

Granbarkborrarna på kartan

Geografisk information som hjälp i uppföljningen

Pertti Kilpeläinen XAMK



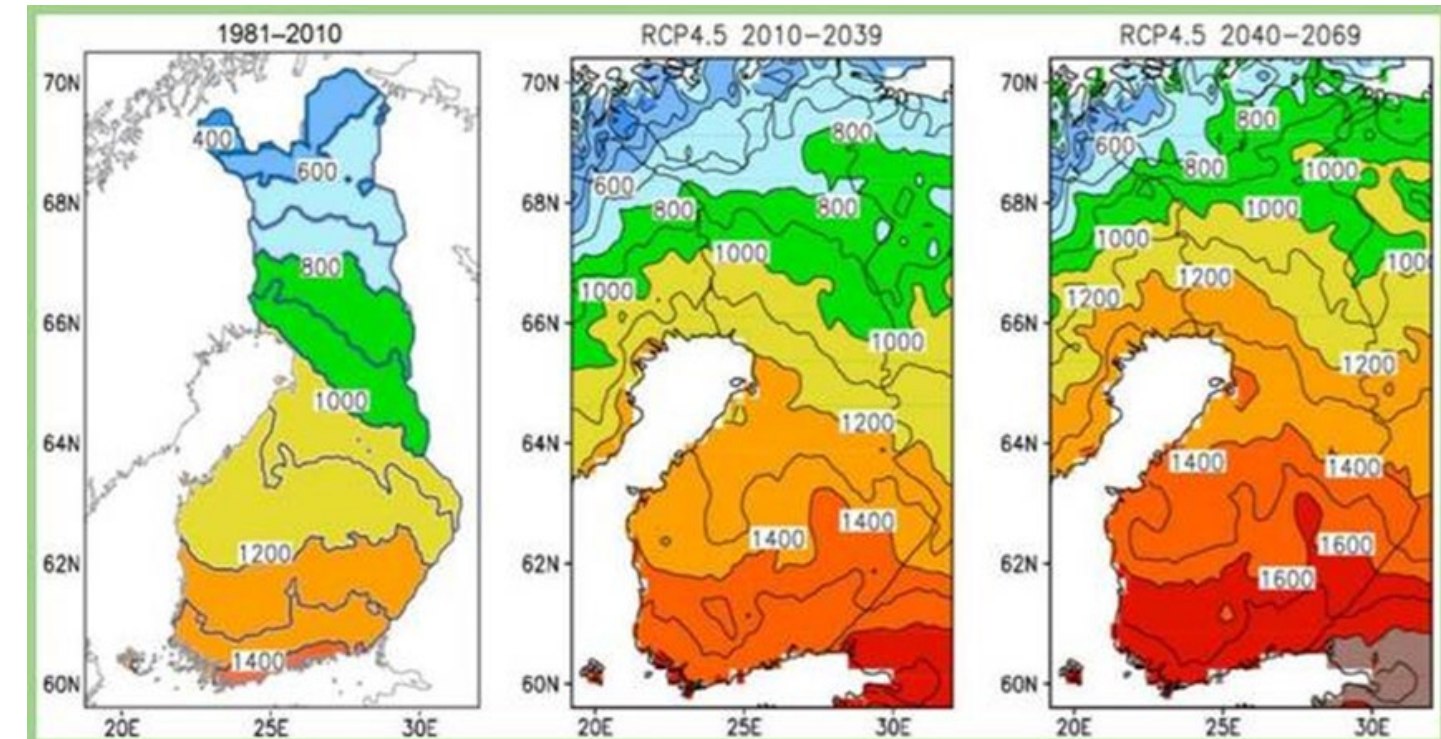
Allmänt – klimatförändringen

Temperaturhöjningen är kraftigast i de nordliga områdena. Temperatursumman ökar.

Perioderna med torra och värmeböljor ökar. Andelen kraftiga stormar kan öka och tjalperioderna förkortas.

Rottickan drar nytta av klimatförändringen och försvagar granarna där den förekommer.

Stormskadorna ökar. Många skadeinsekter förökar sig i färska vindfällen.



Prognoser för förändring av temperatursumman fram till 2069 (RCP4.5 måttlig klimatförändring. Bild: Meteorologiska institutet).

Ökningen av temperatursumman främjar levnadsförhållandena för centrala skadeinsekter.

Växtförhållandet för träden i skogarna förändras. Torra försvagar granarna.

Allmänt – de viktigaste skadeinsekterna för barrträd

Gran

- [Granbarkborre \(på finska\)](#)
- [Sextandad barkborre \(på finska\)](#)
- [Dubbelögad bastborre \(på finska\)](#)



Tall

- [Tomicus \(på finska\)](#)
- [Barrsteklar \(på finska\)](#)
- [Skarptandad barkborre \(på finska\)](#)



Allmänt – Riskobjekt för granbarkborre och identifiering av skador

Riskobjekt

Mogna och föryngringsmogna
granskogar på en torkkänslig växtplats

Färskastormskadeområden

Lagringsplatser för färskt granvirke

Tidigare insekt- eller rottickaskador

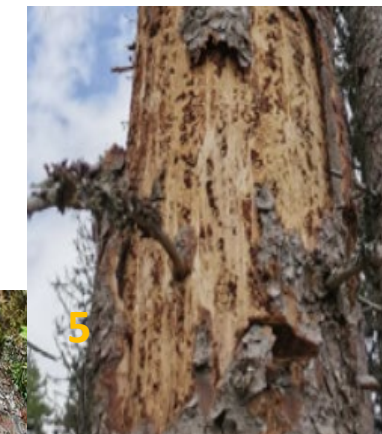
Solexponerade kanter och
slutningsskogar vid
avverkningsöppningar

Nyligen gallrade granskogar som är
utsatta för torka och vindskador



Identifiering

1. Färgförändringar i topparna
2. Slaghål/Kådflöden
3. Moder- och larvgångar
4. Spån vid stammen/roten
5. Bark som lossnar

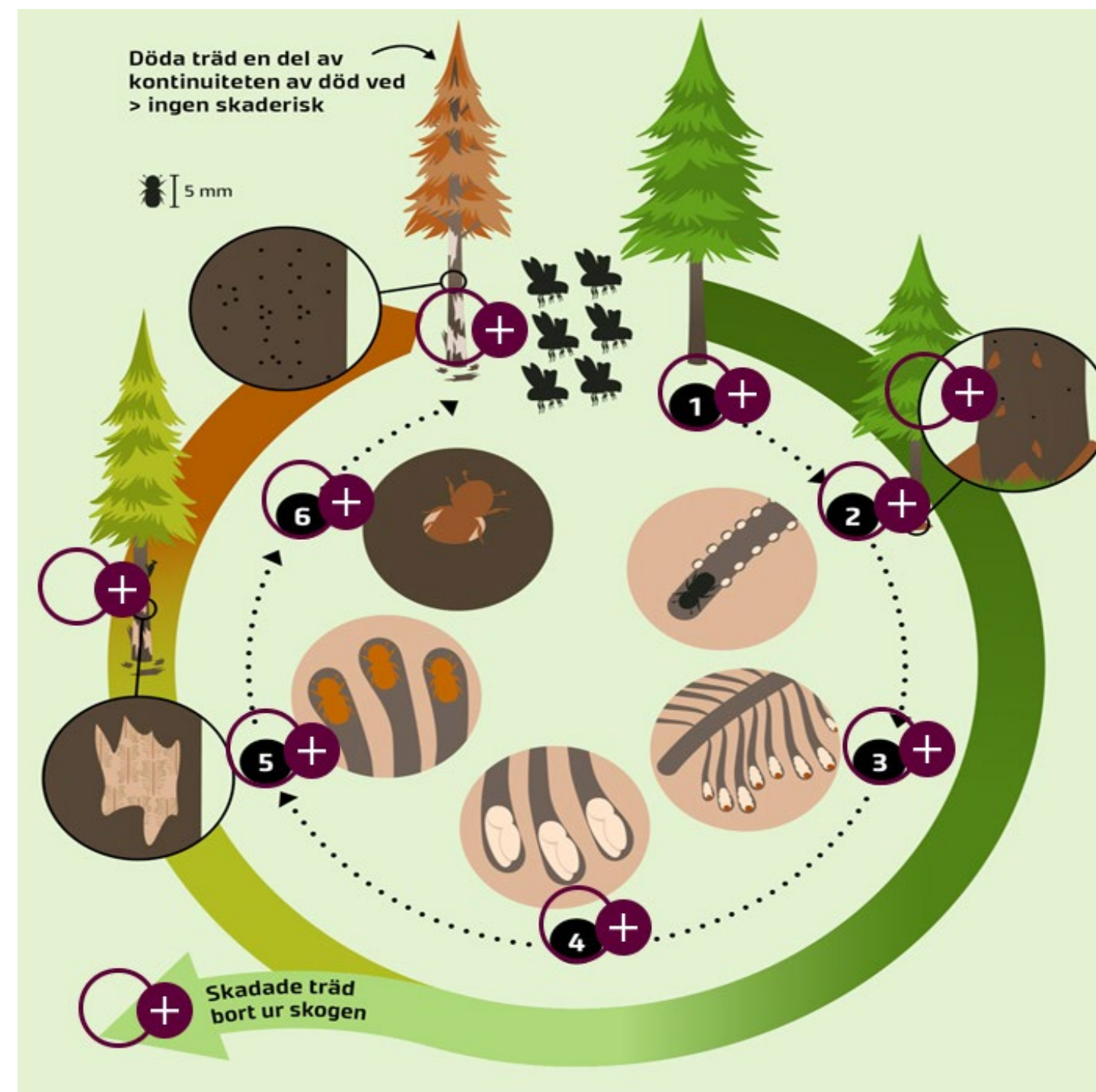


Allmänt – Granbarkborrens livscykel

För att upptäcka nya skador på trädbeståndet i terrängen och för att få uppgifter till uppföljningssystemen krävs information om granbarkborrens livscykel.

Livscykel- och avkommutvecklingen beror på de lokala klimat- och väderförhållandena.

Förökningsplatsens geografiska läge, topografi och väderstreck påverkar.



Allmänt - Granbarkborrens betydelse

Ekonomi

Förlusterna är cirka 5–12 miljoner €/år

I Sverige är förlusterna cirka 8 miljoner m³/år och 425 miljoner €/år

Förlusten består av ett sämre förädlingsvärde och tillväxtförluster

Kolbindning

Minskar kolsänkorna genom att minska skogens tillväxt.

Minskar kollagret genom att förkorta den planerade omloppstiden



Mångfald

Förstörelsen sprider sig inte från döda träd

Döda träd har potential att bli murket träd



Bilder: Pertti Kilpeläinen 2024, Roninmäki, Jyväskylä

Allmänt – Beredskap för skador orsakade av granbarkborren

- Iakttagande av skogsskadelagen

- Skogsvårdsåtgärder som vidtagits i tid och systematiskt

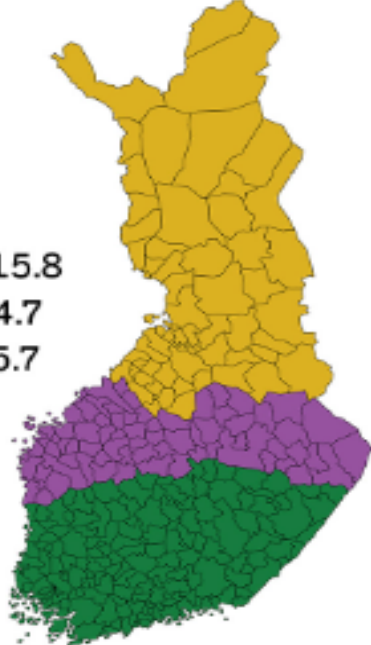
- Uppföljning av skogar och skogsskador

- Information

- Utbildning

- Förutseende val vid skogsodling
- Åtgärder i rätt tid vid skada

- Uppföljning av riskplatser (i terrängen, digitalt)
- Uppföljningssystem



■ C-OMRÅDE: Tall 15.7 och gran 15.8
■ B-OMRÅDE: Tall 1.7 och gran 24.7
■ A-OMRÅDE: Tall 1.7 och gran 15.7

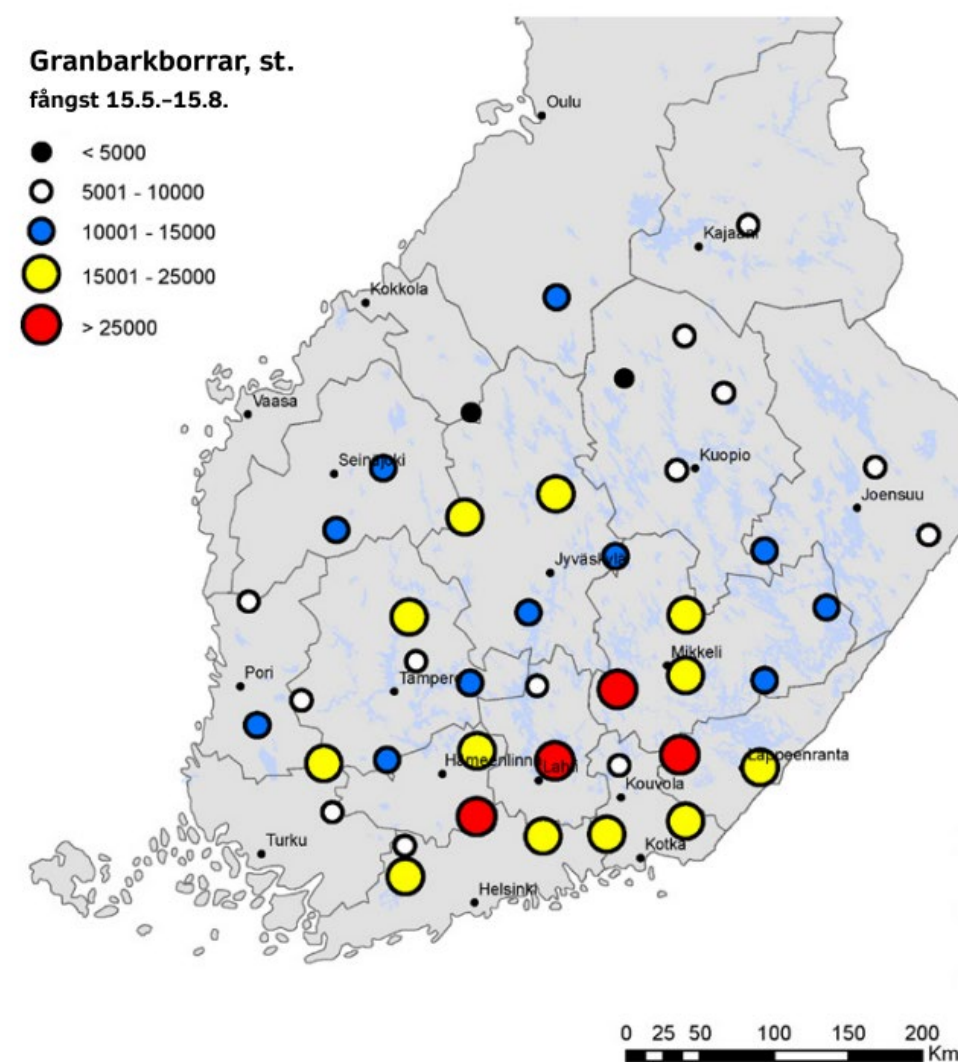
Allmänt – Kort om olika uppföljningsmetoder



- Granbarkborre- och andra skogsskador kan följas upp med olika metoder.
- Skogsägarens egenkontroll i terrängen är en viktig del av hanteringen av skador orsakade av granbarkborren.
- Medborgarobservationer av skogsskador kan anmälas till Naturresursinstitutet elektroniskt med [skogskadeblanketten](#) (på finska).
- Naturresursinstitutets (Luke) och skogscentralens (SMK) [uppföljning av granbarkborren](#) med feromonfällor producerar information om granbarkborresituationen under växtperioden. Information om uppföljningarna publiceras som karttjänster till exempel i tjänsterna Metsäinfo och [Naturresursdata](#).
- Genom [anmälan om användning av skog](#) ([koder på svenska](#)) till skogscentralen får man också [information om skogsskadeavverkningar](#) (på finska).
- [Riksskogstaxeringen](#) (RST) samlar in skadeuppgifter från cirka 70 000 provytor. Inventeringen grundar sig på ett statistiskt urval.
- Resultat av olika uppföljningar av skogsskador publiceras i Lukes årliga [skogskaderapport](#).
- Fjärranalysmetoderna för kartläggning och uppföljning av skogsskador utvecklas. I [Metsä Groups](#) och [Skogsvårdsföreningarnas](#) webbtjänster finns uppdaterade kartor över insekts- och stormskador som grundar sig på satellitbilder och artificiell intelligens. Skogscentralen utvecklar 2024–2025 i samarbete med KOKO Forest och Sitowise ett [nytt system för observation och kommunikation om skogsskador](#).

Uppföljning av skador – Naturresursinstitutet (Luke)

- Uppföljning av granbarkborre
 - I uppföljningen används feromonfällor
 - Det finns över 40 övervakningspunkter i södra Finland
- Prognoskartor och temperatursummakartor
 - Prognoskartor utarbetas utifrån uppgifterna från fällorna och utifrån temperatursumman
- Andra skador som följs upp
 - Bestånden av barrskogsnunna följs också upp med fällor.
 - Prognoskartorna för röd tallstekel och större mörkborre grundar sig enbart på temperatursumman



Fångstmängder i fällorna ort för ort i den riksomfattande barkborreuppföljningen i maj-augusti 2022 (Naturresursinstitutet).



Naturresursinstitutets skadeuppföljningskartor i tjänsten Metinfo



- Kartor över uppföljningen finns i [Metsäinfo-tjänsten](#) (på finska)
- Prognos för skogsskador
 - Nuläge, prognos, tidigare år
 - Granbarkborre
 - Röd tallstekel
 - Större mägborre
- Karta med temperatursumma

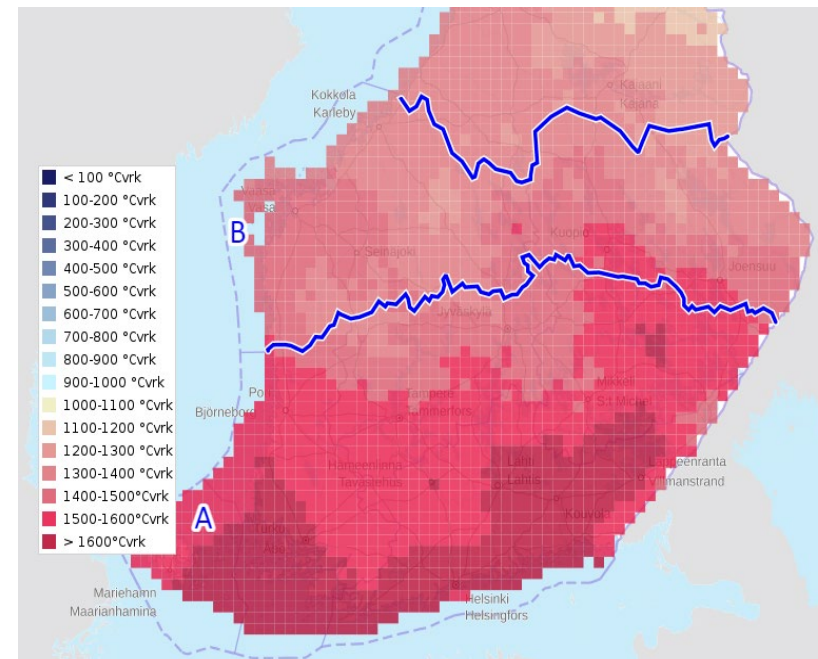


Bild: Temperatursumman i slutet av 2023

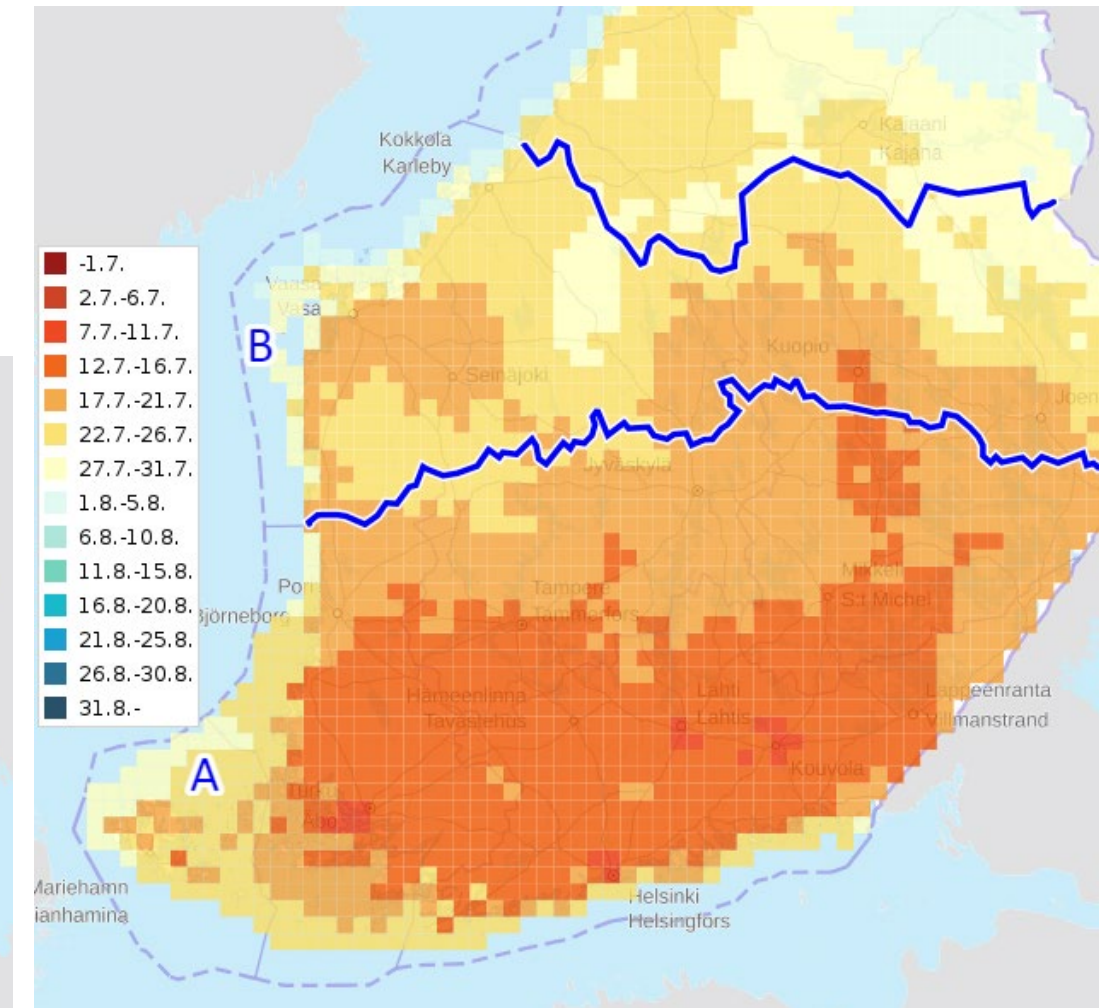


Bild: Tidpunkt för ackumulering av temperatursumman 700 °Cvd 2023. Granbarkborrens 1:a generation når vuxen ålder

Naturresursinstitutets skadeuppföljningskartor i tjänsten för naturresursdata



- I tjänsten för naturresursdata finns kartor över uppföljningen i något större omfattning
- Prognoskartor för skadeinsekter
 - Nuläge, prognos, tidigare år
 - Granbarkborre
 - Uppföljning av svärmar
 - Generationer
 - Röd tallstekel
 - Större mägborre
- Uppföljning av svärmar vid fällorna
- Karta med temperatursumma

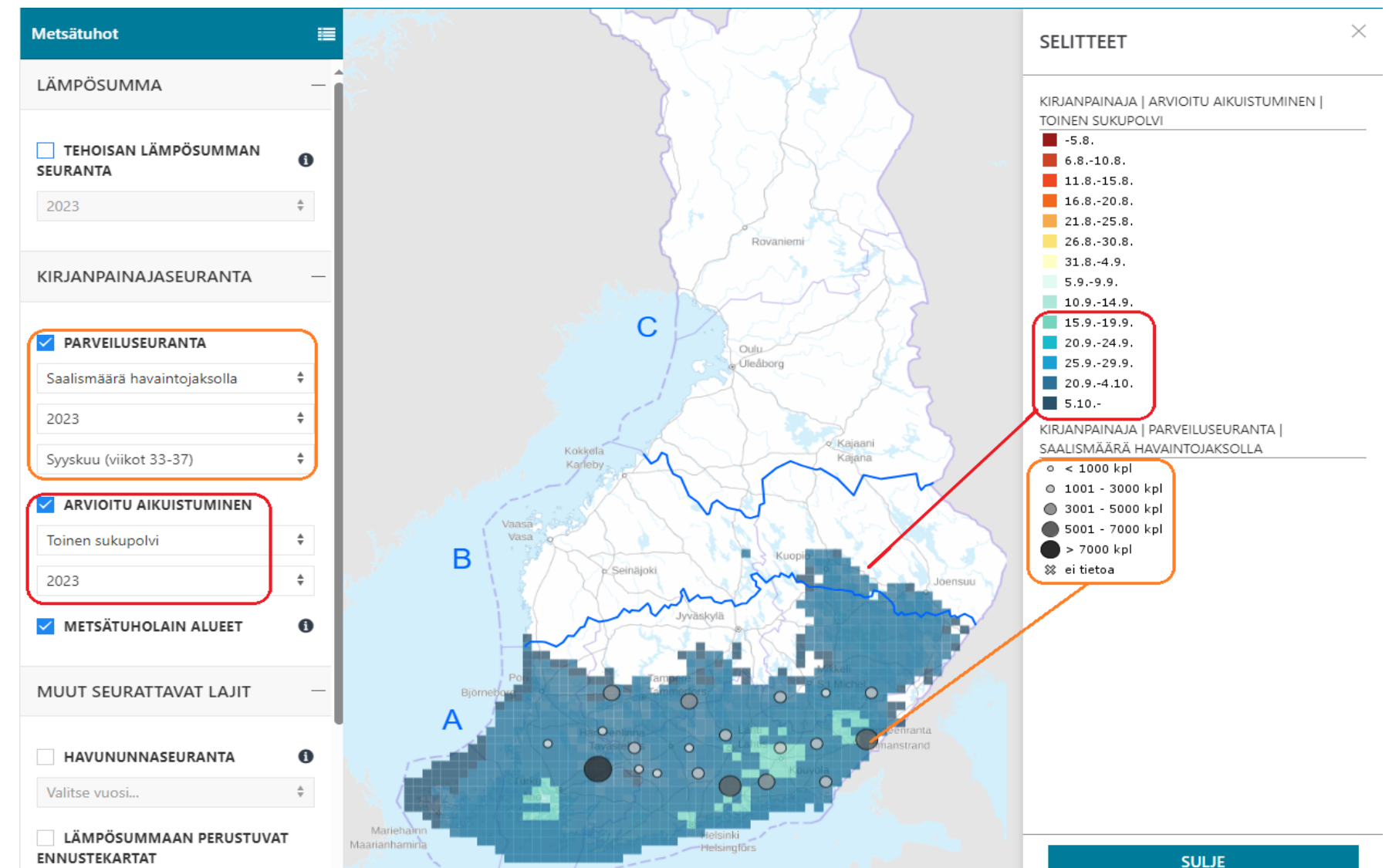
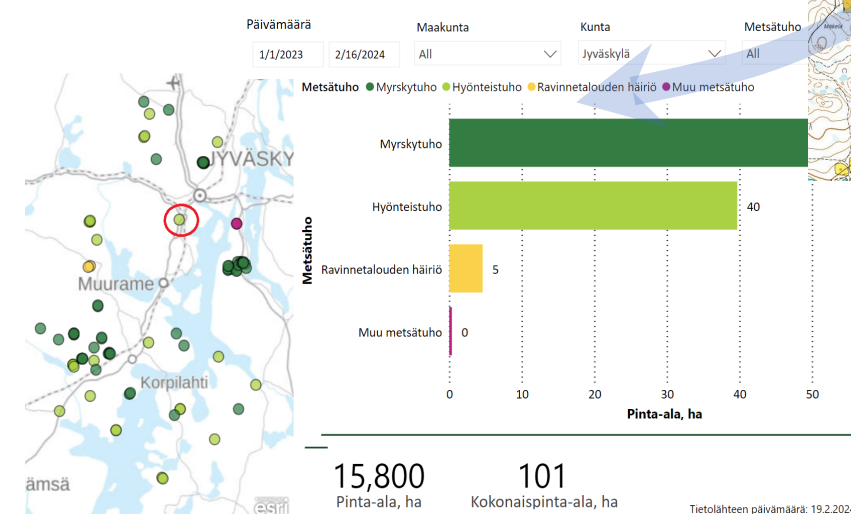
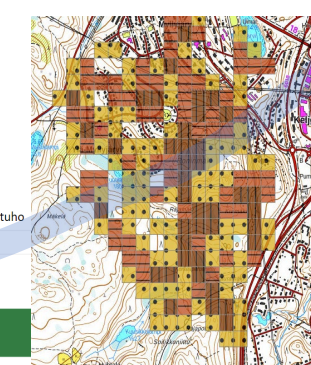
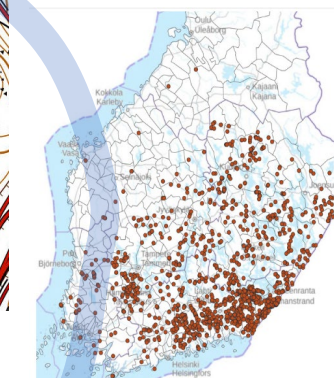
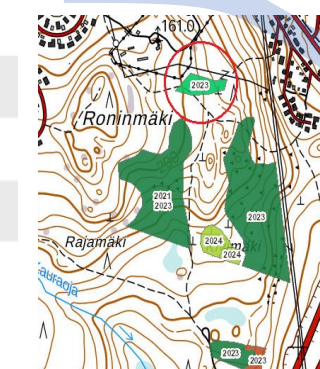


Bild: Tidpunkt då temperatursumman 1500 °Cdygn uppnåddes 2023 och fällorna 9/2023

Anmälan om användning av skog (Skogscentralen)

- Genom [anmälan om användning av skog](#) (på finska) till Skogscentralen får man också information om skogsskadeavverkning.
- I Skogscentralens karttjänst [Skogsskadeavverkning](#) (på finska) kan man på kartan och i diagram söka uppgifter om skadeavverkning i anmälningar om användning av skog på basis av tidpunkt, område och skadans orsakare
- Informationen i anmälan om användning av skog om skadeavverkningar och andra avverkningar används för att skapa [riskkartor för granbarkborre](#) genom geodataanalyser

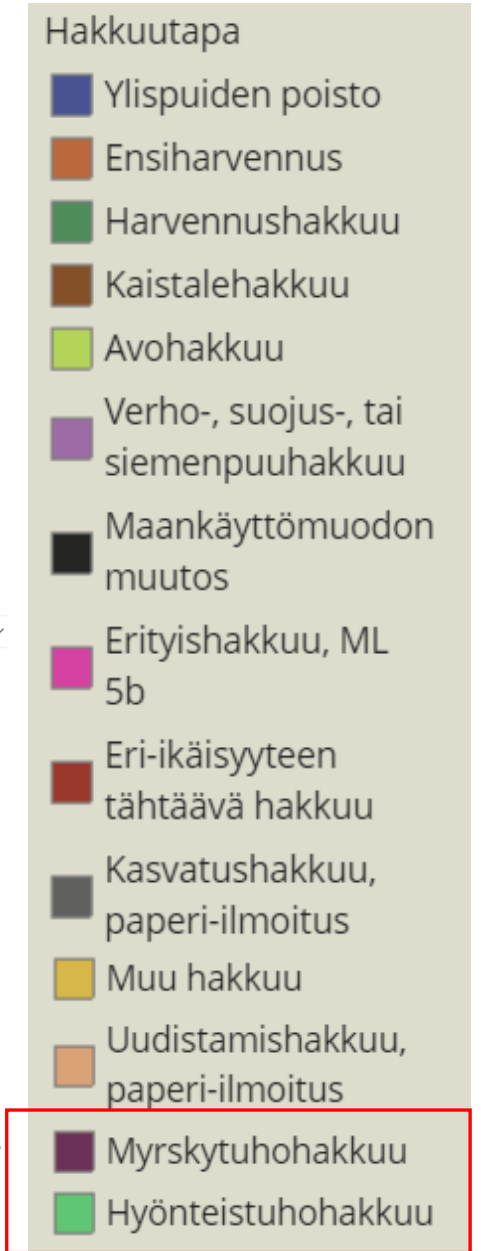
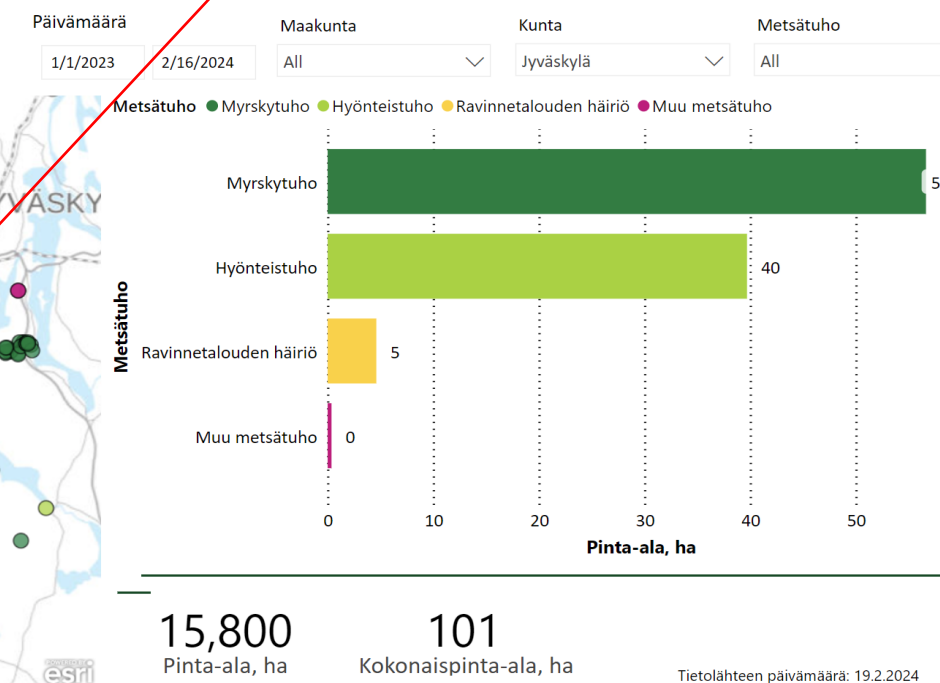
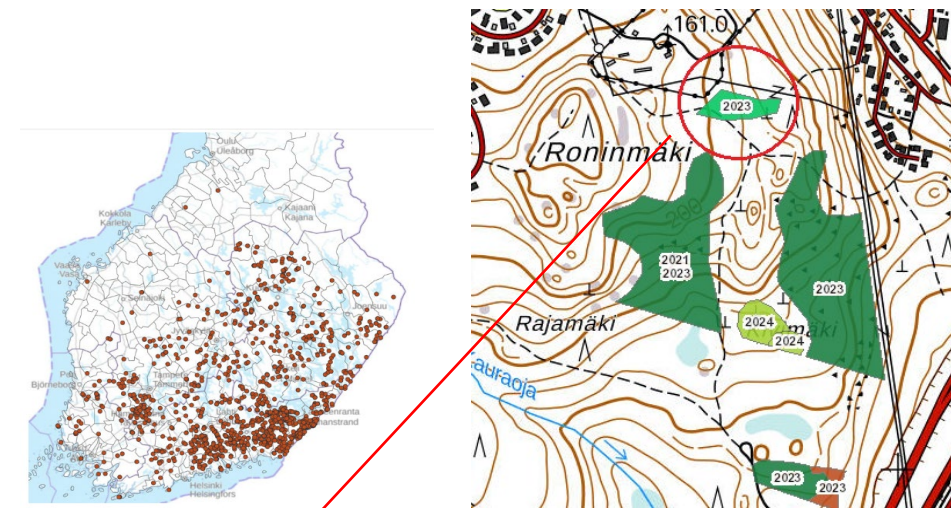
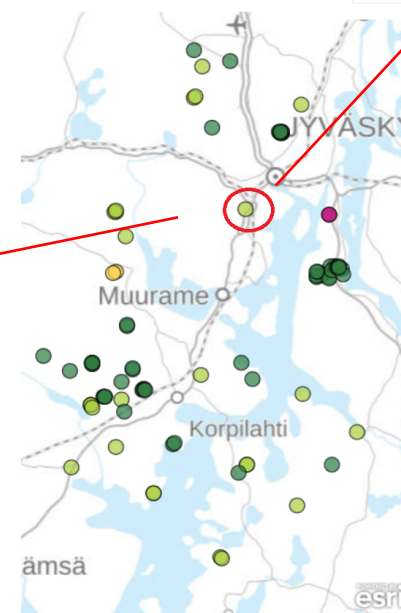
lat	62,21
long	25,71
Metsätuho	Hyönteistuho
MKI pinta-ala, ha	0,50
Maakunta	Keski-Suomi
Kunta	Jyväskylä
Hakkuun toteuttamistapa	Metsätuhoalue
MKI saapumispv.	19.6.2023 0.00



Anmälningar om skadeavverkning på kartan och med diagram

- Till exempel i Jyväskylä gjordes anmälningar om skadeavverkning på sammanlagt 101 ha skog 2023. De vanligaste anmälda skadegörarna var stormskador och insektsskador
- Till exempel i Roninmäki i Jyväskylä gjordes 19.6.2023 en anmälan om skadeavverkning på 0,5 ha område på grund av insektsskada

lat	62,21
long	25,71
Metsätuho	Hyönteistuho
MKI pinta-ala, ha	0,50
Maakunta	Keski-Suomi
Kunta	Jyväskylä
Hakkuun toteuttamistapa	Metsätuhoalue
MKI saapumispvm.	19.6.2023 0.00



[Bild: Skogsskador på basis av anmälan om användning av skog \(SMK\)](#)

[Bild: Anmälan om användning av skog \(SMK\)](#)

Anmälan om användning av skog

- Anmälan om skadeavverkning i Roninmäki i Jyväskylä i exemplet gjordes 19.6 2023.
- Den genomförda avverkningen kan ses på den nya flygbilden från augusti 2023 (röd cirkel).
- På flygbilden syns också andra skadehärddar (gula cirklar)
- De träd som tydligt urskiljs på flygbilden är redan döda. Med ett terrängbesök kan man se om härden ännu håller på att utvidgas.
- För områdets södra kant har man 2024 gjort en anmälan om användning av skog för förnyelseavverkning på liten areal (röd streckad linje) i ett skadehärdsområde

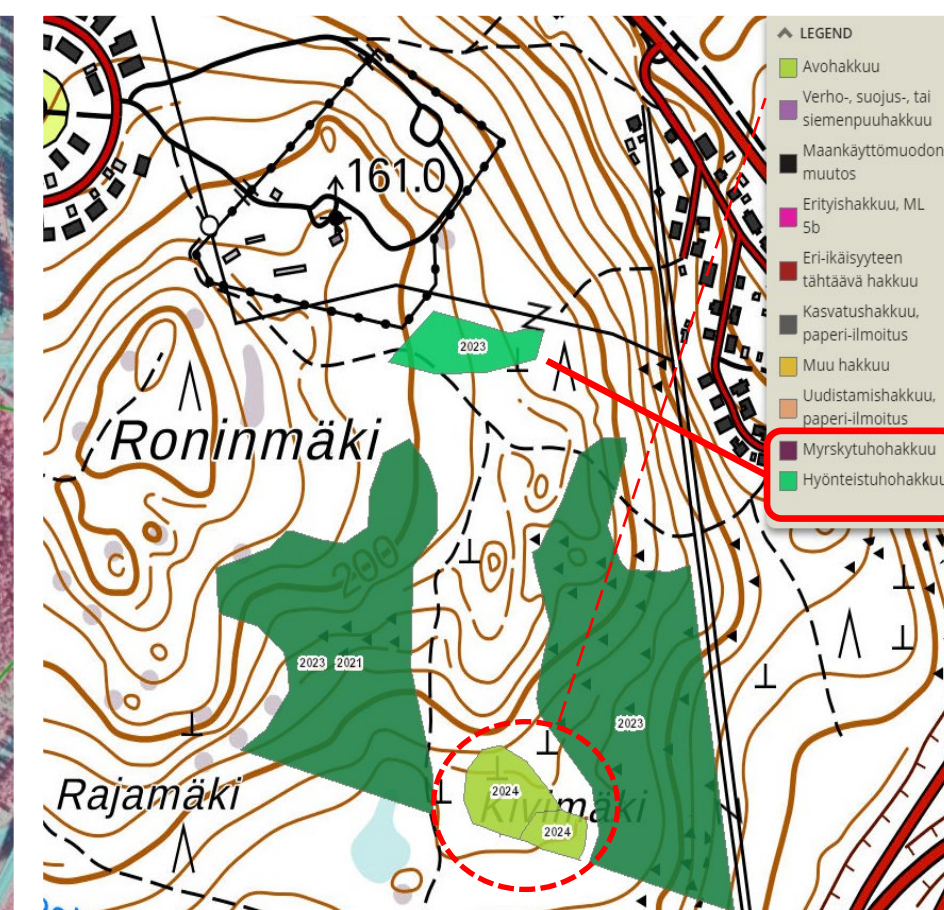
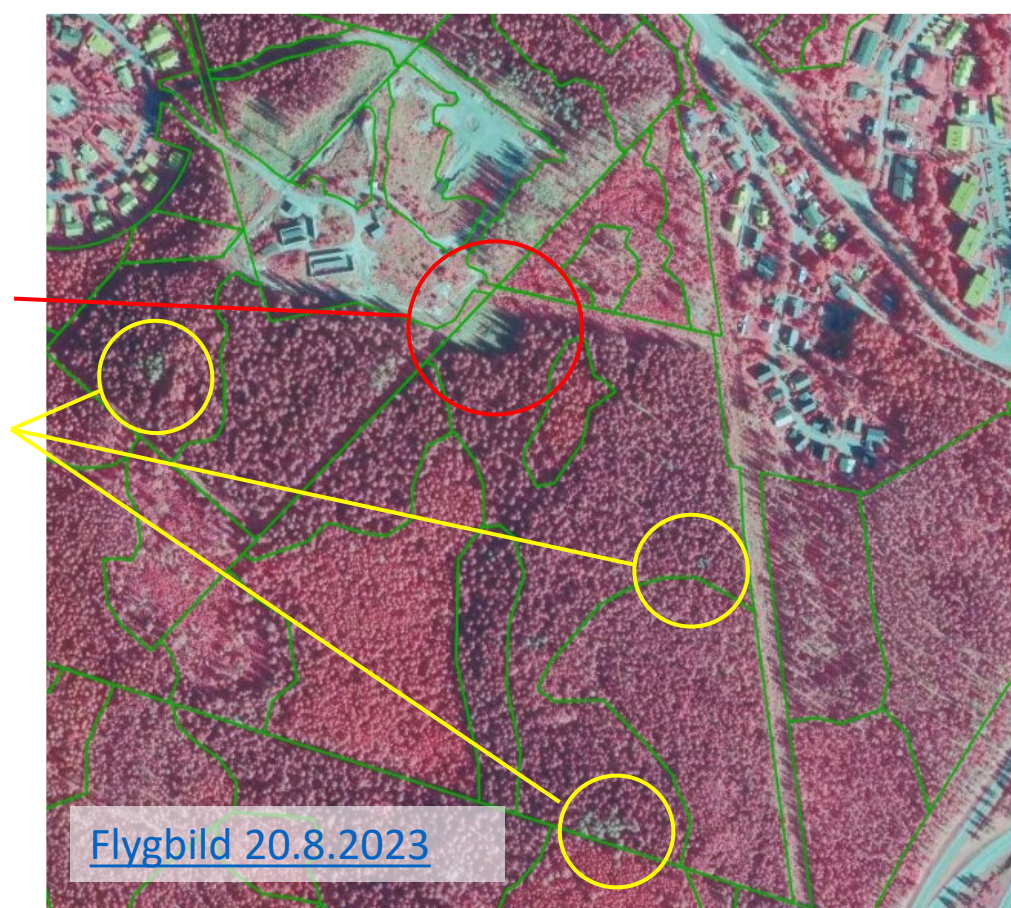


Bild: Anmälan om användning av skog (SMK)

Anmälan om användning av skog

[Metsälehtis \(2.11/2023\) artikkel](#) om skadeavverkningen på grund av insekter vid Roninmäki berättar:

”Tills vidare har inga döda träd förts bort från Jyväskylän stads skogar i samband med drivningen. De har lämnats kvar för att öka mångfalden, säger stadens skogsexperter Reijo Puttonen (till vänster) och Arto Vuorinen.”

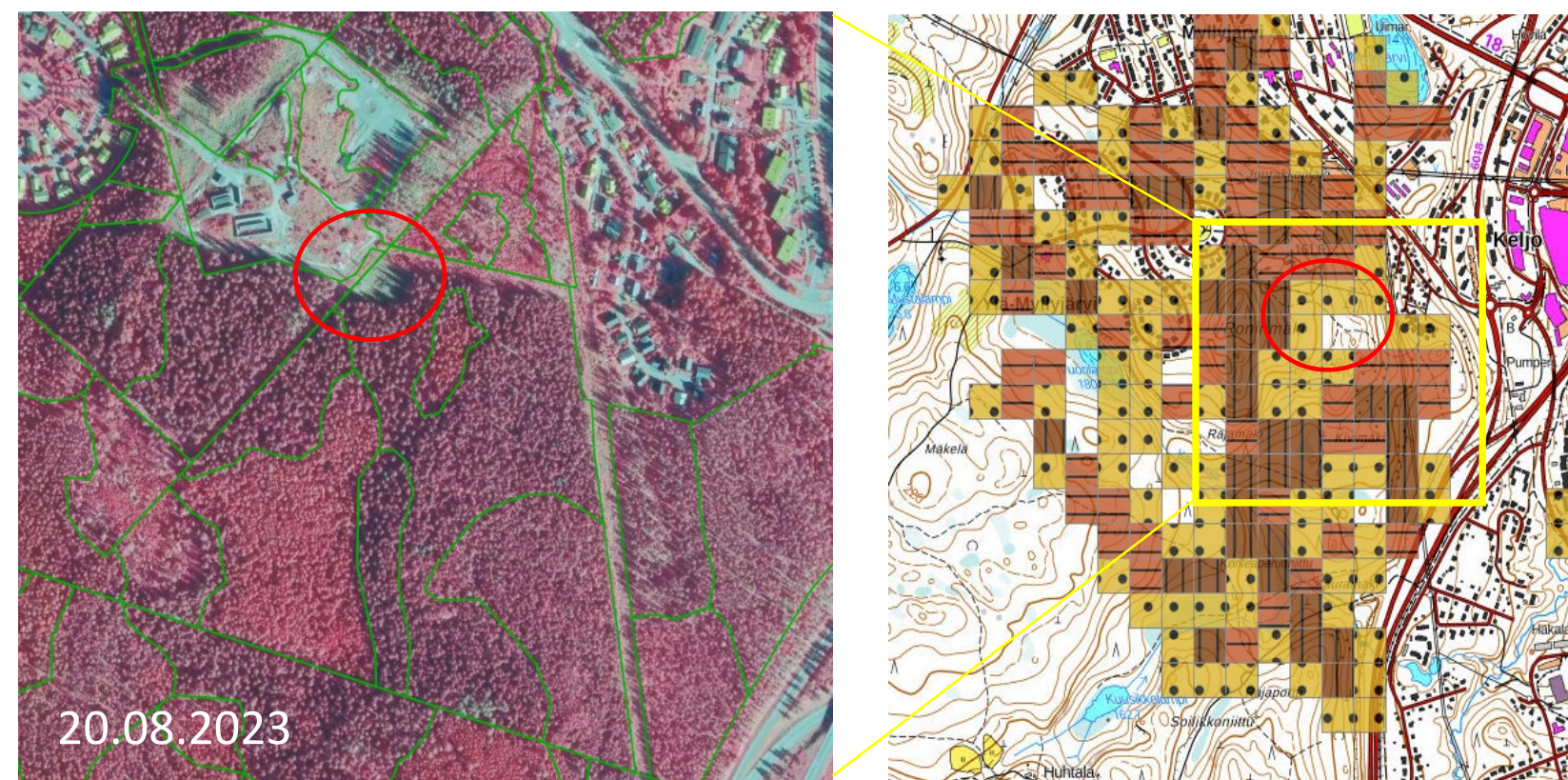
Nära bosättningen i friluftsterrängen avverkades skadeträden till högstubbar, murkna träd samlades på området, levande riskträd hade avverkats och transporterats till vidareförädling.



Riskkartor (SC)

- Skogscentralen publicerar [riskkartor som producerats med geodataanalyser](#) som baserar sig på anmälan om användning av skog, information om skogstillgångar och annan geografisk information på webbplatsen med Områden som är utsatta för granbarkborre.
- Riskkartan är en generaliserad indexrutkarta. Bilden visar exemplet från Roninmäki till höger.
- Analysen grundar sig på en anmälan om insektsskadeverkning eller som tilläggsuppgift texten om granbarkborren, arealen över 0,3 ha.
- Inom en radie på 1 000 meter letar man efter objekt där föryngringsavverkningen går tvärs genom en grandunge med skyddande träd eller en granskog med olika åldersstruktur, en mogen eller förnyelsemogen grandunge

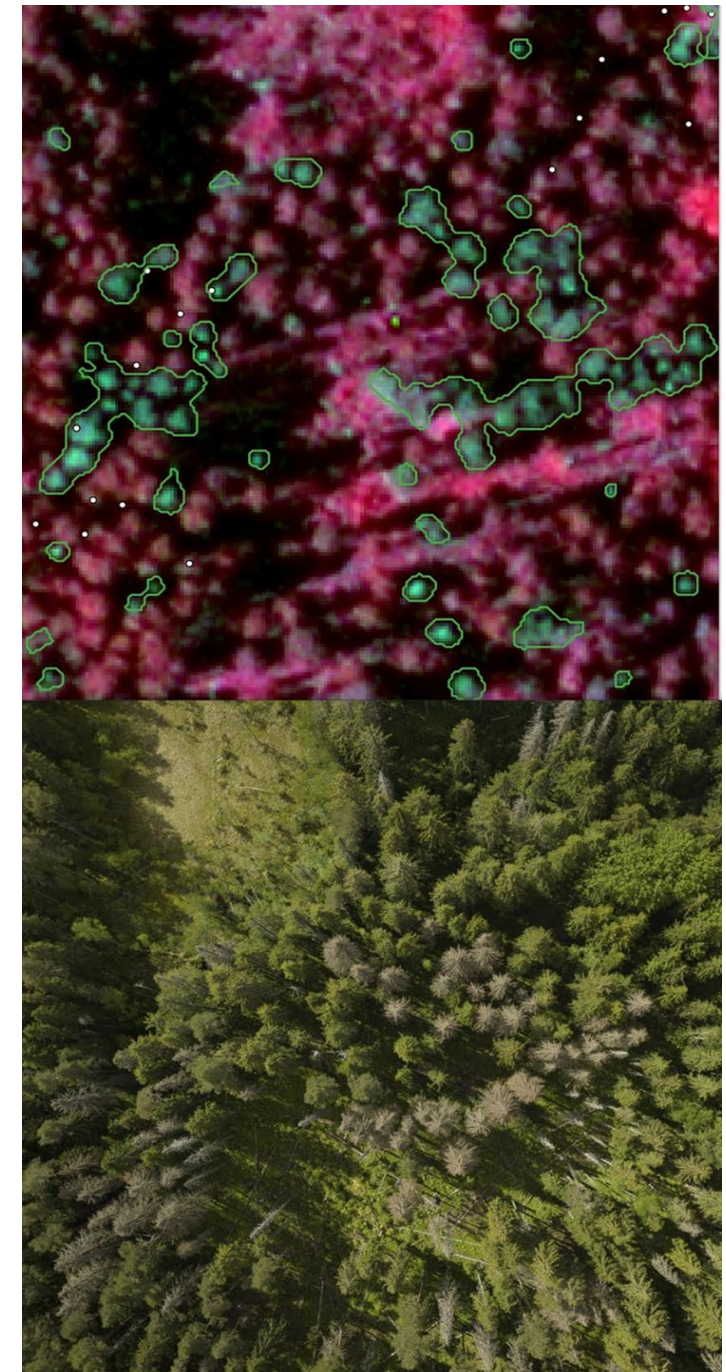
[Källa: Skogsdatamaterial/skogsskador \(SMK\)](#)



[Bild: Granbarkborrens riskobjekt på kartan \(SMK\)](#)

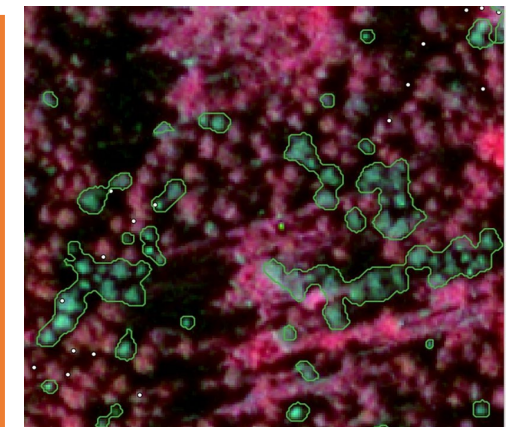
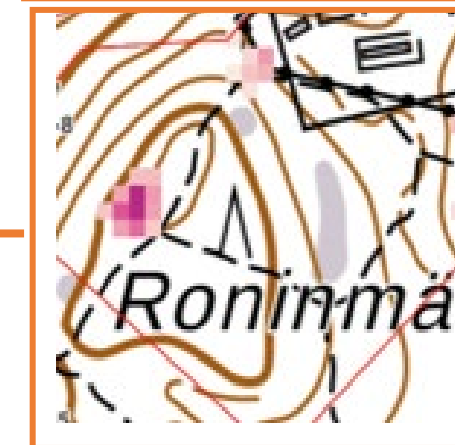
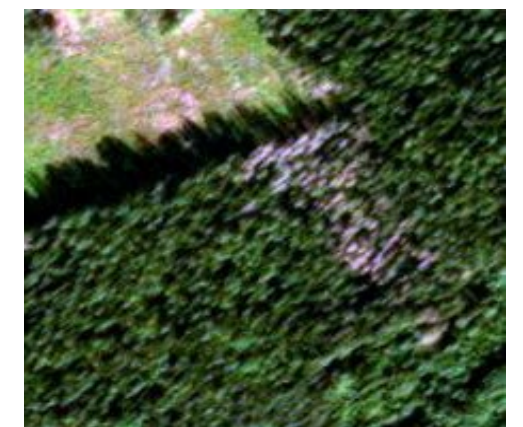
Satellitbilder och artificiell intelligens till hjälp

- Med hjälp av fjärranalysmetoder kan man identifiera döda träd på ett tillförlitligt sätt från flyg- och satellitbilder, om upplösningen är 0,5 m eller bättre. Trädgrupper kan också identifieras med hjälp av grövre upplösning (10 m) på satellitbilder.
- Färska döda träd urskiljs bättre än gamla (äldre än 5 år)
- Antalet döda träd indikerar risk för att skadan utvidgas
- Information produceras till exempel av KOKO Forest Oy, CollectiveCrouch Oy och Sitowise Oy.
- Man strävar efter att kontinuerligt utveckla användningen av drönar- och satellitbildmaterial i kartläggningen och uppföljningen av skogsskador.
- Till exempel i delprojektet [Sprucerisk](#) (på finska) (inom projektet Fånga kolet (→ 2023) utvecklades bland annat en metod som grundar sig på tolkning av förändringar, där drönarmaterial utnyttjas i tolkningen av Sentinel-2-satellitbilder (upplösning 10 m). Lantmäteriverket skapade en modell för artificiell intelligens med vilken man kan klassificera granarnas hälsotillstånd med hjälp av drönarbilder.



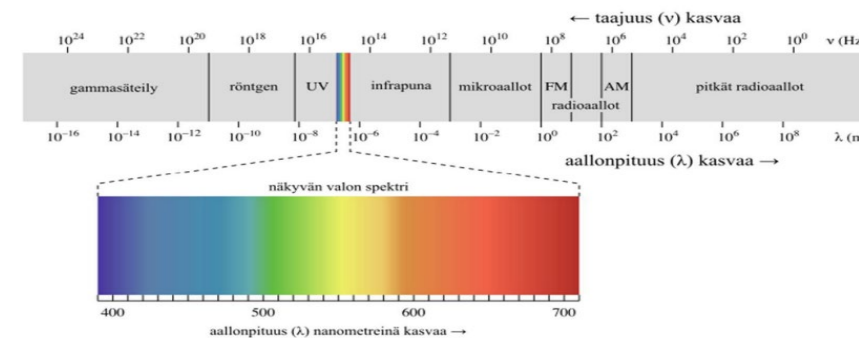
Satellitbilder och artificiell intelligens - exempel

- Artificiell intelligens, maskininlärning och satellitdata kan användas för att tidigt identifiera förändringar i skogarnas hälsa och stormskador
- Skogscentralen utvecklar 2024–2025 ett nytt system som grundar sig på satellitbilder och artificiell intelligens för tidig identifiering av och information om skogsskador tillsammans med KOKO-Forest och Sitowise ([Finlands skogscentral - 17.1.2024](#)).
- I Metsä Groups tjänst Metsäverkko finns kartteman för storm- och insektsskador som utvecklats tillsammans med CollectiveCrunch ([Metsä Group - 23.6.2023](#))
- I skogsvårdsföreningarnas tjänst EgenSkog finns storm- och insektskartteman som utvecklats tillsammans med Sitowise ([Skogsvårdsföreningarna - 19.10.2023](#))

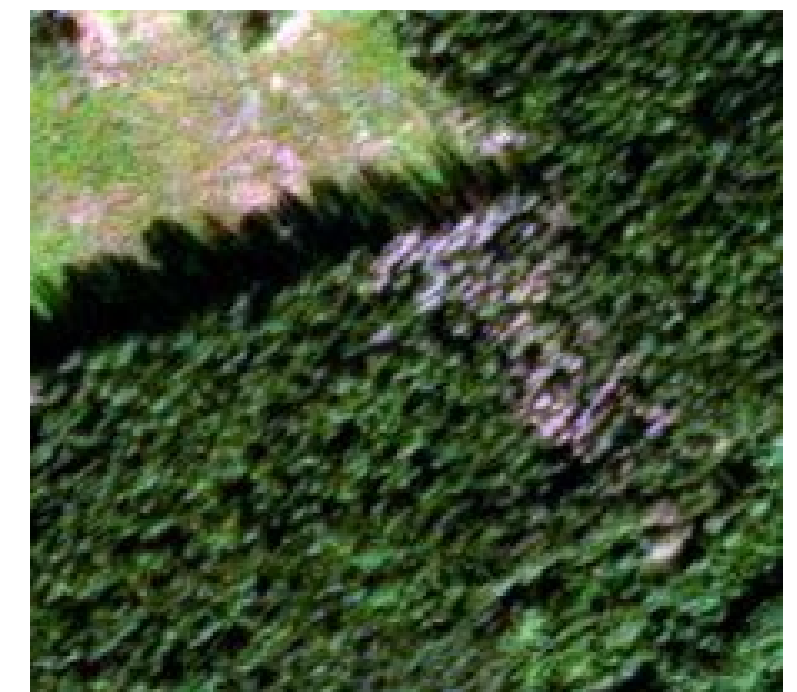


Satellitbildernas urskiljningsförmåga

- Med upplösning av satellitbilder avses oftast terrängupplösning (*spatial upplösning*), det vill säga storleken på det minsta objektet som kan urskiljas.
- *Spektral separationsförmåga* innebär förmågan att upptäcka olika våglängdsområden, dvs. i praktiken antalet våglängdsområden (kanaler) och deras bredd.

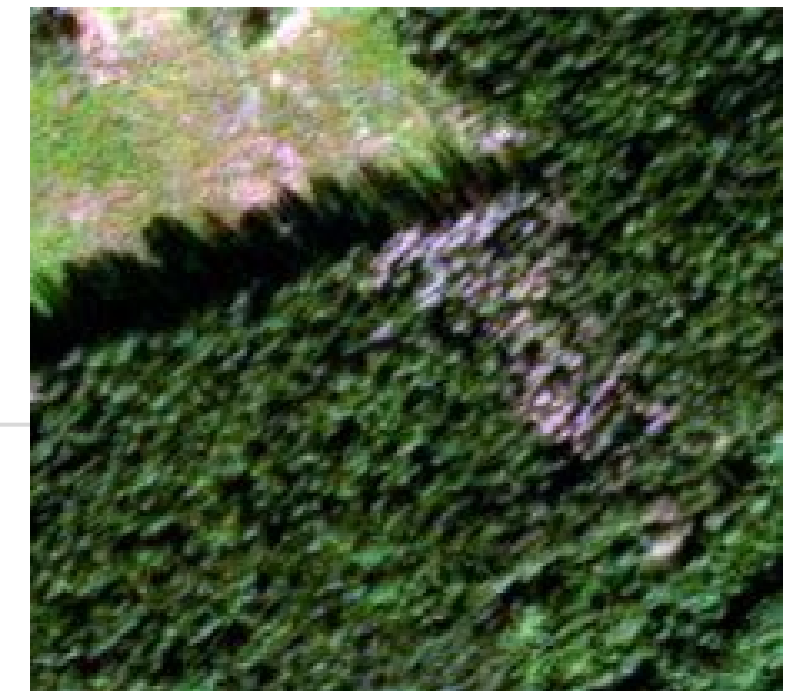


- *Radiometrisk upplösning* innebär instrumentets förmåga att lagra strålning från ett terrängobjekt, det vill säga hur väl strålningens intensitet urskiljs.
- *Temporal upplösning* innebär hur ofta satelliten fotar samma område.



Satellitbildernas urskiljningsförmåga - exempel

- Till exempel är den *spatiala upplösningen* med Sentine2-sateliter som noggrannast 10 m x 10 m och med noggrannhetssatelliterna rent av under 0,5 m x 0,5 m.
- Till exempel i Sentinel2-satelliterna består den *spektrala upplösningen* av 13 olika våglängdskanaler, vars bredd varierar mellan 15 och 185 nanometer. Till exempel registrerar Sentinel2-satelliternas kanal 8s strålningens intensitet (intensitet) som reflekteras av objektet inom våglängdsområdet 780–886 nm. Registreringen av det synliga ljusets våglängd (400-700 nm) fördelas på 5 kanaler.
- Till exempel fotar Sentinel2-satelliterna (2 st.) samma plats i exakt samma bildvinkel med 5 dagars mellanrum, vilket beskriver den *temporal upplösningen*.
- Olika objekt har sitt eget typiska sätt (strålning) att reflektera olika våglängdsområden. När tolkningen av satellitbilder utvecklas är uppgiften att hitta den bästa gängse metoden och undervisningsmaterialet för att tolka det som finns i terrängen.



Satellitbilder och artificiell intelligens till hjälp (Skogscentralen)



- Skogscentralen utvecklar 2024–2025 ett nytt system som grundar sig på satellitbilder och artificiell intelligens för tidig identifiering av och information om skogsskador tillsammans med KOKO-Forest och Sitowise ([Finlands skogscentral - 17.1.2024](#)).
- Döda träd och trädgrupper kan observeras i noggrannare satellitbilder.
- Informationen förmedlas snabbt till markägarna.
- Skogscentralen samlar 2024 in drönar- och terrängdata som undervisnings- och jämförelsematerial för satellitobservationer.
- Exakta satellitbilder (0,5 m x 0,5 m →) är dyrare. Med avgiftsfritt öppet satellitmaterial (10 m x 10 m) kan endast stora skadeområden lokaliseras.
- Med noggrannare satellitbilder strävar man uttryckligen efter tidigare identifiering och snabbare kommunikation,

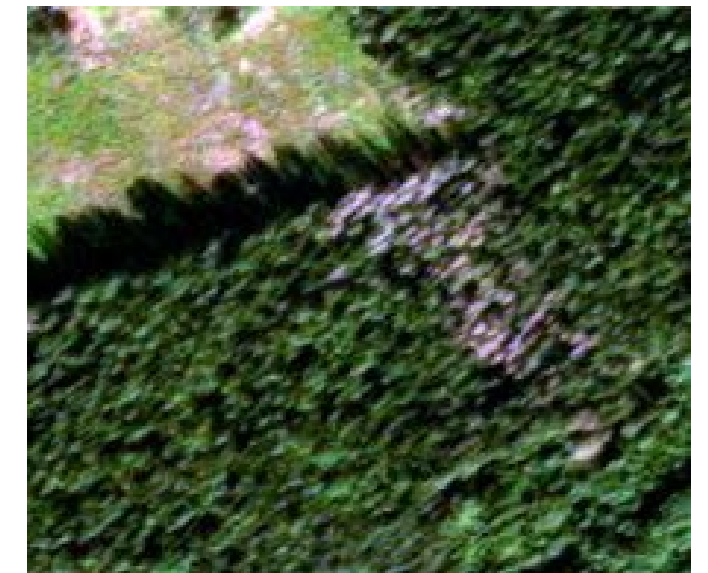


Bild: Skywatch

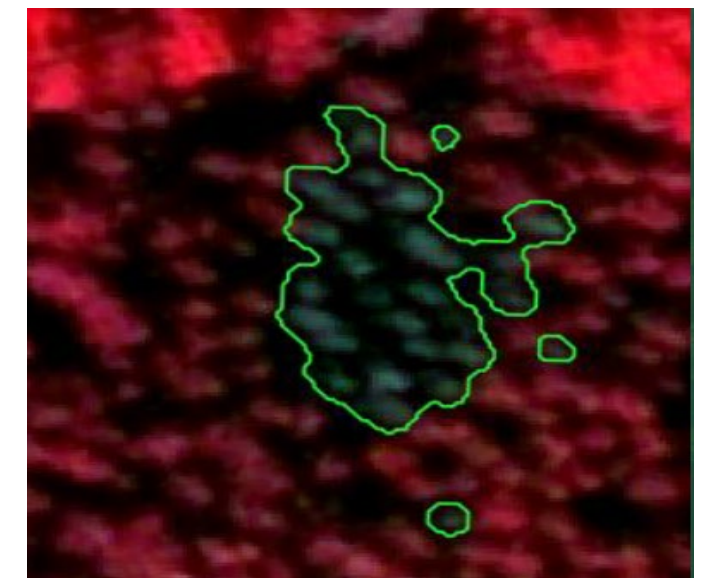


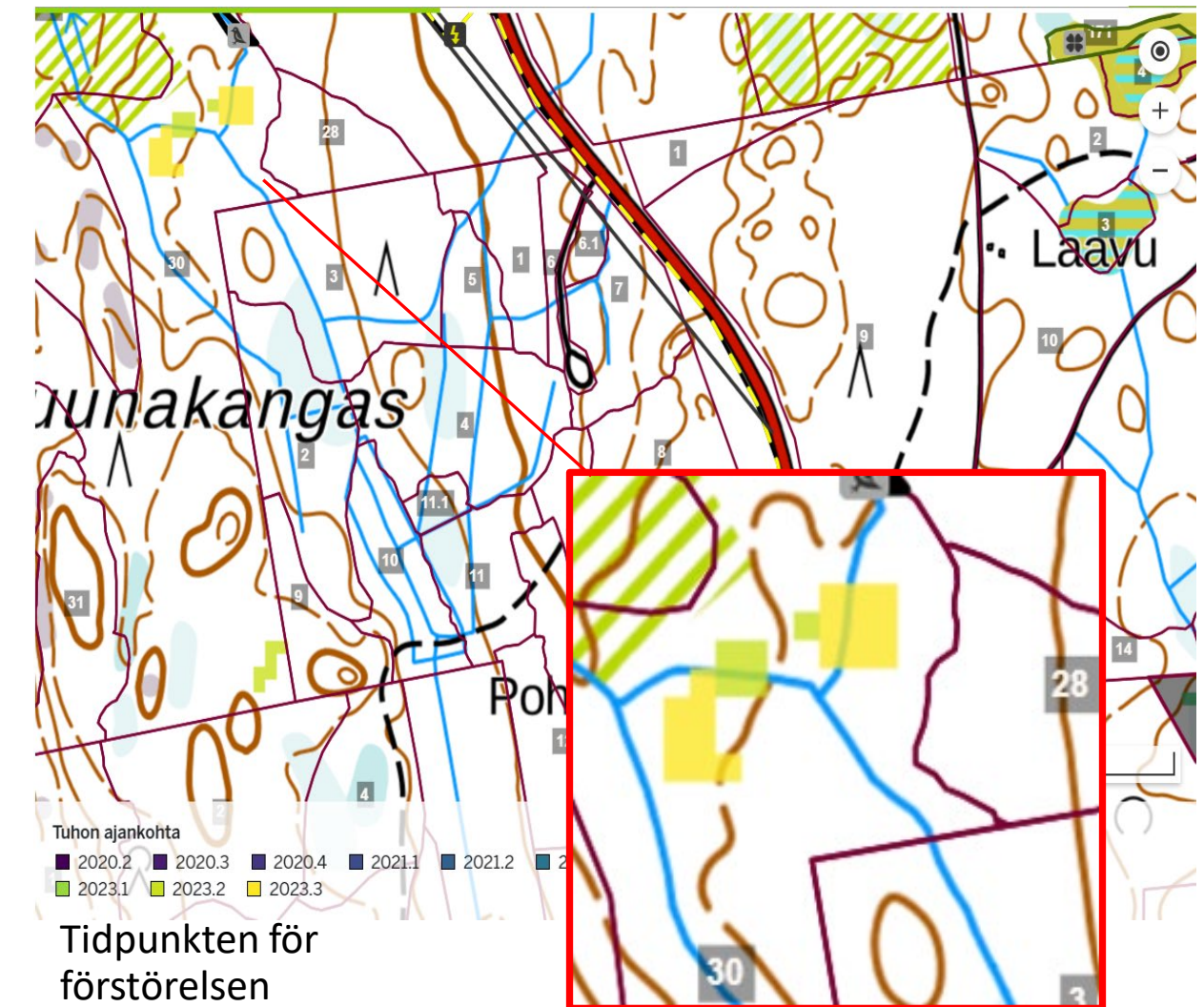
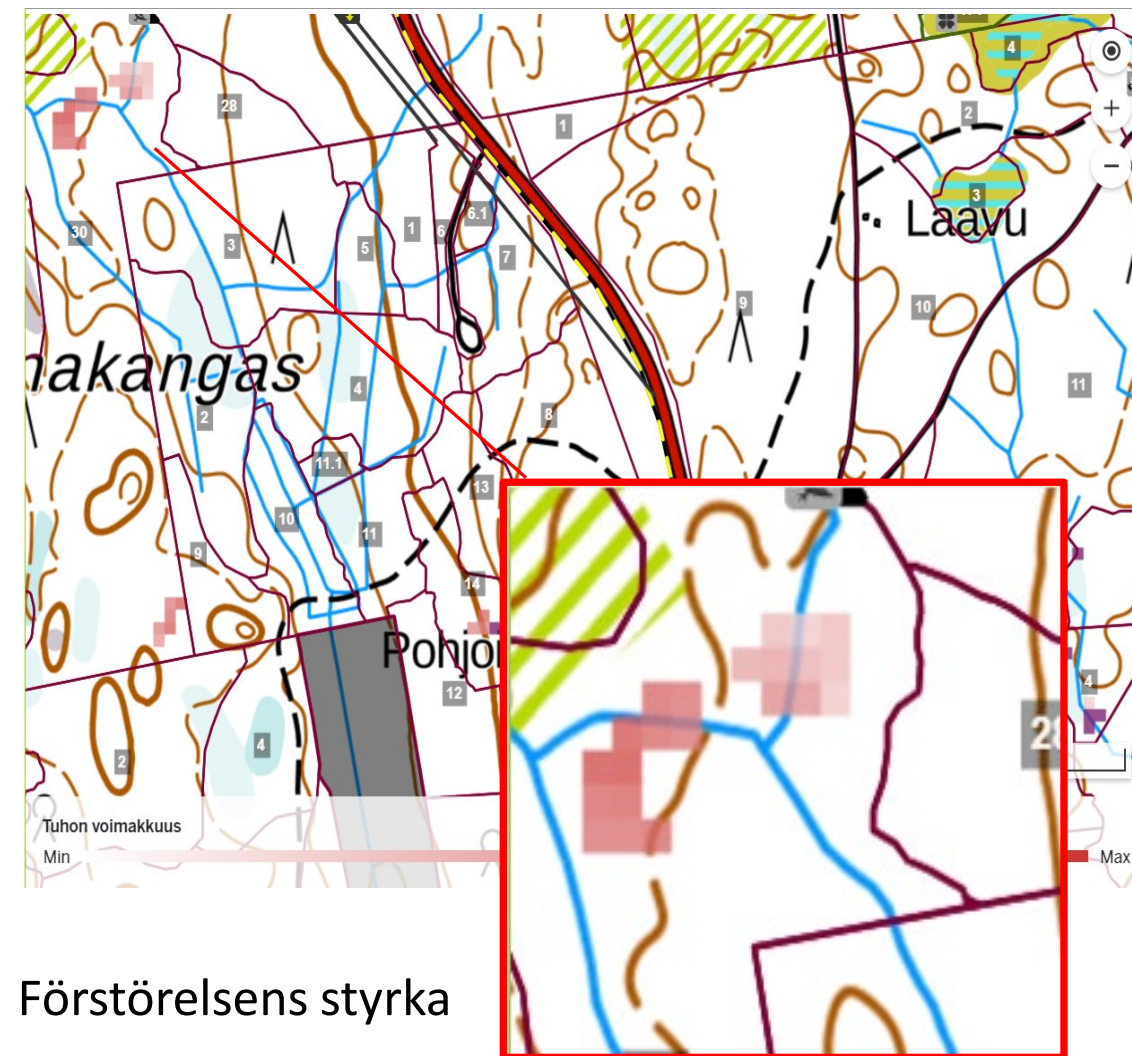
Bild: KOKO Forest

Satellitbilder och artificiell intelligens till hjälp (MetsäGroup)

Metsä Group har i samarbete med CollectiveCrunch utvecklat storm- och insektskartteman i tjänsten Metsäverkko ([MG - 23.6.2023](#)).

Insektsskadetemat
kan presenteras
antingen som
förstörelsens styrka
eller som tidpunkten
för förstörelsen.

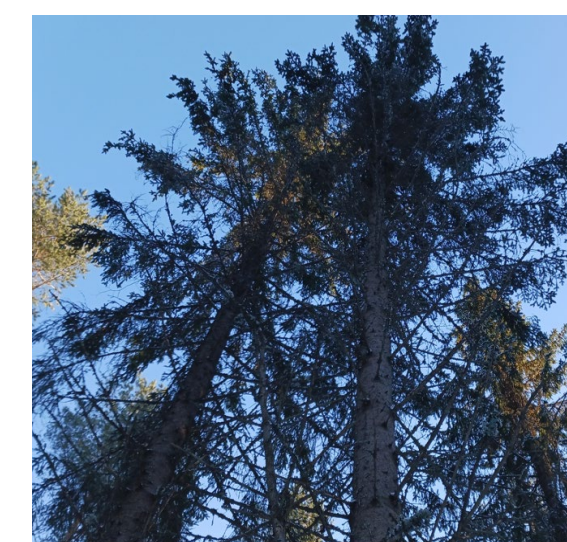
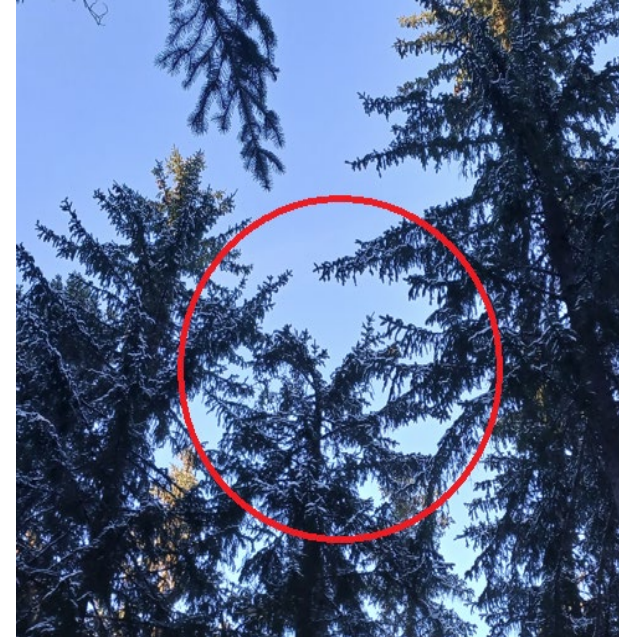
Bildens
exempelobjekt finns i
S:t Michel.



Föremål för Metsäverkkos insektsskadetema i terrängen...

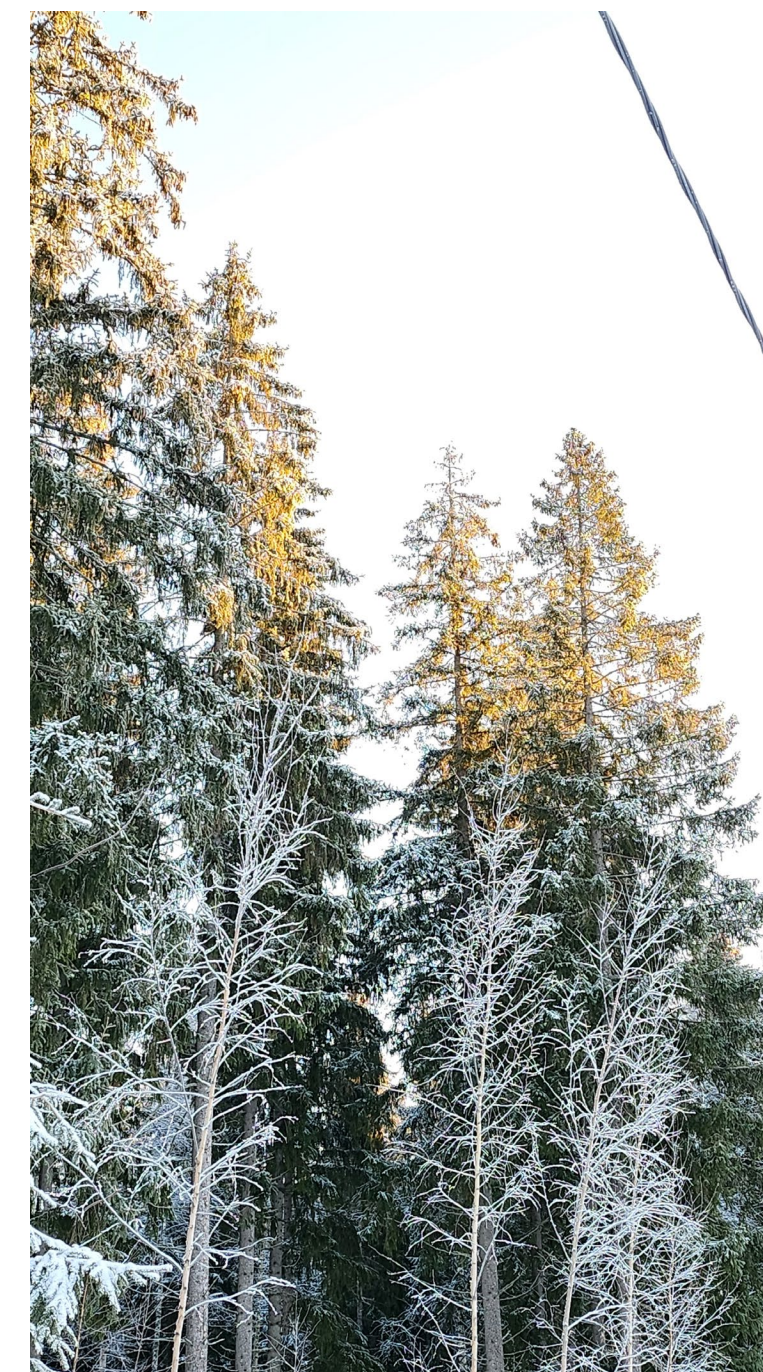
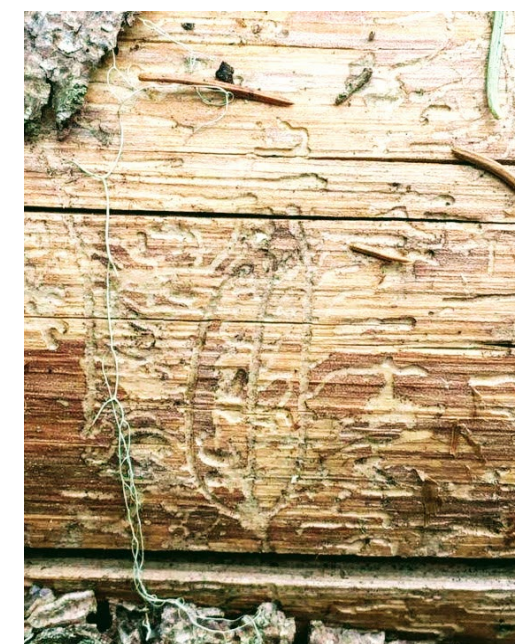
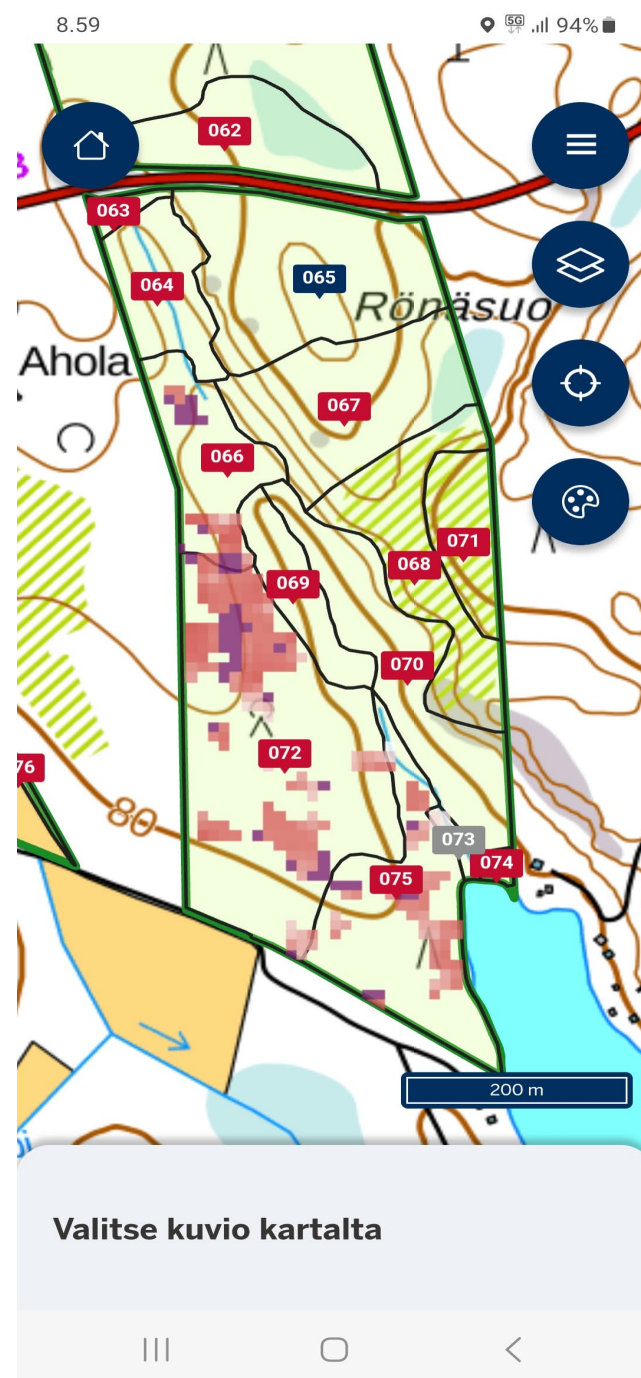


På objektet på föregående bild i S:t Michel hittades (2/2024) en gallrad granskog bredvid öppningen. På objektet hittades ganska färska vindfällen (5 st.), skördeskador, snöskador och en enskild gran som läcker kåda.



Ut med Metsäverkkos mobilapp i terrängen...

Skogsskadeteman kan också granskas i mobilapplikationen. Bildens exempelobjekt finns i S:t Michel. Objektet har en 5,5 hektar stor förnyelsemogen granskog. I området förekom skador av sextandad barkborre, men inte ännu värre epidemier av granbarkborrar. Situationen övervakas sommaren 2024



Skogens insektsskador kräver uppföljning och reaktion...



Bilder: Kati Kontinen

På figuren bredvid exempelobjektet på föregående dia gjordes en andra gallring vintern 2024. Dessutom fälldes de granar som drabbats av sextandad barkborre från lagringsplatsen. Området övervakas aktivt sommaren 2024. Färska avverkningsrester kan fungera som fortplantningsunderlag för skadedjur.

Satellitbilder och artificiell intelligens till hjälp (Skogsvårdsföreningen)

Skogsvårdsföreningarna har i samarbete med Sitowise utvecklat kartteman för storm- och hälsorisker i tjänsten EgenSkog ([Mhy - 19.10.2023](#)).

Hälsoriskkarta

Index
Liten risk
Stor risk

Terveysriskikartta

Terveysriskikartta indeksi
Pieni riski

Suuri riski

Myrskytuhot

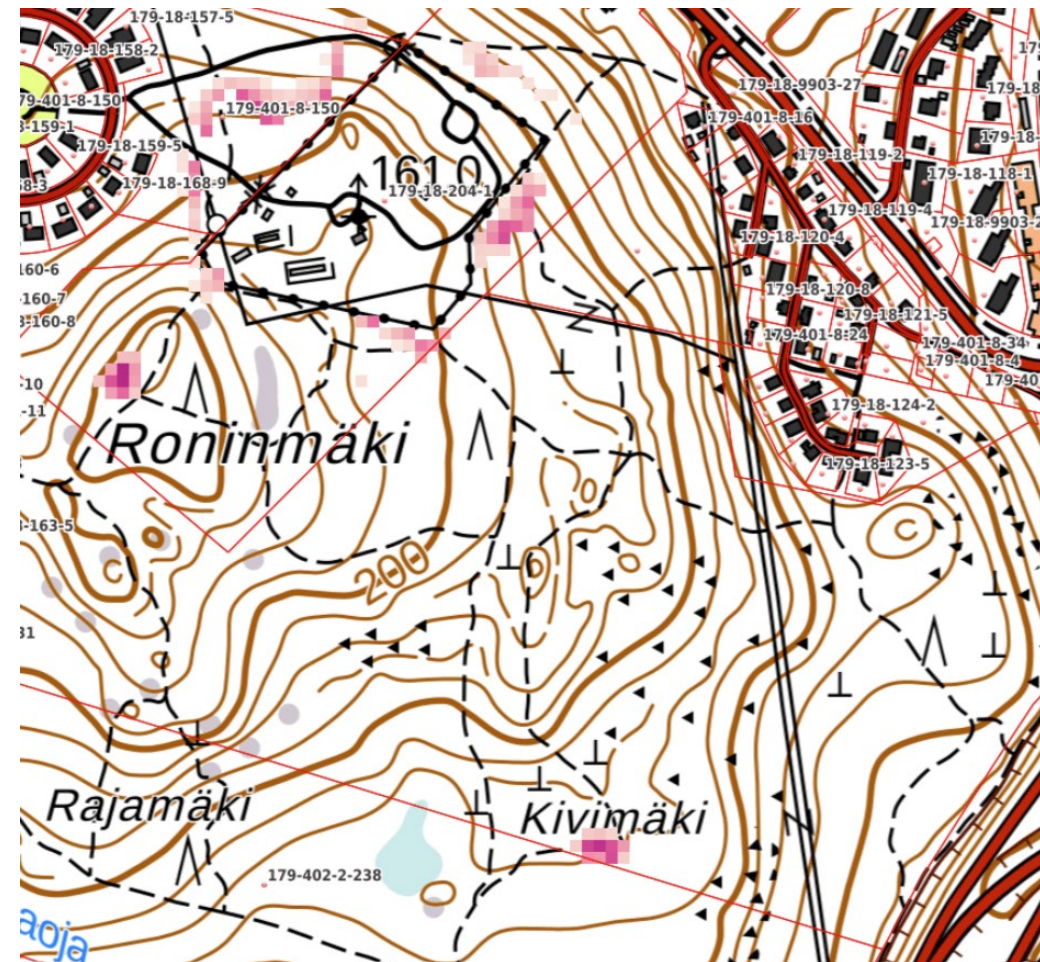
Stormskador

Delvis stormskada
Full stormskada

Osittainen myrskytuho

Täysimittainen myrskytuho

För **Roninmäki** i Jyväskylä
syns härdarna med
granbarkborre i
hälsorisktemat OmaMetsä.
Träden med härdarna är
redan döda.



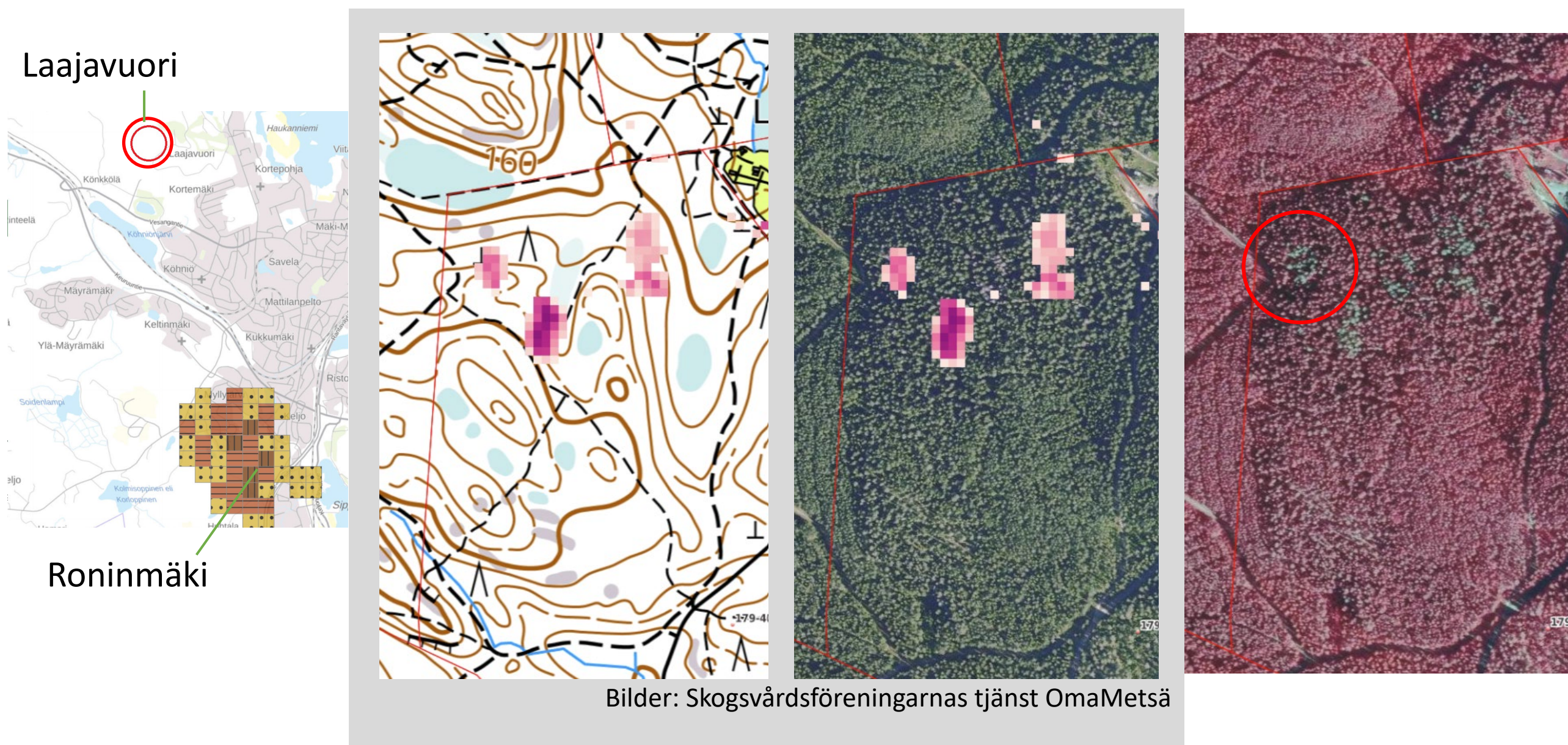
Bilderna visar temat för kartan över hälsorisker 2/2024

Bilder: Skogsvårdsföreningarnas tjänst OmaMetsä

Skogsvårdsföreningen – OmaMetsä – ett annat exempel...



I **Laajavuori i Jyväskylä** syns skadehärddar i temat hälsorisker i EgenSkog. I området har inga anmälningar om användning av skog gjorts om skadeavverkning. Därför syns objektet inte på Skogscentralens riskkartor. De stora skadehärddarna syns också med bara ögonen på de satellitbilder som uppdateras.



I terrängen vid objektet i Laajavuori hittades...

Vid objektet på den föregående dian i Laajavuori, Jyväskylä hittades skadehärdar i en föryngringsmogen äldre granskog. I en enskild härd fanns cirka 50 granar som dött av granbarkborre. I skogen förekom dessutom rotticka samt några vindfällen, snöskador och kådläckor.



Drönarfotografering till hjälp

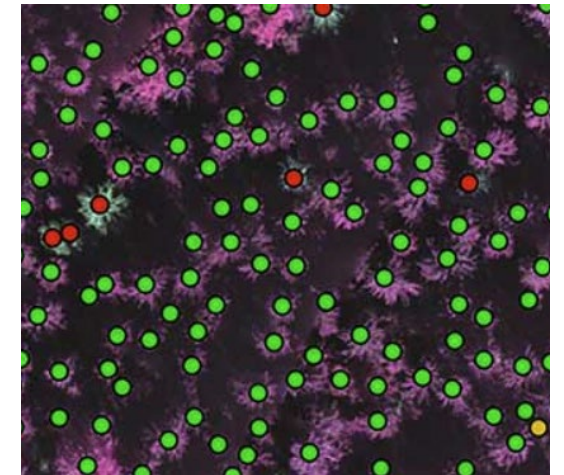


Kartläggning med hjälp av drönare kan fungera som undervisningsmaterial till exempel i tolkningen av omfattande satellitbilder och i metodutvecklingen.

I kartläggningen med drönare kan multispektrala eller till och med hyperspektrala kameror användas. Då kan man bättre identifiera och utnyttja objektens spektrala egenskaper.

Drönare kan användas för lokal kartläggning av skadeträd. Vid behov kan man göra en kartläggningsfotografering, bearbeta bilderna till ortofoton, punktmoln, 3d-modeller, yt- och kronmodeller. Om man använder en tolkningsapplikation kan man fortfarande identifiera träden inklusive skadeträd, skapa en trädkarta och räkna symboler för träden. Nödvändig geografisk information kan utnyttjas i organisationens skogssystem enligt dess beredskap.

Drönare kan användas för fotografering och videoinspelning av skogsskador. En vinkel uppifrån ger en bättre bild av förstörelsens omfattning och det går lättare att se var skadeträden finns. Det visuella materialet kan vid behov delas ut till skogsägaren till exempel för skogsrådgivning.



Bilder: Stora Enso

Tilläggsmaterial



- [Metsätuhohakkuut](#) (Metsäkeskus) Skogsskadeavverkning (Skogscentralen)
- [Metsänkätöilmoitukset](#) (Metsäkeskus) Anmälan om användning av skog (Skogscentralen)
- [Tuhohyönteisten ennustekartat](#) (Luke - metinfo) Prognoskartor för skadeinsekter (Luke - metinfo)
- [Tuhohyönteisten ennustekartat](#) (Luke - luonnonvaratieto) Prognoskartor för skadeinsekter (Luke – information om naturresurser)
- [Lumi- ja tuulituhojen riskikartat](#) (Luke) Riskkartor för snö- och vindskador (Luke)
- [Ilmoita metsätuhosta](#) (Luke) Anmäl skogsskada (Luke)
- [Kirjanpainajan iskeymälle alttiit alueet](#) (Metsäkeskus) Områden som är utsatta för granbarkborre (Skogscentralen)
- [Tehoisan lämpösumman seurantakartta](#) (Metsäkeskus) Karta över uppföljningen av temperatursumman (Skogscentralen)
- [Copernicus Browser](#) – avoimien (Sentinel) satelliittikuvien selailuun. Copernicus Browser - för att bläddra bland öppna (Sentinel) satellitbilder.

Studiematerialet



Materialet har producerats inom ramen för KOMIO-projektet, där man sammanställer studiematerial om resultaten från projekt som finansieras av naturresursområdets FUI-verksamhet, särskilt av helheten Fånga kolet. Projektet finansieras genom jord- och skogsbruksministeriets klimatåtgärdshelhet för markanvändningssektorn Fånga kolet, och genomförs i samarbete med Seinäjoki yrkeshögskola SeAMK (projektansvarig), Tavastlands yrkeshögskola HAMK, Jyväskylä yrkeshögskola Jamk, Sydöstra Finlands yrkeshögskola Xamk, yrkeshögskolan Karelia, Yrkeshögskolan i Lappland Lapin AMK, Yrkeshögskolan Novia, Uleåborgs yrkeshögskola Oamk och Yrkeshögskolan Savonia.