätår

- *X, Y* är koordinater i RT90
- *CS137_1986* är data beräknade med konventionella metoder tillbakaräknade till 1986 i Bq/m².
- *CS137_SVD_1986* är motsvarande data som först är brusreducerat med aktuell metod och därefter bearbetat med konventionella metoder uttryckt i Bq/m².
- *C7_Nlin_1986* är det brusreducerade datasetet ytterligare filtrerat med ett olinjärt filter. Observera att detta olinjära filter inte kan användas vid t.ex. sökning av borttappade preparat då filtret kan "ta bort" en eventuell indikation på ett försvunnen strålkälla.
- *GrndClr* är mät höjd över terrängen i meter.
- *Meas_Year* är det år när mätningen utfördes.

Bilaga Lägesrapport SSI Projekt P1120.99

Beräkning av Cs-137 ur data från Tie-Lines mätningar.



Den gröna kurvan visar data före brusreducering och den röda efter brusreducering.

Bakgrund

Data från gammastrålningsmätningar har ett statistiskt brus som ökar för kortare mättid och mindre detektorvolym. Det har funnits olika sätt att försöka reducera bruset, men i slutet av 1990 talet började en helt ny möjlighet att skönjas för detta. Först ut var en dansk med en datamodul som kallades NASVD. (Noise Adjusted Singular Value Decomposition). Metoden bedömdes så pass intressant att SGU fick i uppdrag att göra en utvärdering av metoden och använda den för det dataset som kallas Tie Lines data.

Tie-Lines data är en kalibreringsflygning över Sverige med ca 18 km linjeseperation.

Dessa data blev tillgängliga under år 2000.

Lägesrapport:

Utvärderingen av den danska programvaran har pågått och olika anpassningar provades mot den aktuella programvaran.

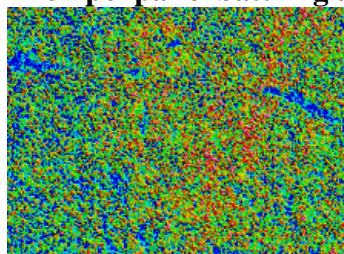
De första testerna rapporterades till SSI Vintern 1999/2000.

Under 2000 levererades Cs-137 från aktuellt dataset, beräknat med konventionella metoder.

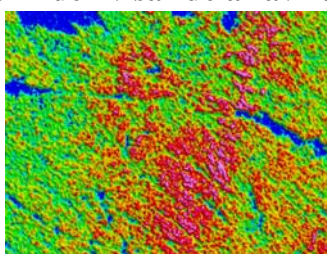
Samtidigt har runt om i världen utveckling pågått baserad på samma princip men med annorlunda datatekniskt angreppssätt. Den danska versionen NASVD är datatekniskt hårt låst till ett visst mätsystem och saknar möjligheter att ändra de flesta styrparametrar.

Under år 2001 har därför SGU konstruerat en egen modul SVD där i stort sett alla parametrar är möjliga att ändra.

Exempel på förbättring av data. Bilden visar delar av kartbladet 8G.



Före brusreducering



Efter brusreducering

Den försening i projektet som har uppstått beror på

1. Utvärderingen har tagit mer tid i anspråk än vad som bedömdes när projektet startade.
2. Andra arbetsuppgifter har gjort att SSI projektet senarelagts.
3. Väntan på en annan modul (SVD).

Målet är att under 2001 leverera Tie-Lines data setet till SSI bearbetat med NASVD eller vilket just nu är troligare den svenska versionen SVD inom den ekonomiska ram som ursprungligen bestämdes.

Uppsala 2001-10-01

Sören Byström Projektledare