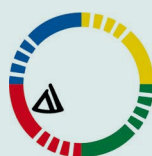


Lavindikatorkartan för 1980-talet



Foto: Leif Jougda



Sámediggi
Sámedigge Sámediggie Saemiedigkie Sametinget

Innehåll

Sammanfattning	3
Inledning	4
Metodbeskrivning	5
Diskussion och användning	9
Referenser	11

Rapporten är framtagen på uppdrag av Sametinget.

Författare: Sven Adler, Per Sandström, Björn Nilsson (SLU)

Rapportansvarig/projektledare: Caroline Blind, Sametinget

Textbearbetning: Adrian Rodriguez, Eva Fjällström och Marie Enoksson

Formgivning: Geektown kommunikationsbyrå

Omslag: foto av Leif Jougda

ISBN: 978-91-989431-5-3



Sammanfattning

Lavindikatorkartan för 1980-talet är en modellbaserad karta som använder Landsat 5-satellitbilder från åren 1984–1987 för att indikera lavförekomst i fyra täckningsklasser. Eftersom Landsat 5 har begränsad upplösning är kartans noggrannhet något reducerad. Kartan kan användas för att identifiera områden med potentiell lavförekomst och skilja dem från områden där lav saknas. För att bekräfta lavförekomst i ett specifikt område behövs kompletterande data, som flygbilder eller fältstudier.



Inledning

Arealen med förekomst av renlav – en essentiell betesresurs för renar under vintertid – har minskat dramatiskt under de senaste 70 åren (Sandström et al. 2016). Till gruppen renlav räknas främst Grå renlav (*Cladonia rangiferina*), Fönsterlav (*C. stellaris*), Gulvit renlav (*C. arbuscula*) och Pigglav (*C. uncialis*). Men även andra marklavvar som Påskrislav (*Stereocaulon pascale*) och Islandslav (*Cetraria islandica*) är viktiga för vinterbete. Dagens förekomst av dessa lavararter räcker inte för att kompensera för olika svåra snöförhållanden och förlusten av betesmarker på grund av annan markanvändning samt deras kombinerade påverkan (kumulativa effekter).

Man kan inte reducera renarnas behov av vinterföda endast till förekomsten av renlav. Renskötseln är mer komplex än så. Förutom renlav spelar hänglavar och vissa graminider en viktig roll i renens näringsintag under vintern. Även andra faktorer som betesro, tillgång till flyttleder, förekomst av rovdjur, väder, snöförhållanden och störningar från infrastruktur har stor betydelse för renarnas överlevnad. En karta som beskriver marklavens fördelning i landskapet kan inte

betraktas som en karta som beskriver hela renskötseln. Men en beskrivning av hur renlaven är fördelad i landskapet i kombination med fler kartlager som visar faktorer som påverkar renar, kan öka förståelsen för rennäringen.

Syftet med att utveckla lavindikatorkartan för 1980-talet är att skapa ett underlag för planeringen av framtida skogliga åtgärder. Genom att jämföra lavindikatorkartan för 1980-talet med lavindikatorkartan för 2020, som visar dagens fördelning av marklavvar i landskapet, är det möjligt att identifiera skogsbestånd där marklavvar har försvunnit, finns kvar eller har ökat i täckningsgrad. I bestånd där marklavvar fanns under 1980-talet men har försvunnit idag, finns potential för att restaurera marklavrika skogar. I bestånd där marklavvar finns kvar eller har ökat kan man lära sig vilka skogliga åtgärder som gynnar marklavvar, och använda denna kunskap för att säkra och öka marklavens utbredning i norra Sverige.

Här beskriver vi kort hur kartan har skapats och hur man kan använda den.



Metodbeskrivning

Vi tog fram Landsat 5-satellitsscener genom att använda Google Earth Engine (Gorelick et al. 2017) och datasetet "Landsat 5 TM Collection 2 Tier 2 calibrated top-of-atmosphere (TOA) reflectance" (Chander et al. 2009) för tidsperioden 1985–1988. Vi använde ett molnfilter som tillåter maximalt 1 % molntäcke, och om det fanns fler satellitsscener över samma område matchade vi dem genom att använda medianen för alla pixlar. Landsat 5-pixelstorleken är 30 m x 30 m, vilket motsvarar en yta på 900 m². För att ta fram en karta över marklavstäckning har vi använt två steg.



Figur 1: Jämförelse mellan en Landsat 5-pixel med kantlängd 30 m och nio potentiella lägen för RT-provyta för fältskikts- och bottenskiptsinventeringen. Ortofotot i bakgrunden visar ett område nära Vännäs med ett gammalt kalhygge. Området är en blandning av ytor med hög täckningsgrad av marklavar (vit/grå) och blötare ytor där mossor och gräs dominerar (grön). Lavtäckningen i hela pixeln är cirka 25 %, men beroende på var RT-provytan är lokaliserad i pixeln kommer träningsdata att bestämma 0 % täckning (t.ex. provyta 3 och 6) eller mer än 50 % täckning (provyta 4, 7, 8). Endast provyta 2, 5 eller 9 representerar lavtäckningen som finns i hela pixeln.

I **FÖRSTA STEGET** användes data från Riksskogstaxeringen (RT) 1983–1988 som träningsdata. Marklavtäckningsgrad bedömdes visuellt i fält på en cirkelyta med radien 5,64 m (100 m²) (Figur 1). För att modellera lavtäckningen, utöver alla Landsat 5-band och beräknat NDVI, har vi använt ett markfuktighetsindex (Saga wetness index, REF) som är framtaget i nutid, med antagandet att det inte har skett några större förändringar i markhöjden. Som modelltyp har vi använt Generalised Additive Models (GAM, Hastie och Tibshirani 1990) med paketet mgcv (Wood 2011) i R (R Core Team 2024). Vi använde kubiska spline-interpolationer och "quasibinominal" som attribut för fördelningen. För att hitta den bästa modellen användes backward selection (bakåt-eliminering). För att hantera raster- och polygon-data har vi ytterligare använt R-paketerna terra och sf (Hijmans 2024, Pedesma och Bivand 2023). Modellens kvalitet var tydligt begränsad, med $r^2 = 0,32$. Anledningen till detta illustreras i Figur 1: En fältprovyta från RT med en radie på 5,64 m täcker bara en niondel av en Landsat 5-pixel. Beroende på var i pixeln provytan är lokaliserad

kommer provytans täckningsgrad att överskatta eller underskatta täckningsgraden för hela satellitpixeln. Denna oskärpa speglas i modellen. Ett dataset från fält som kan beskriva lavtäckning för en hel 30 m x 30 m Landsat 5-pixel saknades. Det enda sättet att skapa ett sådant dataset för 1980-talet idag är att använda flygbilder och manuell flygbildstolkning. Men hur skulle ett representativt träningsdataset kunna skapas som beskriver lavförekomst i norra Sverige?

Med den första modellen skapade vi en preliminär lavindikatorkarta över hela renbetesområdet, medvetna om att kvaliteten är låg. Från tidigare projekt fanns över 400 stereoflygbilder från 1980-talet (5 km x 5 km rutor) tillgängliga för manuell 3D-flygbildstolkning från projektet Nationell Inventering av Landskap i Sverige (NILS, Ståhl et al. 2011), fördelade över hela norra Sverige.

Vi bestämde att i varannan NILS-ruta som ligger inom renskötselområdet nedanför kalfjällen (totalt 73) skulle 10 satellitpixlar väljas ut där marklavstäckning bedömdes i fyra olika klasser med hjälp av flygbildstolkning:

- Klass 1: 0 ... <10 %
- Klass 2: 10 % ... <25 %
- Klass 3: 25 % ... <50 %
- Klass 4: 50 % ... 100 %

FÖR ATT VÄLJA ut de 10 pixlarna i alla 73 rutor på ett representativt sätt använde vi den preliminära lavindikatorkartan och metoden balanserat urval med R-paketet *BalancedSampling* (Grafström et al. 2024) med antagande att den preliminära kartan kan skilja ut område med lite marklavstäckningen från område med mycket marklavstäckningen. Ytterligare skulle flygbildstolkare lägga ut individuella punkter där en satellitpixel täcker områden med mycket lavförekomst. Flygbildstolkare har använts utöver flygbilden från 1980 talet även befintliga fältfoton från NILS inventeringen för att få ett intryck hur områden såg ut i början av 2000.

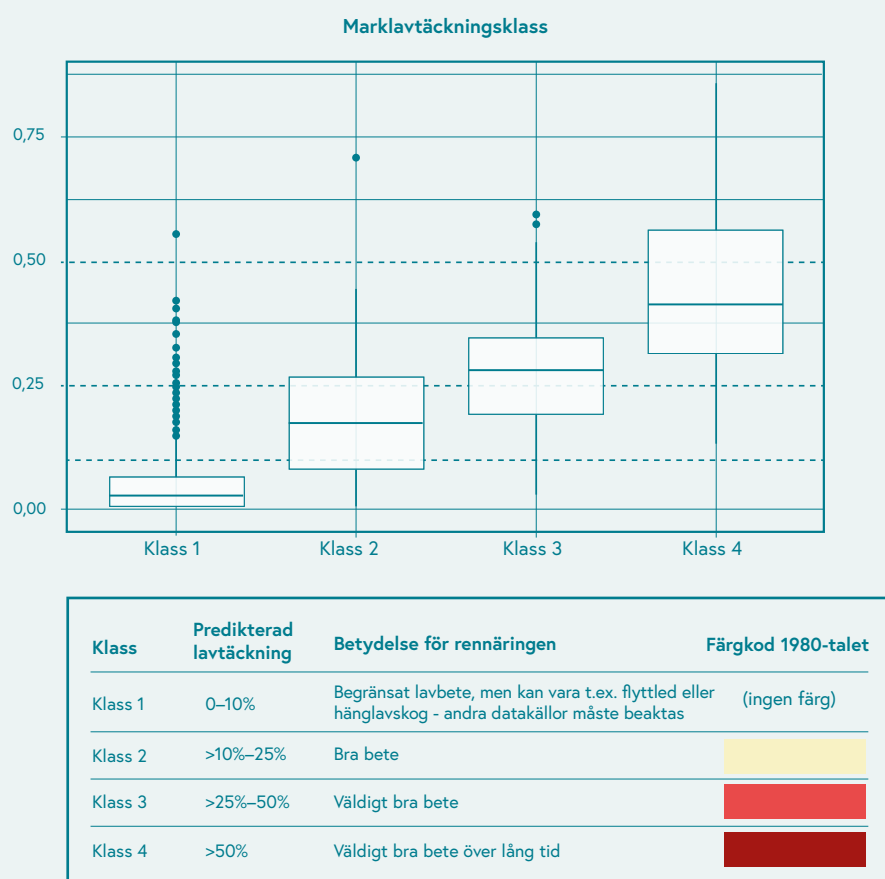


Figur 2: Inventeringsyta från flygbildstolkningen. Ytan bedömdes för 1980-talet som klass 4: marklavstäckning > 50%.

Datasetet som vi tog fram innehåller data för 1021 Landsat 5-pixlars lavtäckning respektive de fyra olika klasserna. Dessa data används nu för att skapa en modell för att prediktera de fyra täckningsgradsklasserna för hela renbetesmarkområdet nedanför den alpina regionen. För att modellera de fyra klasserna användes klassmittpunkten i modellen som beroende variabel, och samma modelltyp och predikterande variabler som för den preliminära kartan. Modellen användes därefter för att prediktera marklavs förekomst för hela norra Sverige. För att maskera bort bebyggt område, åkrar och myr har vi först skalat om alla 30 m x 30 m pixlar till 10 m x 10 m pixlar och använt Nationella Marktäckedata 2018 (Naturvårdsverket, 2025).

En del av de nu exploaterade områdena 2018 var skog på 1980-talet, men vi har inte digitaliserade kartor från 1980-talet.

MODELLEN som bygger på flygbildstolkade data har en förklaringsgrad av 56.2%, en tydlig förbättring jämfört med modellen baserat på RT data. De viktigaste förklarande variablerna i modellen är markfuktighet, Landsat band 1, 4, 6, och 7 samt NDVI. I Figur 3 visas modellens prediktion kontra flygbildstolkarens klasser.



Figur 3: Modellen prediktion i förhållande till de fyra klasser som används för flygbildstolkningen.

Modellens prediktion för klass 1 skiljer sig tydligt från de andra tre klasserna och även klass 4 separeras tydligt. Men det är tydligt att klass 3 och 4 blir underskattade av modellen. Detta betyder att många skogar med lvtäckning >50% kommer att synas som klass 3 istället för klass 4. Samma gäller för skogar som har täckning mellan 25% och 50%: Mer än hälften av dessa kommer att klassas som klass 2. En del satellitpixlar fick en modellprediktion >10% även om de blev klassade som klass 1 (lvtäckning <10%). Huvudanledningen till detta är att pixlar dominerade av sten eller stenblock har liknande signal som marklavar (lågt NDVI, torra marker) och därför kan bli felklassade i kartan.

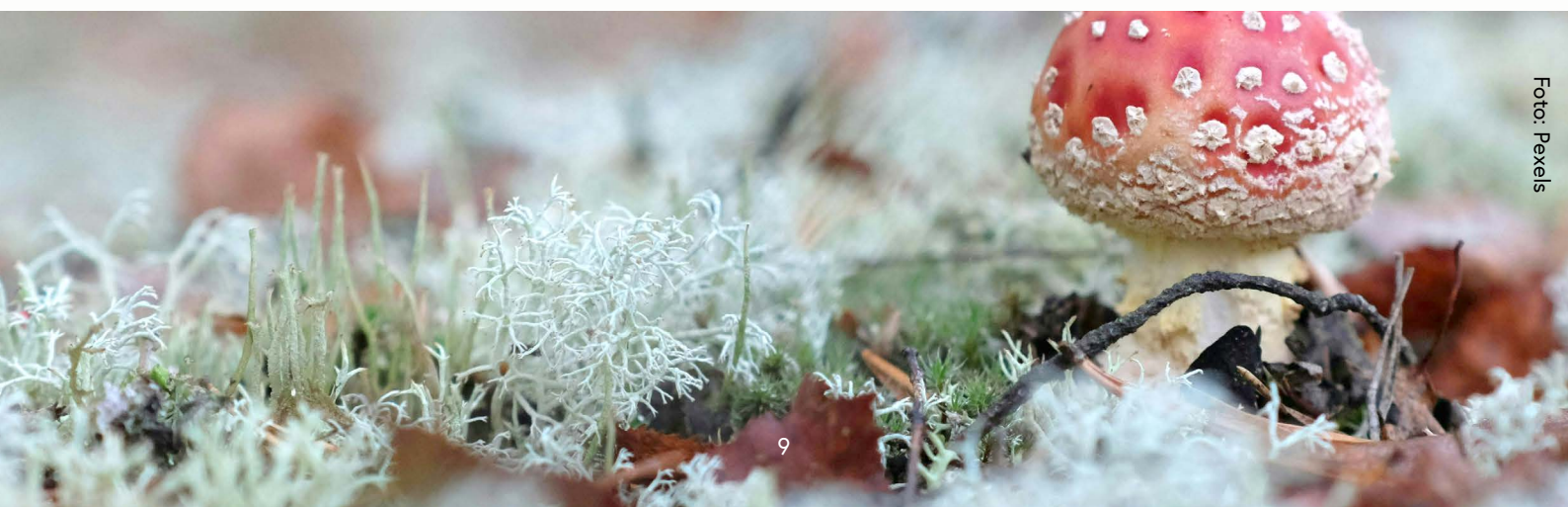
Diskussion och användning

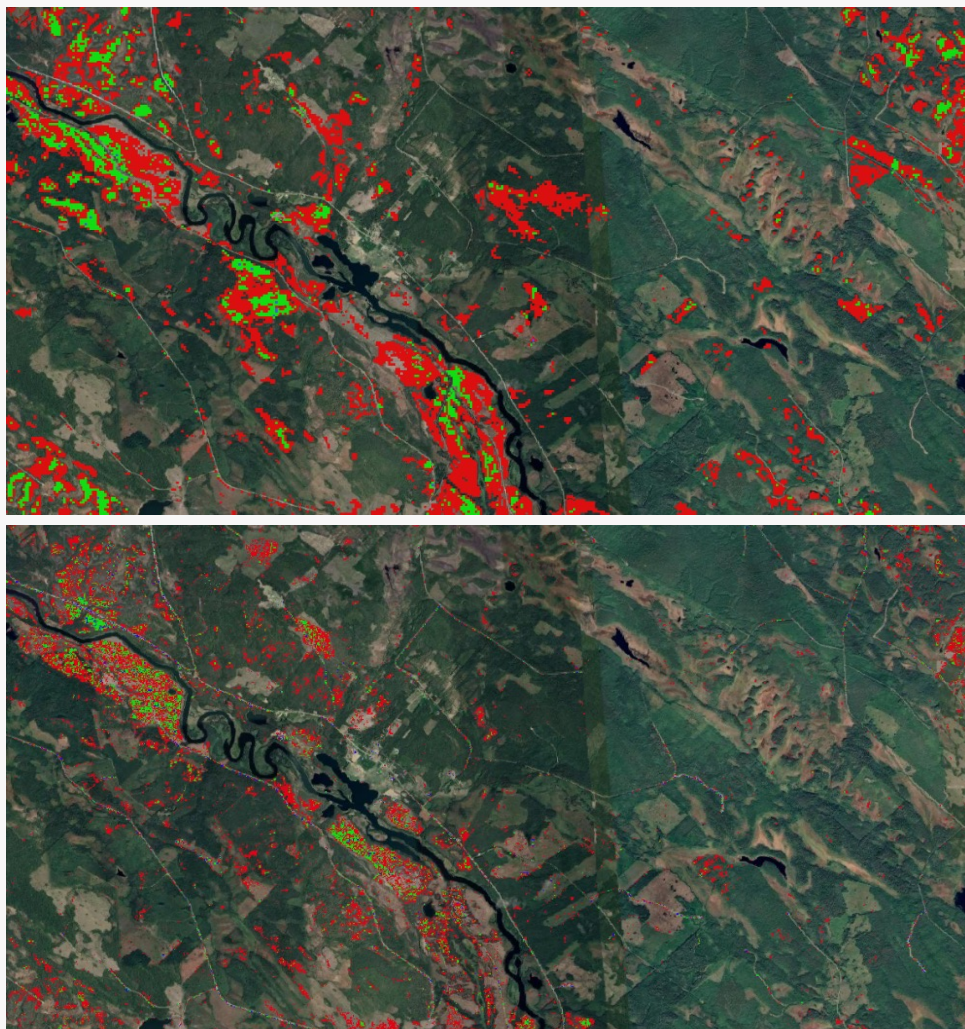
Utmaningen med att skapa lavindikatorkarta för 1980-talet har varit att det saknades träningsdata som matchade satellitens pixelstorlek. Även om RT-data är omfattande och representativ för Sverige, introducerades en oskärpa i modellen eftersom fältprovyternas yta är betydligt mindre än Landsat 5-pixlar. För att skapa en bättre modell har vi istället använt flygbildstolkning av hela Landsat 5-pixlar där täckningen av marklav delades in i fyra olika klasser. Den resulterande modellens kvalitet liknar beta-versionen av lavkartan för 2020 (Sametinget, 2025). Liksom kartan för 2020 underskattar lavindikatorkartan från 1980 talet lavförekomsten men kan ändå avgränsa områden med ingen eller låg förekomst från områden med måttlig till hög lavförekomst. Kartan ger en god bild av hur lavförekomsten fördelades i landskapet under 1980-talet. Det finns dock en risk att substratmark (sten, block, häll) tolkas av modellen som lav, samt att områden med hög marklavstäckning identifieras som områden med måttlig marklavstäckning. Därför rekommenderar vi att, om man är intresserad av specifika bestånd och exakta klasstillhörigheter, kontrollera om det finns kompletterande data, såsom flygbilder, ortofoton eller fälldata, tillgängligt.

I Figur 4 jämförs samma område med indikation på lavtäckning för 1980-talet och 2020. Det syns tydligt att områden med lavförekomst har minskat, men centrala delar finns kvar. Det är också tydligt att kartorna har olika upplösningar: lavindikatorkartan för 1980-talet har en pixelstorlek på 30 meter medan lavindikator-kartan för 2020 har en pixelstorlek på 10 meter.

Det innebär att vissa luckor som syns mellan pixlarna 2020 kanske inte representerar en verklig minskning utan är en effekt av kartans högre upplösning. Vi avråder därför starkt från att räkna arealpixlar för de olika klasserna mellan de två kartorna eftersom detta kan bli missvisande. Det finns ett behov att skatta areal lavtäckning med bra data från RT som levererar "väntevärde rätt skattningar" för hela norra Sverige.

I den centrala delen av kartan som visas i Figur 4 har ett helt bestånd med lavförekomst i klass 2 (10 ... <25 % marklavstäckning) försvunnit där några pixlar i lavindikatorkartan för 1986 även visar färg för klass 3 (grön: 25 ... <50 %). Detta bestånd skulle vara värt att undersöka mer i detalj om man planerar att restaurera eller återetablera marklavrika skogar.





Figur 4: Jämförelsen mellan lavindikation 1980-talet (övre) och 2020 (nedre). Båda kartor har samma färgkod och klassningen för marklavstäckning. Röd = Klass 2 (10 %, ..., <25 %), Grön = Klass 3 (25 %, ..., <50 %), Blå = Klass 4 (>50%). Ortofoto i bakgrund är den aktuella från 2020.

Referenser

Chander, G., Markham, B. L., & Helder, D. L. (2009). Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. *Remote sensing of environment*, 113(5), 893-903.

Gorelick, Noel, Matt Hancher, Mike Dixon, Simon Ilyushchenko, David Thau, and Rebecca Moore. "Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone." *Remote Sensing of Environment* 202 (2017): 18-27.

Grafström A, Lisic J, Prentius W (2024). *_BalancedSampling: Balanced and Spatially Balanced Sampling_*. R package version 2.0.6, <https://CRAN.R-project.org/package=BalancedSampling>.

Hijmans R (2024). *_terra: Spatial Data Analysis_*. R package version 1.7-78, <https://cran.r-project.org/web/packages/terra/>

Naturvårdsverket (2025) *Nationella Marktäckedata (NMD)*. <https://www.naturvardsverket.se/verktyg-och-tjanster/kartor-och-karttjanster/nationella-marktackedata/>

R Core Team (2024). *_R: A Language and Environment for Statistical Computing_*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.

Pebesma, E., & Bivand, R. (2023). *Spatial Data Science: With Applications in R*. Chapman and Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9780429459016>

Sametinget (2025) *Beta-versionen av lavkartan för 2020*. <https://www.sametinget.se/rapport-lavinventering-2019-2021>

Sandström, P., Cory, N., Svensson, J., Hedenås, H., Jougda, L., & Borchert, N. (2016). On the decline of ground lichen forests in the Swedish boreal landscape: Implications for reindeer husbandry and sustainable forest management. *Ambio*, 45, 415-429.

Ståhl, G., Allard, A., Esseen, P. A., Glimskär, A., Ringvall, A., Svensson, J., ... & Inghe, O. (2011). National Inventory of Landscapes in Sweden (NILS)—scope, design, and experiences from establishing a multiscale biodiversity monitoring system. *Environmental monitoring and assessment*, 173, 579-595.

Wood, S.N. (2011) Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalized linear models. *Journal of the Royal Statistical Society (B)* 73(1):3-36

© Sametinget 2025

Sametinget, Box 90, 981 22 Giron/Kiruna

Besöksadress: Adolf Hedinsvägen 58

Tel: 0980-780 30

www.sametinget.se/renbruksplan



Sámediggi
Sámedigge Sámediggie Saemiedigkie Sametinget