



Rymdstyrelsen
Swedish National Space Agency

Utvärdering och nyttoanalys av en rikstäckande InSAR-tjänst

Postadress

Box 4006
SE-171 04 SOLNA, Sverige

Besöksadress

Hemvärnsgatan 15, Solna
Solna, Sverige

Telefon

08-40 90 77 00

Telefax

08-627 50 14

E-mail

rymdstyrelsen@snsa.se
rymdstyrelsen.se

Denna publikation har författats av följande personer som en del av projektet 'Utvärdering och nyttoanalys av en rikstäckande InSAR-tjänst' som genomförts som ett samarbete mellan följande organisationer i Norge och Sverige

Rymdstyrelsen
Tobias Edman

Trafikverket
Erik Toller

Lantmäteriet
Faramarz Nilfouroushan, Nureldin Gido, Per-Anders Olsson och Chishan Puwakpitiya
Gedara

Totalförsvarets forskningsinstitut
Lars Ulander och Anders Gustavsson

Chalmers tekniska högskola
Mehdi Darvishi and Leif Eriksson

Sveriges geologiska undersökning (SGU)
Colby Smith

Statens geotekniska institut (SGI)
Godefroid Ndaykengurukiye

NORCE
Yngvar Larsen

Norges geologiske undersøkelse (NGU)
John Dehls

Med finansiering från

Trafikverket (TRV2019/76576) och Rymdstyrelsen

Copyright © 2022 av författarna och respektive organisationer



1 Sammanfattning

Inom projektet ”Utvärdering och nyttoanalys av en rikstäckande InSAR-tjänst” har en rikstäckande markrörelsetjänst tillgängliggjorts över Sverige och dess användningsområde utretts. Den tillgängliggjorda tjänsten är baserad på data från Copernicusprogrammets Sentinel-1 satelliter och interferometrisk syntetisk aparturradaranalys (InSAR). De användningsområden som projektet har fokuserat på är klimatanpassning, samhällsplanering och infrastrukturövervakning. Projektet har genomförts i samarbete mellan svenska myndigheter tillsammans med Norges geologiske undersøkelse (NGU) som producerat den publicerade datamängden. Information om tjänsten har spridits till användare och utvecklare genom en serie av workshops och seminarier och använts i andra forskningsprojekt.

2 Introduktion

2.1 Bakgrund

I Sverige används information om markrörelser från rymddata för uppföljning av markrörelser i samband med olika infrastrukturprojekt, bland annat för att identifiera sättningar i arbetet med Västlänken i Göteborg och för skredförebyggande åtgärder längs Göta älv. Det finns en stor potential för att information om markrörelser kan få en mycket bredare användning och bli ett viktigt underlag i arbetet med klimatanpassning i både kust och inland, att det kan användas för att minska riskerna och fokusera underhållet av infrastruktur samt förbättra statsbyggnadsprocessen genom att tidigt identifiera områden med pågående sättningsproblematik och därmed utgöra ett viktigt underlag i arbetet med klimatanpassning av stadsbebyggelse och infrastruktur.

Tidigare har en behovsinventering genomförts och längre sammanfattningar finns kopplat till Trafikverkets behov i dokumentet "Trafikverkets behov rörande en nationell InSAR-tjänst" samt en för samhällsnytta från Myndighetssamverkan Copernicus "InSAR-tjänst för att följa markrörelser i Sverige". Båda rapporterna visar på ett tydligt användarintresse och på en stor möjlighet att effektivisera och spara pengar på tillgängliggörandet av markrörelser som öppna data.



NGU har sedan 2009 arbetat med detektion av markrörelser baserade på data från radarsatelliter. Sedan 2019 har rikstäckande data med information om markrörelser på millimeternivå i mer än 3,5 miljarder punkter tillgängliggjorts som öppen data i Norge. Det har lett till stor användning av informationen utanför det ursprungliga användningsområdet som var skreddetektion. Nu används informationen också för bland annat stadsplanering och för att följa upp problematik kring sättnings-skador med mera.

Statens geotekniska institut (SGI) har genomfört ett forskningsprojekt där satellitmätningar från TerraSAR-X jämfördes med traditionella mätningar på i Göteborgs stad och det såg lovande ut eftersom de 2 värdekällorna överensstämde. I ett pilotprojekt (2018-2019) baserat på InSAR-data, från Sentinel-1 bearbetat av NGU, med syfte att undersöka områden där sättningar bekräftades att vägar, järnvägar och bygganläggningar där ombyggnation pågår kan vara rörelsebenägna.

2.2 Syfte

Syftet med projektet ”Utvärdering och nyttoanalys av en rikstäckande InSAR-tjänst” har varit att validera InSAR-data från Sentinel-1 satelliterna och utvärdera den nytta som de kan ge för klimatanpassning, samhällsplanering och infrastrukturövervakning i Sverige samtidigt som data tillgängliggjorts.

2.3 Projektets omfattning och avgränsning

Projektet har varit avgränsat både tidsligt rumsligt och ämnesmässigt. Endast data över svenskt territorium har analyserats och tillgängliggjorts inom projektet. Den publicerade informationen har uppdaterats en gång per år och den data som bearbetats har varit begränsad till perioden 2015 till 2021.

2.4 Organisation och partners

Projektorganisationen har utgått från de myndigheter som deltar i Myndighetssamverkan Copernicus, ett samarbetsforum för svenska myndigheter kring rymddata, miljö och säkerhetsinformation från det europeiska



Copernicusprogrammet, samordnad av Rymdstyrelsen. Inom myndighetssamverkan har en grupp, arbetat med behovskartläggning och förutsättningar för en svensk nationell markrörelsetjänst. Den arbetsgruppen utgör basen för projektorganisationen.

3 Metod

Produktion och tillgängliggörande av data:

NGU har levererat markrörelsedata, producerade i enlighet med den metod som används i Norge.

Resultatvalidering:

Chalmers och Lantmäteriet har arbetat med validering av data.

Informationsspridning:

Informationsspridning har skett genom workshops, till större delen digitala, online föreläsningar och information på rymdstyrelsens hemsida.

Behovskartläggning:

Under workshops och i dialog med berörda parter så har en behovskartläggning genomförts.

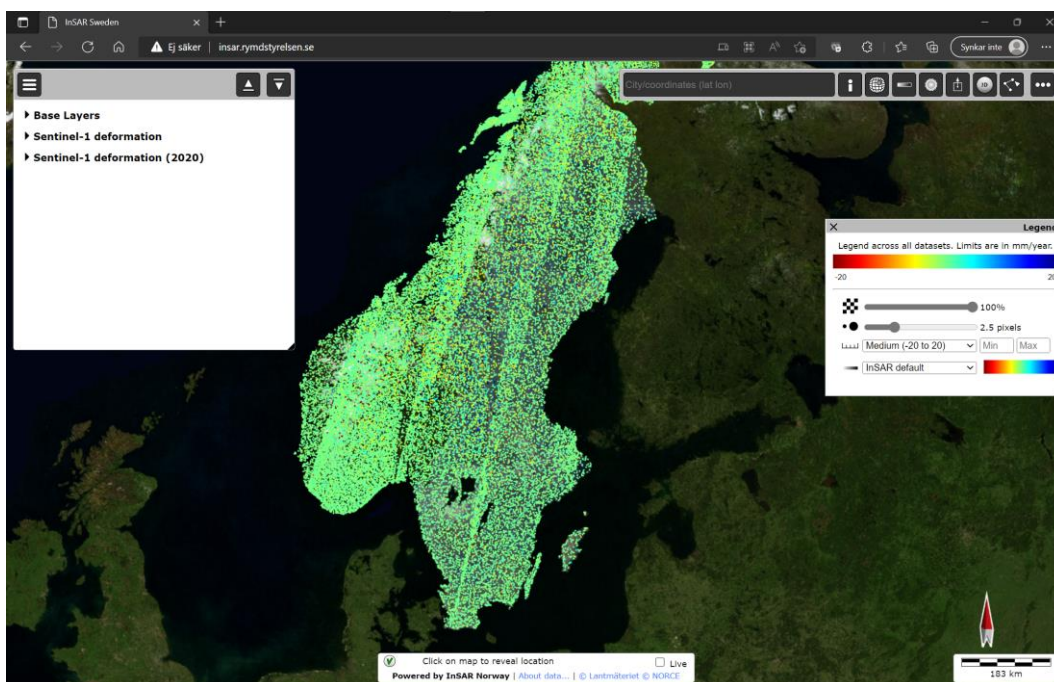
4 Resultat

4.1 Framtagning av markrörelsedata

NGU har levererat markrörelsedata, producerad med det system som för används för att producera data för hela Norge. Den inledande aktiviteten i detta arbetspaket var att konsolidera nödvändiga data för att bearbeta norska och svenska data tillsammans. Det viktigaste var leveransen av en sömlös digital höjddatamodell (DEM) som täcker båda länderna. Den första produkten levererades under våren 2021. Alla tillgängliga scener användes, vilket resulterade i två fallande och två stigande täckningar. En andra fullständig täckning tillgängliggjordes våren 2022.

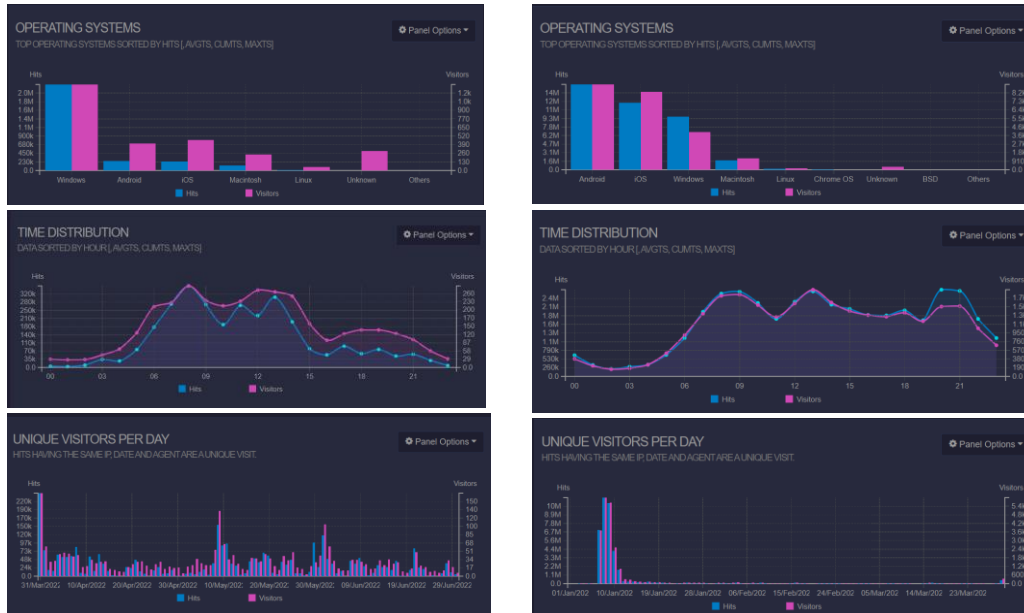
4.2 Spridning av markrörelsedata

Spridning av markrörelsedata har gjorts på rymdstyrelsens hemsida [InSAR Sverige \(rymdstyrelsen.se\)](#) och information om tjänsten finns på [InSAR - Rymdstyrelsen](#) där metod och användning beskrivs (appendix 5).



Figur 1. Täckning av Sverige tillsammans med täckning över Norge

Användningen av markrörelsetjänsten på Rymdstyrelsens hemsida (Figur 2) har ett mönster av att vara i första hand professionell, med störst användning under kontorstid, till övervägande från enheter med Windows som operativsystem och man ser att antalet besökare per dag följer en tydlig veckorytm med som mest strax under 150 besökare, med färre besökare under helgen. Det stora undantaget mot detta mönster var när Rymdstyrelsen tog fram ett material som visade på markrörelser kring en skola i Kiruna (Figur 15), vilket beskrivs utförligare under kommunikationsavsnittet nedan. Då ökade antalet besökare 30 gånger med över fem tusen besökare två dagar i rad. Under de dagarna var de vanligaste operativsystemen Android och iOS och användandet var spritt över hela dagen utan nedtrappning på kvällen. Det tyder på att användningen vid det tillfället var dominerat av allmänheten till skillnad från normalfallet.



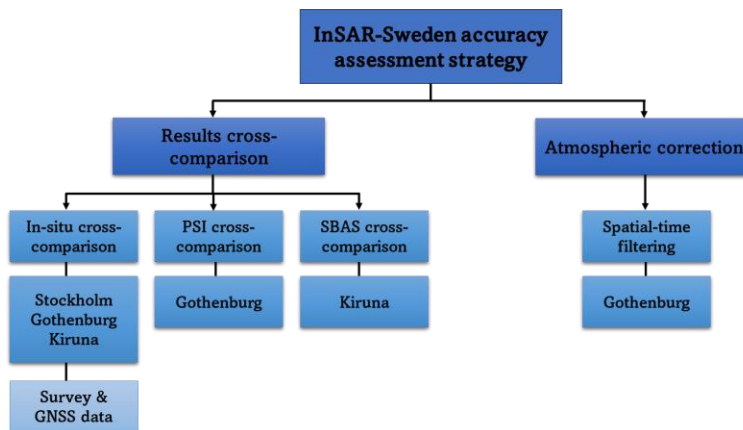
a)

b)

Figur 2. I kolumn a) ser man det normala användandet som är koncentrerat till kontorstid och från i första hand persondatorer till skillnad från användandet efter information om markrörelser i Kiruna, kolumn b) som visar hur användandet efter det dominerades av telefonanvändare och skedde i betydligt större volymer.

4.3 Validering av markrörelsedata

Valideringen av InSAR-Sverige genomfördes i fem områden för fallstudier, Stockholm, Göteborg, Kiruna, Uppsala och Gävle. I dessa fall jämfördes InSAR-Sverige med resultaten av oberoende InSAR-bearbetning inklusive persistent scatterer interferometry (PSI) och i några av fallen short baseline subsets (SBAS)-bearbetning och insitu-data inklusive nivellerings och global navigation satellite systems (GNSS)-data samt med den europeiska markrörelsetjänsten (EGMS). I Kirunafallstudien jämfördes även orto-EGMS-produkten med GNSS-data och SBAS-resultatet. Analyserna för de första tre fallen gjordes i enlighet med det analystråd som tagits fram för studien (Figur 3). I samtliga fallstudier gav InSAR-Sverige ett tillfredsställande resultat som i allmänhet var jämförbart med in-situ-mätningar och andra InSAR-baserade metoder.



Figur 3. Diagram över noggrannhetsbedömningsstrategin för InSAR-Sverige inklusive korsvis jämförelse med separat bearbetad data och in-situ-data samt för atmosfärisk korrigerings.

För att bättre analysera och tolka korsjämförelseresultaten har vi övervägt tre nyckelfaktorer som potentiellt kan leda till skillnad i resultaten. Den första är de bearbetningsrelaterade faktorerna där samma InSAR-algoritm användes (inställning av olika parametrar i PSI-algoritmen i InSAR-Sverige och Gamma-programvaran), för det andra där de olika algoritmerna har använts (PSI i InSAR-Sverige och SBAS för Kiruna-fallstudien), och för det tredje med hjälp av olika kompletterande data och bearbetningssteg (t.ex. att välja olika referenspunkter och använda olika DEM under InSAR-bearbetning). Valideringen av markrörelsedata beskrivs noggrannare i appendix 3 och 4.

För att på sikt ytterligare förbättra förutsättningarna för validering av InSAR-produkter, likt InSAR Sverige, har den nationella geodetiska infrastrukturen, inom ramen för det här projektet, börjat kompletteras med artificiella reflektorer, samlokaliserade med Lantmäteriets fasta referensstationer för GNSS – Swepos. Detta kommer på sikt, när tidsserierna från dessa reflektorer blivit tillräckligt långa, att möjliggöra korrelation mellan referensstationernas absoluta hastigheter i ett geodetiskt referenssystem med de relativa hastigheter som kan bestämmas för reflektorerna via analys av InSAR-data. Därmed förbättras också förutsättningarna för att ange markrörelser, skattade från InSAR-data, i ett geodetiskt referenssystem. Arbetet med att komplettera den geodetiska infrastrukturen med artificiella reflektorer beskrivs utförligt i appendix 4.

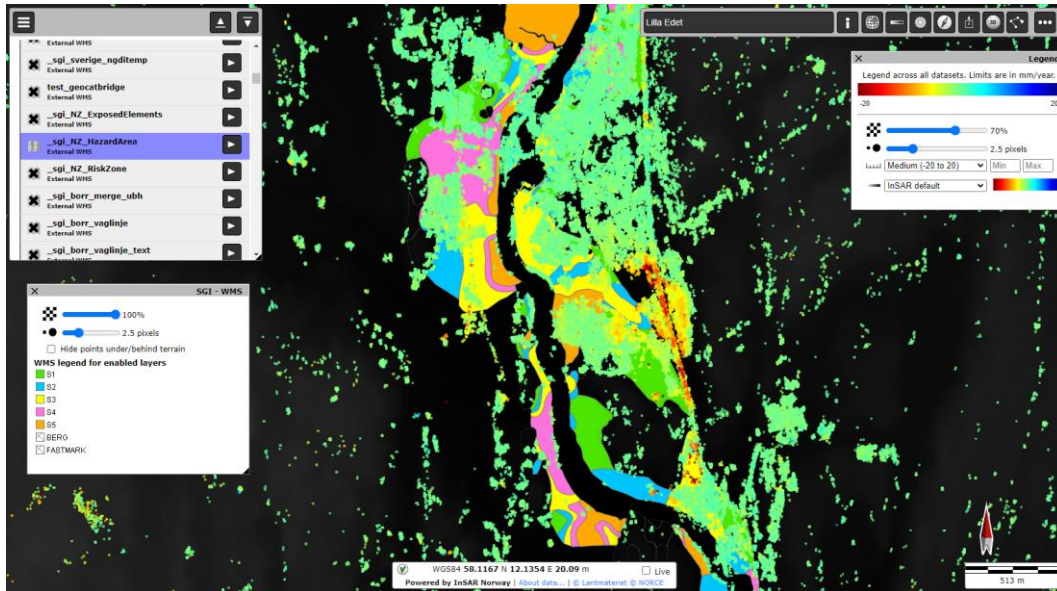


Figur 4. Placering av GNSS-stationerna och InSAR-punkterna som används för korsjämförelsen över Kiruna.

4.4 Geotekniska applikationer

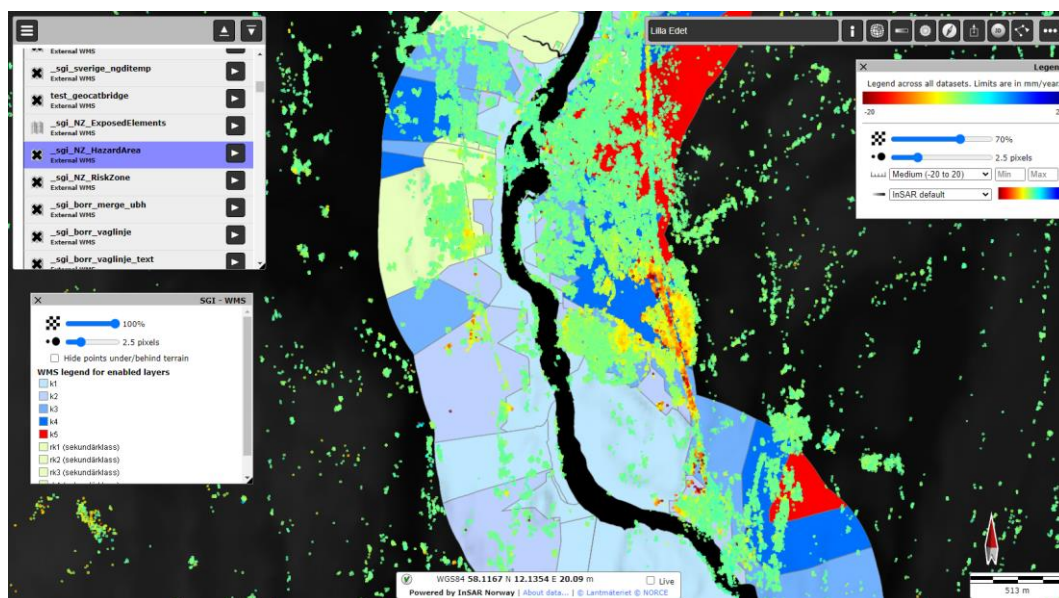
4.4.1 Kända händelser

SGI har utvärderat data från InSAR Sverige i områden där skredriskkarteringar och geotekniska utredningar har genomförts och de tillsammans med stabilitets- och sannolikhetsberäkningar utgör en grund för att kartlägga risker för skred och ras. Inom SGI:s skredriskkarteringar har kartor för bland annat skredsannolikhet och skredrisk tagits fram, där även en prognostiserad påverkan av framtida klimat ingår. Det är även intressant att veta om markrörelser pågår när man överväger risk för skred. En begränsning med InSAR-tekniken är att det inte alltid finns tydliga reflektorer i områden där man vill veta om rörelser pågår, det gäller till exempel mark med vegetation. Det kan ändå vara av intresse att använda InSAR data som en av parametrarna för jämförelse med framtagna kartor för bedömning av sannolikheten av skred eller ras (Figur 5).



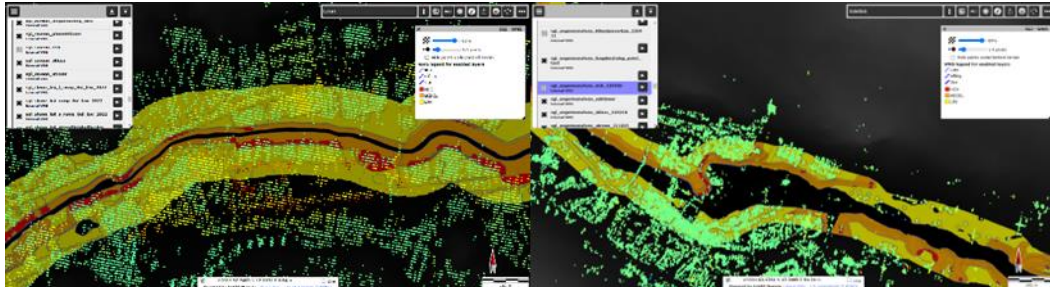
Figur 5. InSAR gentemot sannolikhetsbedömning för ras/skred längs Göta älv, Lilla Edets kommun. I figuren visar röda och orangea färger områden med sättningar, ljusblåa nyanser visar hävningar medan gröna nyanser visar platser med ingen förändring medan sannolikhetsklasser visas i gröna nyanser för lägre sannolikhet och i röda nyanser för höga sannolikhetsvärden.

Det är också intressant att jämföra markrörelser gentemot konsekvenskartan som är framtagen inom SGI:s skredriskkartering. En konsekvenskarta visar en klassning där konsekvensen av ett rasevent har karakteriserats från hög- (infrastruktur, byggnad) till låg konsekvens (vegetation, annan mark). Figur 6 visar en överlagring av markrörelsekartan från InSAR Sverige med konsekvenskartan i Lilla Edet inom SGI:s utredningsområde för Göta älv.



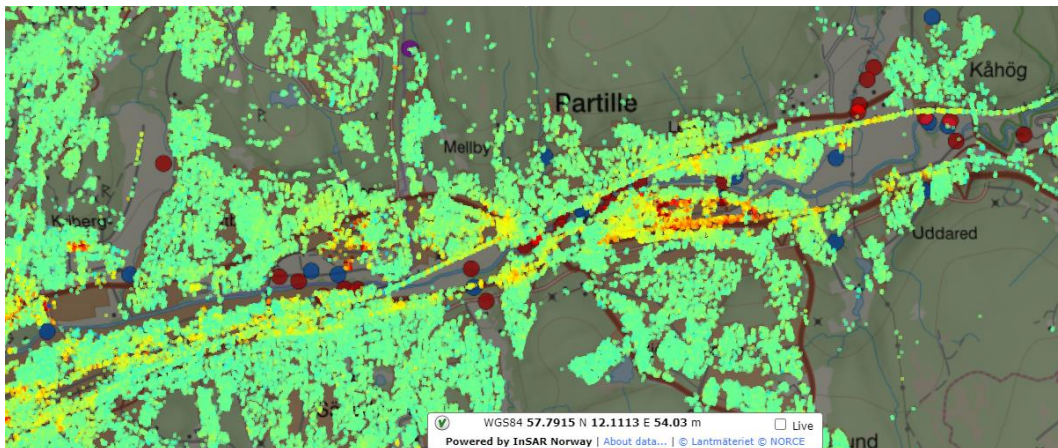
Figur 6. InSAR gentemot konsekvensbedömning för ras/skred längs Göta älv, Lilla Edets kommun. I figuren visar röda och orangea färger områden med sättningar, ljusblå nyanser visar hävningar medan gröna nyanser visar platser med ingen förändring medan höga konsekvensklasser visas i röda och azurblå färger och i pastellblå nyanser för låga konsekvensklasser.

Det är inte alltid helt uppenbart hur man skall tolka de ingående parametrarna och lagren när man jämför markrörelser med skredrisk. Skredriskanalysen definieras som en kombination av sannolikhet och konsekvens och behöver därför inte överensstämja med markrörelser. Ibland kan en vertikal markrörelse pågå i ett område med hög konsekvens men låg sannolikhet för skred. Det kan till exempel vara en sättningsrörelse hos det objekt (väg, byggnad) som är orsaken till den höga konsekvensklassningen, men utan att det finns en hög sannolikhet för skred i området. I andra fall kan det sammanfalla, med hög sannolikhet, stora konsekvenser och pågående detekterbara markrörelser. Exemplet nedan (Figur 7) visar att områden i Lerum och i Sollefteå där finns bedömda risker kan ha tecken av vertikala markrörelser.



Figur 7. InSAR med skredriskkartering längs Sävån (Lerum) och Ångermanälven (Sollefteå). I markrörelselagret visar röda och orangea färger områden med sättningar, ljusblå nyanser visar hävningar medan gröna nyanser visar platser med ingen förändring. I riskkartan visas högariskklassen i rött, medelrisk i brunt och låga riskklassen i gult.

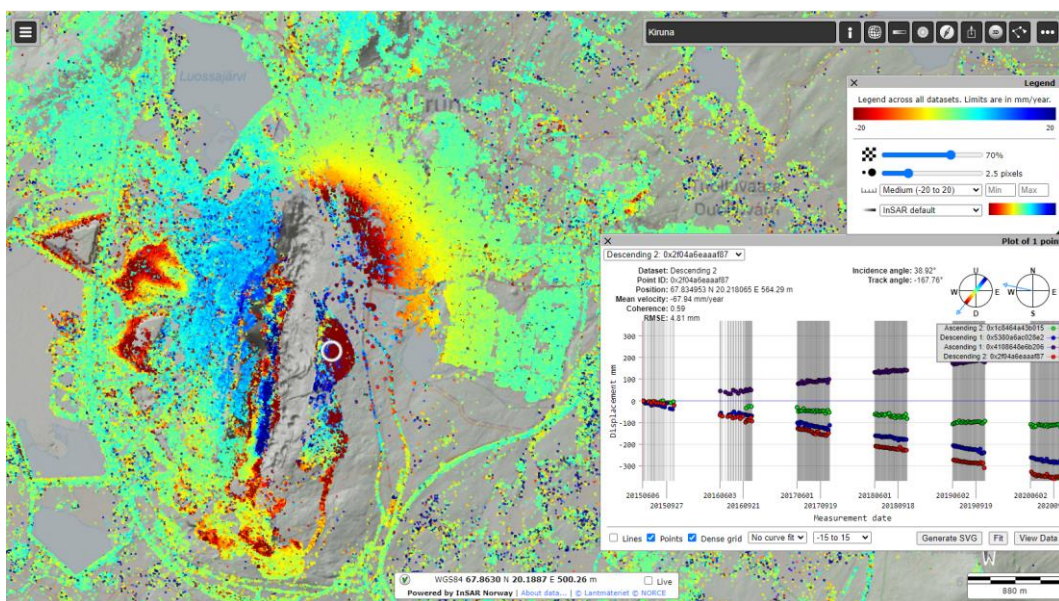
En översiktlig jämförelse mellan SGI:s landstäckande skreddatabas, med information om inträffande händelser för ras, skred och övriga jordrörelser visar att händelser kan överensstämja med tecken på vertikala rörelser från InSAR Sverige, men att det inte alltid är så. Exemplet nedan från Partille (Figur 8) visar att händelser och sättningar ligger nära väginfrastruktur. Det behöver dock inte bero på någon koppling i sig, det kan bero på att infrastrukturen sätter sig, men det ger en vägledning av var ras har skett och det fortfarande finns aktiva markrörelser.



Figur 8. InSAR med tjänst för inträffade händelser för ras, skred och övriga markrörelser (dsk skreddatabas, här i Partille kommun, längs Sävån) I markrörelselagret visar röda och orangea färger områden med sättningar, ljusblå nyanser visar hävningar medan gröna nyanser visar platser

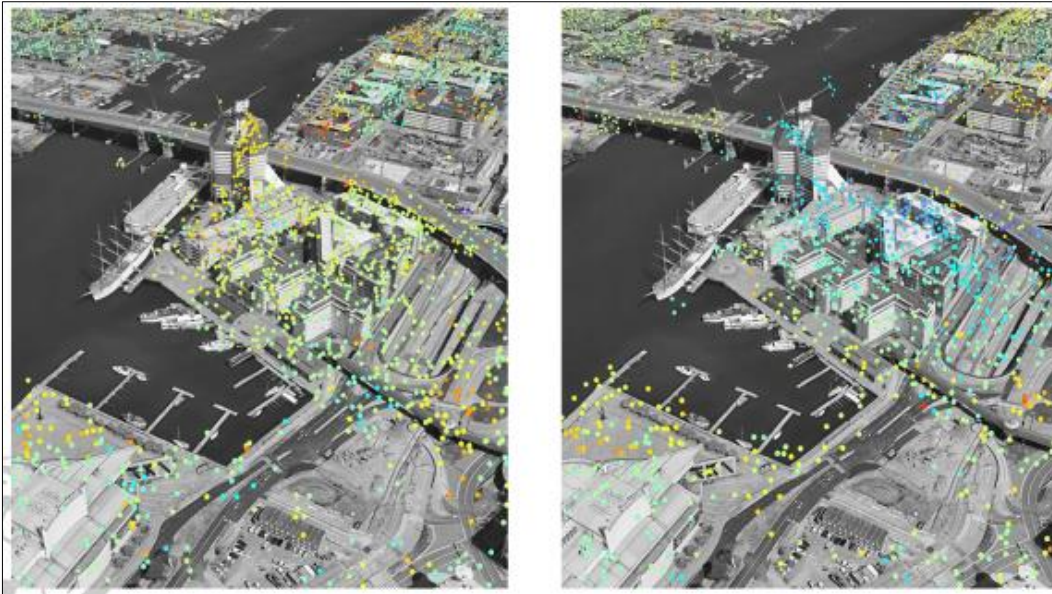
med ingen förändring. I lagret från skreddatabasen visas skredhändelser med röda punkter, rashändelser med lilafärgade punkter medan blåa punkter visar övriga jordrörelser.

En visuell genomgång av markrörelsekartan tenderar att bekräfta kända sättningar och höjningar. Ett bra exempel är Kirunaområdet där både malmtäktverksamheten och flytten av tätorten orsakar vertikala rörelser som tjänsten visar (Figur 9).



Figur 9. Figuren visar röda och orangefärgade områden med sättningar, ljusblå nyanser visar hävningar medan gröna nyanser visar platser med ingen förändring.

Under projektet uppmärksammades att det kan förekomma tolkningsproblem i områden där mänskliga aktiviteter pågår. I ett ombyggnadsområde i Göteborg ser man att sättningar har förekommit i hamnområdet, men en höjning i en geometri vid tornet kan vara missvisande (Figur 10). Man måste använda tjänsten försiktigt och veta att det kan förekomma horisontella rörelser som kan påverka positionsbedömning i höjddled.



Figur 10. Bilden visar markrörelser i Göteborg med röda- och orangea färger för områden med sättningar, blåa nyanser visar hävningar medan gröna nyanser visar platser utan förändring. Men avvikelserna förekommer beroende på satellitens färdriktning: signalen visar hävningar i ljusblått i ascending (norrut omloppsbanan i högra bilden) medan sättningar visas med gul/orange i descending geometrin i vänstra bilden). (bilder: Google, 2019)

4.4.2 Infrastruktur

För infrastruktur har det tidigare konstaterats att InSAR är ett värdefullt verktyg i kartläggningen av pågående markrörelser. Med en rikstäckande InSAR-tjänst har denna potential undersökts i ett bredare och större perspektiv. Den stora datamängden och historiska data hjälper till att identifiera grundorsakerna till markrörelserna samt rörelsernas hastighet och säsongsvariation. Trots en begränsning i upplösning för en rikstäckande InSAR-tjänst ger den fortfarande en god initial indikation och påvisar var mer detaljerade utredningar behövs.

Norconsult AB (2022) har genomfört en utvärdering av InSAR Sverige och byggt en egen applikation där olika data kombinerats, bland annat markrörelsedata, jordartskartan, jorddjupskartan med mera. I projektet konstateras att InSAR ger en god helhetsbild av rörelserna och är ett bra underlag för fortsatta utredningar hos vägar, järnvägar och dammar. Man diskuterar även begränsningar av systemet, ex. är det svårt att dra slutsatser om små vägar och vägar och järnvägar i svår terräng,



även vägen/järnvägens geografiska riktning har stor betydelse eftersom satelliterna rör sig i en polär bana och riktar sin signal åt antingen öster eller väster.

4.5 Klimatanpassning och samhällsnytta

Inom projektet har klimatanpassning och samhällsnytta varit en bärande del, dels inom de föreläsningar och workshops som har hållits, både på nätet och fysiskt under Kartdagarna 2022, men också in om de i projektet ingående delarna. Nyttan med en rikstäckande InSAR-tjänst är påtaglig eftersom den ger tillgång till information även i områden och för frågeställningar som inte kan bära kostnaden separat. Det stora intresset med uppemot femtio användare per dag visar att det finns ett behov av informationen och att tillgängliggörandet ger möjligheter att hitta områden med markrörelser för att sedan gå vidare med fördjupade studier. Tröskeln till användning av rymddata i form av InSAR för markrörelsedetektering har därigenom sänkts.

För klimatanpassning är det viktigt att kunna följa vad som händer som en konsekvens av klimatförändringar, men även att förstå de processer som gör områden sårbara. Att få ett mått på markrörelser är därför av stor vikt, eftersom det både ger en bild av de processer som pågår, till exempel sättningar med grund i markkompaktering eller dålig grundläggning som kan öka sårbarheten vid till exempel översvämning, men även de markrörelser som uppstår av sänkta grundvattennivåer, tydligt under 2018, är viktiga att kunna följa för att kunna möta de utmaningar som följer av ett ändrat klimat.

Exempel på användningsområden som efterfrågats är uppföljning av dammsäkerhet och status på invallningar som skall hindra översvämning, uppföljning av infrastruktur, dess status och påverkan av ett föränderligt klimat, hamnar och pirar för att utvärdera deras status, förändringar i skredkänsliga områden och bostadsområden och påverkan på den och den infrastruktur som försörjer dem.

4.6 Sekretess och exportkontroll



FOI bedömer att export av data eller resultat från en markrörelsetjänst i dagsläget inte är tillståndspliktigt enligt exportkontrollagstiftningen. Bedömningen baserar sig på en granskning av svenska och EU:s regelverk: 1. Svensk lag (1992:1300) och förordning (1992:1303) om krigsmateriel, 2. Svensk lag (2000:1064) och förordning (2000:1217) om kontroll av produkter med dubbla användningsområden (PDA) och av tekniskt bistånd, 3. Europaparlamentets och rådets förordning 2021/821, och 4. Kommissionens delegerade förordning (EU) 2022/1.

Inför varje export måste dock exportkontrollklassificering göras av respektive myndighet eller företag, dvs regelverken måste granskas för att bedöma om exporttillstånd krävs eller inte.

Data och resultat från en markrörelsetjänst faller inom ramen för Offentlighets- och sekretesslagen (2009:400) och Säkerhetsskyddslagen (2018:585). Spridning av dem kan därför vara tillståndspliktigt och ska därför prövas av ansvarig myndighet.

Spridning av geografisk information baserat enbart på satellitdata är inte tillståndspliktigt. Denna slutsats har direkt stöd i lagen om skydd för geografisk information (2016:319).

När en markrörelsetjänst delvis baseras på data från satellit och delvis på data som framställts på annat sätt, så är FOI:s bedömning att det inte heller är tillståndspliktigt, dvs under förutsättning att de data eller resultat som framställts på annat sätt inte är tillståndspliktigt eller redan har ett spridningstillstånd. Detta fall beskrivs inte i lagen (2016:319) men har stöd i den proposition 2015/16:63 (Skydd för geografisk information) som föregick lagen och som den grundar sig på.

Inför spridning av data och resultat från en markrörelsetjänst, rekommenderar FOI att den för tjänsten ansvarig myndighet eller företag genomför en exportkontrollklassificering för att besluta om tjänsten omfattas av exportkontroll eller inte. Om exportkontroll bedöms behövas måste en ansökan om exporttillstånd inlämnas till ISP. En annan åtgärd att vidta är att säkerställa att eventuella nödvändiga spridningstillstånd finns. Om data och resultat enbart baserar sig på satellitdata finns ett undantag i lagen om skydd för geografisk



information (2016:319) och då behövs inget spridningstillstånd. I andra fall kan det behövas spridningstillstånd vilket ska prövas av ansvarig myndighet dvs Sjöfartsverket (sjöterritorium) eller Lantmäteriet (övrigt svenskt territorium).

4.7 Operationalisering och överlämning

Samarbetet kring markrörelsetjänsten har fungerat bra och de deltagande myndigheterna har bidragit med både eget arbete och erfarenhet från respektive sakområde. Samarbetet med NGU kring bearbetning har också varit värdefullt för projektet, Sveriges och Norges geografiska läge gör det effektivt med gemensam databearbetning. Europeiska miljöbyrå (EEA) tagit fram EGMS, en gemensam markrörelsetjänst för Europa. Det stora problemet med den europeiska tjänsten är att man inte har avtrentat landhöjningen, den kräver därför efterbearbetning. Den uppdateras inte heller med samma frekvens och möjligheten att påverka innehållet är mycket lägre jämfört med ett projekt som bygger på myndighetssamarbete.

4.8 Kommunikation

Den kommunikation som har genomförts har kraftigt påverkats av pandemin och restriktioner kring resor och fysiska möten. För att nå ut till en så bred publik som möjligt så genomfördes två workshops med myndighetsrepresentanter respektive tjänsteutvecklare under maj 2020 och en på Kartdagarna 2022. Rymdstyrelsen publicerade sju inlägg om InSAR under projektiden och anordnade en föreläsningsserie med fyra förinspelade föredrag med möjlighet att ställa frågor i anslutning till föredragen, men också möjlighet att se dem i efterhand på [Rymdstyrelsens Youtubekanal](#) (figur 11-14).



Figur 11. [Faramarz presentation](https://youtu.be/hvzsS5isd0M)
(youtu.be/hvzsS5isd0M)



Figur 12. [Mehdis presentation](https://youtu.be/4DthiwCIekA)
(youtu.be/4DthiwCIekA)

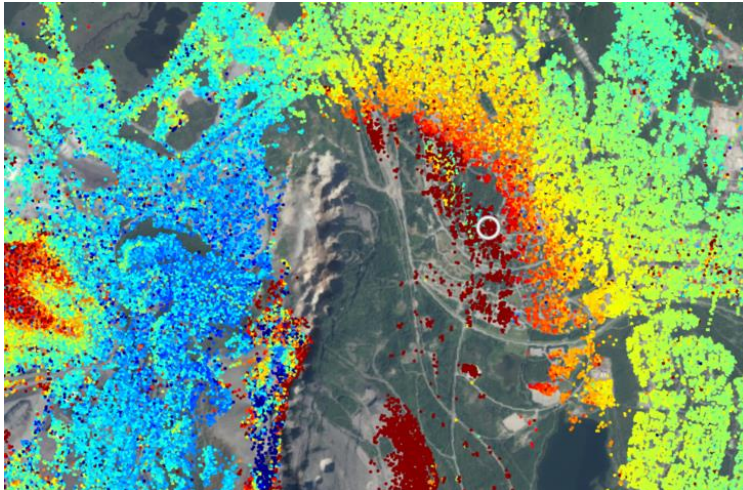


Figur 13. [Eriks presentation](https://youtu.be/xJtBAZjxrow)
(youtu.be/xJtBAZjxrow)



Figur 14. [Tobias presentation](https://youtu.be/E4m40DWtQnM)
(youtu.be/E4m40DWtQnM)

Det inlägg som fick störst spridning var det om Hjalmar Lundbohmsskolan i Kiruna. Det fick genomslag i både lokal och rikspress och syntes också tydligt i användarstatistiken för hemsidan (Figur 2). Det visar på behovet av kommunikation och intressanta användarfall för att sprida information om möjligheterna med rymddata till allmänheten, men också det stora intresset för rymddata.



Figur 15. Bilden visar Kiruna och Hjalmar Lundbohmsskolan i datatjänsten InSAR Sverige. De olika punkterna visar rörelser i marken, röd färg indikerar en rörelse bort från satelliten mot området för gruvarbete. Det är denna rörelse som gör att byggnaderna spricker. Innehåller Modifierad Copernicusdata/NGU/InSAR Sverige

5 Kopplingar till andra projekt

Lantmäteriet har deltagit i ett projekt, Geodetic SAR, finansierat av Europeiska rymdorganet (ESA). Ett av huvudmålen med projektet var att utvärdera SAR transpondrar för absolut positionering och jämföra med andra geodetiska metoder (till exempel GNSS). Erfarenheterna från det projektet är relevanta och bidrar till ökat värde av resultaten i detta projekt. Till exempel har Lantmäteriet sedan starten av projektet installerat flera passiva radar-reflektorer på olika platser i Sverige, nära GNSS SWEPOS-stationer (se bilaga 4).

SGI arbetar med skredövervakning i bland annat Göta älvdalen och kommer ha stor nytta av resultaten från det här projektet.

Andra projekt inom Trafikverket som använt eller använder data från projektet har redovisats av Norconsult AB (2022) och Chalmers Tekniska Högskola (2021) under 2021 och 2022. Det finns ytterligare projekt som har utvärderat nyttan med InSAR, men med andra datakällor (Palmqvist et al. 2021). Vidare finns även investering- och underhållsprojekt, ex. E4 Förbifart Stockholm, Västlänken,



Malmbanan med flera som kommer kunna dra nytta av den information som tagits fram i projektet eller använder sig av andra datakällor.

6 Diskussion och slutsatser

Projektet har visat på nyttan och intresset av en svensk nationell markrörelsetjänst som komplement till den europeiska EGMS-tjänsten. Det finns stora möjligheter att utveckla den tjänst som har tillgängliggjorts inom projektet. Dels när det gäller geografiska områden uppdateringsfrekvens tidsutsnitt med mera, men också för att förbereda sig inför nya datamängder från den utökade Copernicuskonstellation med bland annat L-bands radar. En fortsatt utveckling av kapaciteten för en gemensam nordisk förmåga med utgångspunkt i specifika nordiska behov som även möter nationella behov.

En viktig lärdom av projektet är vikten av att kommunicera kring möjligheterna med rymddata. Både för att nå ut med möjligheterna till en intresserad allmänhet, men också för att upprätthålla en dialog mellan användare, tjänsteutvecklare och finansiärer. Med en bred ansats skapas det utrymme både för mer generella öppna tjänster som drar nytta av de investeringar som har gjorts i rymdinfrastruktur och metodutveckling samtidigt som det också skapar förutsättningar för mer platsspecifika och skräddarsydda tjänster.

7 Bilagor

Följande dokument är bilagda rapporten:

Bilaga 1: Ansökan -Utvärdering och nyttoanalys av en rikstäckande InSAR-tjänst

Bilaga 2: Rapport -Beskrivning av behov och möjligheter med en nationell rymddatatjänst för att följa markrörelser i Sverige.

Bilaga 3: Rapport -Validation of the InSAR-Sweden product — Technical report (Work package 3)

Bilaga 4: Rapport -Activity Report: Contributions from Lantmäteriet to the InSAR-Sweden Project



Bilaga 5: Beskrivning -InSAR Sverige, från Rymdstyrelsens hemsida
insar.rymdstyrelsen.se



8 Referenser

Chalmers Tekniska Högskola. (2021). *Projektspecifikation: InSAR - En gemensam förstudie tre parter*. (BIG projekt nummer: A2022-03)

Palmqvist C-W., Ochsner, M., Jamali, S., Åmerbilly, K., Hashemi, H., Nilfouroushan, F., Bagherbandi, M., Karim, R., Kour, R., Åldstedt, R., Norrbin, P. (2021). *Satellite Monitoring of Railways using Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR)*. Lund University.

<https://portal.research.lu.se/en/publications/satellite-monitoring-of-railways-using-interferometric-synthetic-/fingerprints/>

Norconsult AB. (2022). *Utvärdering av rikstäckande InSAR för transportinfrastruktur*. (Uppdragsnummer: 107 49 71). [En utvärdering av den rikstäckande InSAR-tjänstens för infrastrukturförvaltare \(trafikverket.se\)](#)