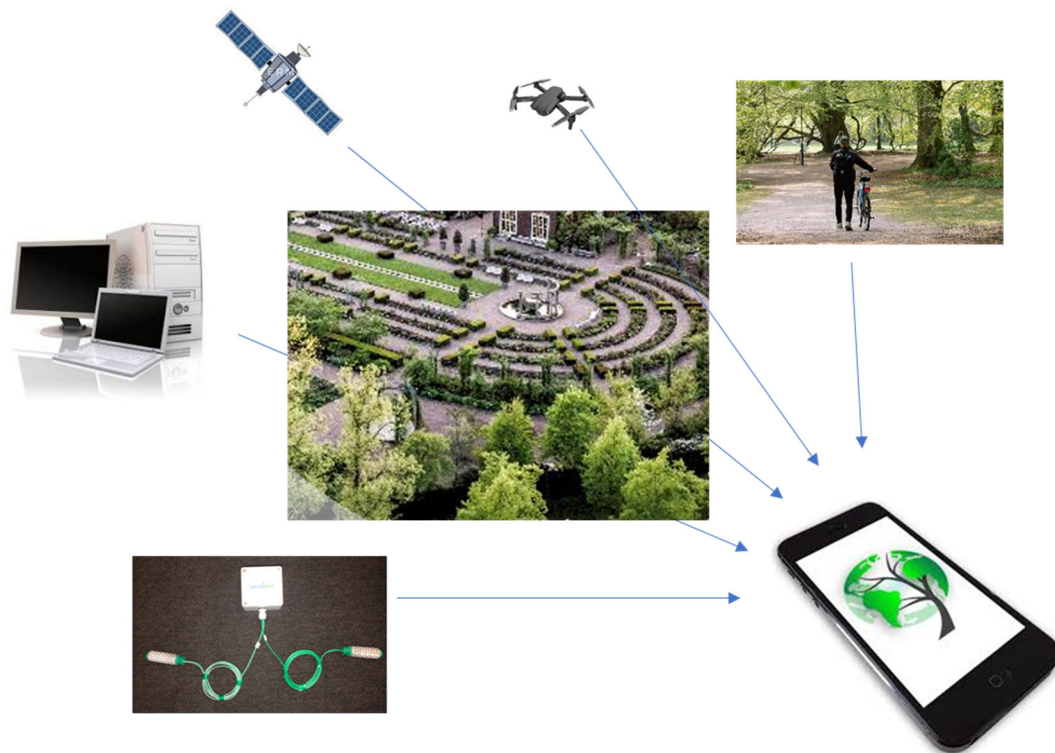


# Smarta applikationer för behovsstyrd skötsel av träd

Anders Kristoffersson, Sixten Lundqvist, Tobias Emilsson



# Smarta applikationer för behovsstyrd skötsel av träd

## Smart applications for need driven tree management

Anders Kristoffersson, Sixten Lundqvist, Tobias Emilsson

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för landskapsarkitektur,  
planering och förvaltning, anders.kristoffersson@slu.se

**Utgivningsort:** Alnarp  
**Utgivningsår:** 2024  
**Omslagsbild:** Anders Kristoffersson (kollage)  
**Serietitel:** Landskapsarkitektur, trädgård, växtproduktionsvetenskap: rapportserie  
**Delnummer i serien:** 2024:10  
**ISBN:** 978-91-8046-936-4  
**DOI:** <https://doi.org/10.54612/a.4hcqdo3a50>  
**Upphovsrätt:** © Författarna  
**Bibliografisk referens:** Kristoffersson, A., Lundqvist, S., Emilsson, T. (2024). *Smarta applikationer för behovsstyrd skötsel av träd*. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet. (LTV-fakultetens rapportserie, 2024:10).  
**Nyckelord:** Skötsel, träd, smart applikation, behovsstyrning, digital

### Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap  
Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

## Sammanfattning

Skötseln av våra städer blir alltmer central allteftersom städerna växer och klimatet förändras. Existerande, samt planerade, grönytor, parker och trädplanteringar bör därför förvaltas och skötas på ett lämpligt och hållbart vis. Träd utgör en viktig del av utemiljön och i detta projekt fokuseras på om det går att samla all information om träd i en smart applikation för att öka trädens nytta genom bättre skötsel.

Långsiktigt finns ambitionen att skapa en applikation för behovsstyrd skötsel av hela utemiljön, men i detta projekt görs en avgränsning till träd. Arbetet har genomförts i tre steg: inledande studie av önskvärda funktioner, undersökning av förutsättningar för att skapa öppna data och utbytbara moduler samt utformning och test av en första version av Trädapplikation för behovsstyrd skötsel. SLU har haft huvudansvar för datainsamling kring funktioner och förutsättningar, Husqvarna har haft huvudansvar för utformning av första versionen av Trädapplikationen och Malmö Stad bidrar med underlag och kunskap om tillgänglig information och önskvärda funktioner. Finansieringen kommer från Movium Partnerskap och parterna i lika delar. Arbetet har genomförts under 2023 med start efter årsskiftet och rapportskrivning har avslutats under våren 2024.

Slutsatserna för projektet sammanfattas i följande punkter:

- centrala områden som en app för trädskötsel behöver hantera är; inventering, beskärning, bevattning och rapportering.
- det finns många tillgängliga appar för trädskötsel, men genomgången visar att få av dem klarar att täcka samtliga fyra centrala områden som identifierats
- den version av trädapp som tagits fram i projektet visar att det finns potential att dra nytta av tillämpningar från skogssidan, men att dessa behöver kompletteras om alla områden ska täckas in.
- för den löpande skötseln är det relevant att uppdaterad information finns tillgänglig. Hur ofta detta kan göras är beroende av tekniken. För vissa ändamål kan en mindre detaljerad skanning med drönare fungera och för andra krävs mer detaljer. Tidsaspekt och detaljnivå på informationen behöver tas med när appar utformas för olika yrkesgruppers behov
- det gäller att antingen hitta ett business case för en extern part eller att tydliggöra interna vinster för beställare och utförare för att motivera en egen utveckling av trädapp. Ökad kvalitet och/eller effektivare lösningar är väsentliga för att motivera investeringen
- för en enskild aktör med skötselansvar kan det fungera att välja appar för olika önskade funktioner att göra anpassningar på egen hand eller med konsulthjälp – ingen behöver vänta på att större branschspecifika lösningar för att komma igång
- enskilda programleverantörer kan erbjuda sina generella lösningar för enskilda områden och låta användaren ta ansvar för att de anpassningar som önskas blir genomförda. Antingen via konsulter eller egen intern kompetens.

Det finns förutsättningar att samla all information om träd i en trädapp. Baserat på denna slutsats finns det även argument för att det är rimligt att sikta på att samla all information om skötsel av utemiljö i ett system. Ur ett branschperspektiv är det nödvändigt att ha en långsiktig tidshorisont för att ta fram större gemensamma lösningar som kräver standardisering, klarläggande av ansvarsförhållande och teknikutveckling.

## Summary

As our cities grow and the climate changes the management of our cities is becoming even more important. Existing, as well as planned, green areas, parks and tree plantings should therefore be managed and looked after in an appropriate and sustainable way. Trees form an important part of the outdoor environment and in this project the focus is on whether it is possible to collect all information about trees in a smart application in order to increase the benefit of the trees through better care.

In the long term, the ambition is to create an application for need-based management of the entire outdoor environment, but in this project a demarcation is made to trees. The work has been carried out in three stages: initial study of desirable functions, investigation of conditions for creating open data and exchangeable modules, and design and testing of a first version of the Tree Application for needs-based management. SLU has had the main responsibility for data collection regarding functions and prerequisites, Husqvarna has had the main responsibility for designing the first version of the Tree Application and Malmö City contributes with data and knowledge about available information and desirable functions. The work has been carried out in 2023 starting after the turn of the year and report writing has been completed in the spring of 2024.

The conclusions of the project are summarized in the following points:

- key areas that a tree care app needs to handle are; inventory, pruning, watering and reporting.
- there are many tree care apps available, but the review shows that few of them manage to cover all four key areas identified
- the version of the tree app developed in the project shows that there is potential to benefit from applications from the forest business, but that these need to be supplemented if all areas are to be covered
- for everyday management, it is relevant that updated information is available. How often this can be done depends on the technology. For some purposes a less detailed drone scan may work and for others more detail is required. The time aspect and level of detail on the information need to be taken into account when apps are designed for the needs of different professional groups
- it is necessary to either find a business case for an external party or to clarify internal profits for clients and contractors in order to justify an own development of a tree app. Increased quality and/or more efficient solutions are essential to justify the investment
- for an individual actor with maintenance responsibility, it can work to choose apps for different desired functions and to make adjustments on their own or with the help of a consultant – there's no need to wait for larger industry-specific solutions to get going
- individual software providers can offer their general solutions for individual areas and let the user take responsibility for making the desired adaptations. Either through consultants or own internal competence.

All in all there are good conditions for collecting all information about trees in one tree app. Based on this conclusion, there are also arguments that it is reasonable to aim to collect all information about the management of the outdoor environment in one system. From an industry perspective, it is necessary to have a long-term time horizon to develop larger common solutions that require standardization, clarification of responsibility and technology development.

## Innehållsförteckning

<b>Sammanfattning</b> .....	3
<b>Summary</b> .....	4
<b>Innehållsförteckning</b> .....	5
<b>Inledning</b> .....	6
Bakgrund .....	6
Syfte.....	8
Avgränsningar.....	9
Metod.....	9
<b>Teoretiska utgångspunkter</b> .....	9
<b>Inledande studie av önskvärda funktioner för en applikation</b> .....	11
Reflexioner kring underlaget.....	15
<b>Kartläggning av system inom området nationellt och internationellt</b> .....	16
Reflexion kring redovisade exempel på trädappar .....	21
<b>Utveckling av app för hantering av träd i staden</b> .....	23
Workshop med diskussion om appen avseende funktionalitet och uppfattningar om den.....	26
Fortsatt utveckling av appen för identifierade behov.....	27
<b>Diskussion</b> .....	29
<b>Slutsatser</b> .....	33
<b>Källförteckning</b> .....	35
<b>Bilagor</b> .....	36

## Inledning

Inledningen tar upp bakgrund, syfte, avgränsningar och metod.

## Bakgrund

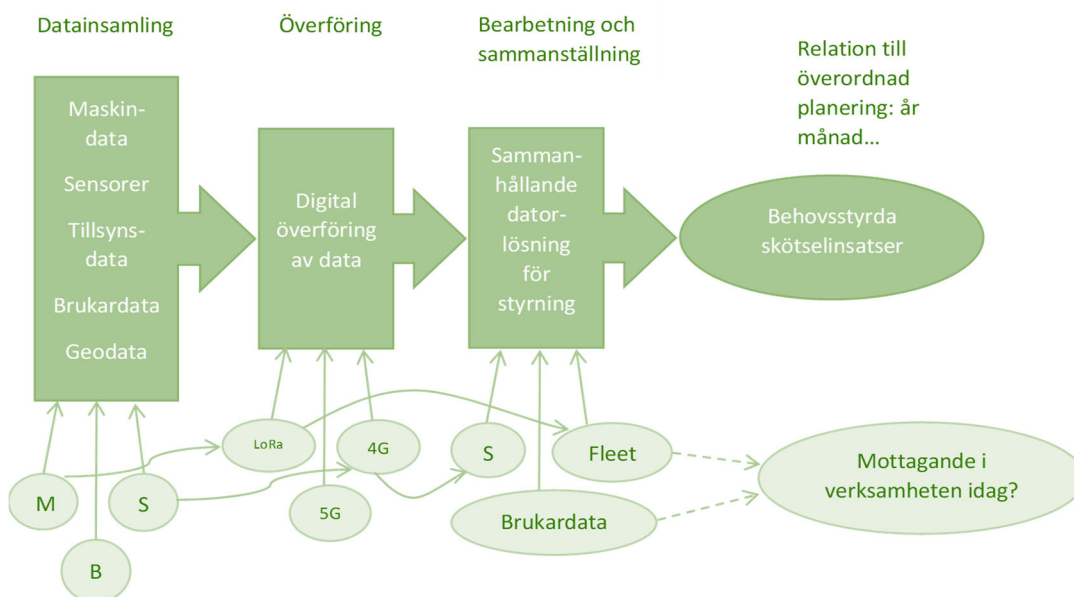
Skötseln av våra städer blir alltmer central allteftersom städerna växer och klimatet förändras. Existerande, samt planerade, grönytor, parker och trädplanteringar bör därför förvaltas och skötas på ett lämpligt och hållbart vis. Välmående grönytor, parker och träd gynnar städer, samhällen och människor i form av ekosystemtjänster. Dessa bidrar bl a till mildare klimat, bullerreducering och dagvattenfördröjning. Dessutom är gröna inslag i städer estetiskt tilltalande och kan ha värdefulla rekreativvärden.

Om de gröna inslagen ska kunna gynna städer och människor som beskrivet ovan krävs välfungerande rutiner bland beställare och korrekt utförda skötselinsatser. Utifrån andra genomförda Moviumprojekt (Kristoffersson, 2023) har en vision om det sammanhållande systemet för behovsstyrd skötsel av utemiljöer tagit form. Visionen är att hela utemiljön omfattas av ett smart system som registrerar alla ytor och klassificerar dessa efter rådande skötselkategorier.

Systemet låter dem som ansvarar för utemiljöerna definiera och behovsstyra skötselnivåerna baserat på information om brukares användning och förmedla till utföraren vilka skötselnivåer utemiljöerna ska uppnå. För detta krävs information om:

- Utemiljöerna – innehåll och tillstånd
- Brukarnas användning – både faktisk användning och uppfattningar om utemiljön
- Skötselresultatet – använda resurser, utförda aktiviteter och utemiljöns tillstånd

Figur 1 visar principerna från datainsamling till behovsstyrda skötselinsatser.



Figur 1 Systemprincip från datainsamling till behovsstyrda skötselinsatser.

Det kan framstå som en given lösning att samla all information på ett ställe och att den där analyseras och leder till rekommendationer för hur skötseln kan anpassas. När det blir en stor mängd information finns dock risken att ett system blir så pass omfattande att det blir omständligt att hantera, framförallt för personal på utförande nivå. Erfarenheter från Moviumprojektet

*Planeringssystem för behovsstyrd utemiljöskötsel genom användning av mätdata från sensorer* (Kristoffersson, 2023) visar att det finns risk att system med målet att generera arbetsordrar till personalen skapar alltför omfattande administration till följd av den stora mängden arbetsordrar. Å andra sidan finns det goda möjligheter att skapa stora samordningsfördelar om information från flera olika system som analyseras tillsammans och presenteras på ett sätt som underlättar bra beslut om arbetsutförandet.

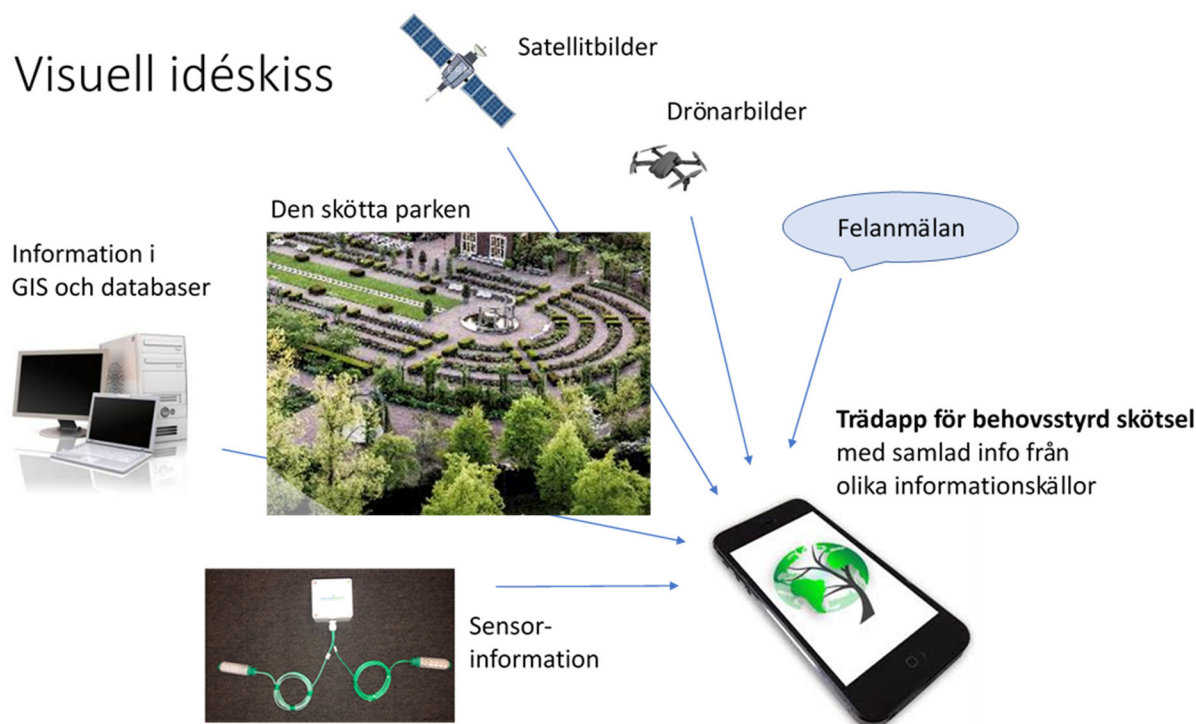
Från projektet Hållbara Smarta Parker i Göteborg har det framgått att det finns många olika lösningar som kan stötta behovsstyrd skötsel av utemiljö, men att de är dåligt integrerade och riskerar att bli isolerade öar utan samband med närliggande tillämpningar. Det är också så att det inte finns lösningar för många viktiga delar i skötselarbete som t ex att samla sensordata kring grässkötsel eller ogräsförekomst. Det kan konstateras att det idag finns för få delar färdigutvecklade för att börja bygga en app för skötsel av utemiljö som helhet.

När det gäller urbana träd finns det erfarenhet från flera olika system för att följa upp och hantera information om både enskilda träd och hela trädpopulationens betydelse. Många städer har utvecklade träd databaser som innehåller information om trädens historia, utveckling, status och skötsel men det finns också goda exempel på analyser av beståndens värde genom t.ex. I-tree. Flera städer har också experimenterat med markfuktssensorer för att styra bevattningsschema för stadsträd. Det saknas dock ett integrerat angreppssätt för att maximera nyttan av data och få systemen att kommunicera med varandra. På senare år har också tillgängligheten och upplösningen på satellitbilder och drönarbilder ökat, vilket öppnar upp stora möjligheter att få bättre återkoppling på både enskild trädutveckling och utveckling av trädbestånd.

Eftersom principerna är desamma för utemiljö- och trädskötsel, som såklart är en del av utemiljön, så är det ett bra sätt att med avgränsning till träd börja undersöka vad en samlande app för trädskötsel bör innehålla och hur den ska kunna byggas upp för att öka behovsstyrningen. Detta projekt ska ses som en del i att successivt utveckla delar av utemiljöskötsel som ett strategiskt val för att kunna laborera med några delar av helheten innan alla delar finns på plats.

Malmö stad och flera andra städer har idag information om flertalet träd i GIS och information om trädens tillstånd baserat på omfattande trädinventeringar. Denna typ av information samlas in vid speciella tillfällen och i regel med ett antal års mellanrum. I projektet vill vi se om det går att komplettera denna information med information som uppdateras oftare; veckovis, dagligen eller kontinuerligt. Denna information kan t ex samlas in via satelliter, drönare, sensorer eller felanmälan från stadens invånare. Det finns även väderinformation från SMHI eller lokala väderstationer att dra nytta av. I figur 2 illustreras visuellt visionen av hur denna information samlas i en applikation för behovsstyrd skötsel av träd.

## Visuell idéskiss



Figur 2 Visuell idéskiss med exempel på möjliga data som underlag i en app för skötsel av träd.

Vi ser att flera städer samlar in liknande data och har liknande problembild där en utvecklad applikation skulle kunna förbättra skötseln. Behovsstyrd skötsel har en stor potential för att styra skötselinsatser till rätt plats och rätt tid. Det kan därigenom skapas fler och bättre ekosystemtjänster tillsammans med ökat värde för brukare till en lägre kostnad och miljöbelastning. Drivmedel och arbetstid kan minskas eller användas mer effektivt. Detta projekt är ett första steg i att undersöka arbetssätt för behovsstyrd skötsel som på sikt kan stärka den gröna infrastrukturen i staden.

Långsiktigt finns ambitionen att skapa en applikation för behovsstyrd skötsel av hela utemiljön, men i detta projekt görs, som tidigare nämnts, en avgränsning till träd för att göra målsättningen hanterbar med de givna resurserna. Arbetet har genomförts i tre steg: Inledande studie av önskvärda funktioner, Undersökning av förutsättningar för att skapa öppna data och utbytbara moduler samt Utformning och test av en första version av Trädapplikation för behovsstyrd skötsel. SLU har haft huvudansvar för datainsamling kring funktioner och förutsättningar, Husqvarna har haft huvudansvar för utformning av första versionen av Trädapplikationen och Malmö Stad bidrar med underlag och kunskap om tillgänglig information och önskvärda funktioner. Arbetet har genomförts under 2023 med start efter årsskiftet och rapportskrivning har avslutats under våren 2024.

### Syfte

Den överordnade forskningsfrågan är: Är det en rimlig målsättning att olika smarta lösningar för behovsstyrd utemiljöskötsel samlas i en applikation?

Syftet med projektet är att undersöka hur en trädapp för behovsstyrd skötsel av träd kan utformas.

Målet är att utforma en testversion av trädappen genom att identifiera lämpliga funktioner baserade på ett antal olika datakällor och delas upp i tre delmål:



- Ett första delmål är att dels i dialog med personal på kommunen, dels genom att undersöka andra system precisera vilka funktioner som är önskvärda
- Ett andra delmål är att hitta former för att integrera olika datakällor och att säkerställa öppenhet i hanteringen av dessa för t ex utbyte av källor och/eller leverantörer med bibehållen funktion och tillgång till redan insamlade data
- Det tredje delmålet är att börja utforma en trädapp baserat på de två första delmålen och undersöka personalens uppfattning om trädappen.

### Avgränsningar

I detta projekt görs avgränsningar till Malmö Stad som utgångspunkt för kartläggning av arbetet med träd och försök att utforma en trädapp. Vad gäller inriktning på trädappen styrs detta av tillgänglig information både hos Malmö Stad och andra tänkta användare av appen. Den begränsade projektbudgeten styr också hur långt en app kan utvecklas inom projektet. Målsättningen är att identifiera innehållet i appen i form av en MVP (Minimum Viable Product) och att hinna några varv i utvecklingen av en POC (Prove Of Concept) av denna.

### Metod

Projektet har genomförts med **en inledande studie av önskvärda funktioner för en applikation** och detta görs med huvudansvar för SLU. Undersökningen delas upp i dialog med personal på kommunen och att undersöka andra system inom området nationellt och internationellt.

Nästa del är **undersökning av förutsättningar för att skapa öppna data och utbytbara moduler** och detta har Husqvarna huvudansvar för medan SLU bidrar med managementaspekter av hanteringen av den öppna informationen. En del innebär att hitta former för att integrera olika datakällor och att säkerställa öppenhet i hanteringen av dessa och en annan del om att hitta former för utbyte av källor och/eller leverantörer med bibehållen funktion och fortsatt tillgång till redan insamlade data. Detta moment har huvudsakligen kopplats direkt till utveckling av Trädappen som förutsättningar för vad som är möjligt att hantera i appen.

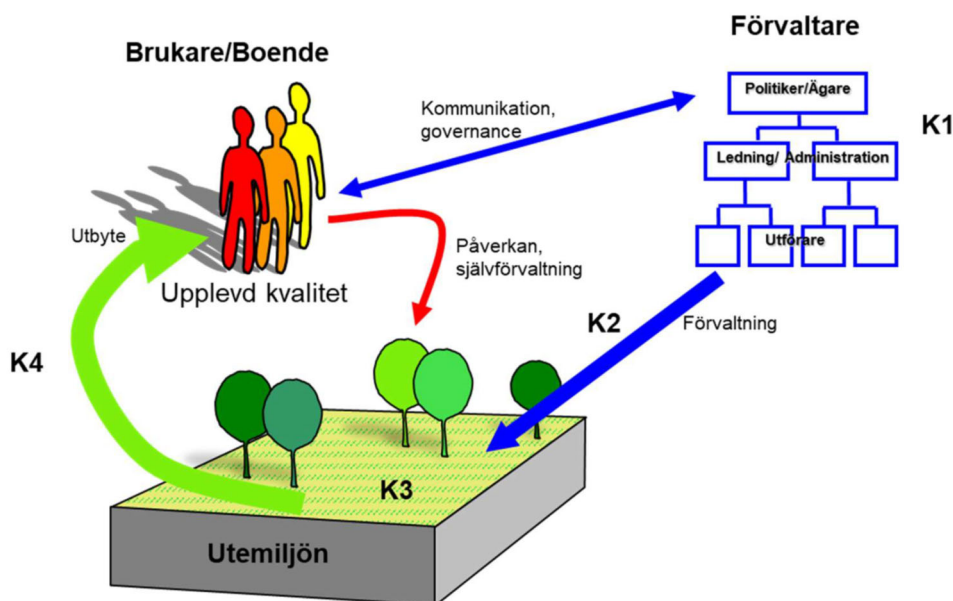
Med de föregående delarna finns det en grund **för utformning av en första version av Trädappen** för behovsstyrd skötsel, vilket varit Husqvarnas huvudansvar.

När den första versionen är klar återstår att utföra tester av appen för att testa funktionalitet och uppfattningar om den och detta ansvarar Husqvarna och SLU gemensamt för. En viktig del i detta är att undersöka Malmö Stads uppfattning om Trädappen och de funktioner som tagits fram.

### Teoretiska utgångspunkter

De teoretiska utgångspunkterna för projektet utgår från det tidigare Moviumprojektet *Planeringssystem för behovsstyrd utemiljöskötsel genom användning av mätdata från sensorer* (Kristoffersson, 2023). Figur 1 beskriver den grundläggande idén om hur behovsorienterad skötsel kan byggas upp från indata till skötselinsats. Grundfrågan om vilka tekniker för datainsamling som väljs, via formen för hur dessa landar i ett system för sammanställning och analys och slutligen till beslut om val av skötselinsats kommer att nagelfaras i försöken att utveckla en app för trädskötsel inom projektet.

Vi kommer också att förhålla oss till den kombinerade modellen för management och skötsellogik (figur 3) som innehåller den fysiska miljön – avgränsat till träden i det här projektet, den professionella förvaltarorganisationen och brukarna som drar nytta av träden på olika sätt. Det finns ett samspel och beroende mellan de tre delarna.



Figur 3 Kombination av Managementmodell och skötsellogik för skötsel av utemiljö

Effektlogiken illustrerar att olika insatser baserade på resurser, som används för att genomföra aktiviteter ger ett resultat som förhoppningsvis leder till önskade effekter. Kombinerar modellerna kan man se att resurserna styrs av förvaltaren (K1) som utför skötselaktiviteter (K2) för att uppnå resultatet (K3) som kan vara rätt skötta träd, vilka kan ge brukarna de avsedda effekterna (K4) t ex skugga, lä eller skönhetsupplevelser. Det som ska prövas i projektet är om det blir enklare att få till alla delar i systemet om det avgränsas till att omfatta endast träden i utemiljön. Det blir färre uppgifter att samla in om träden jämfört med hela utemiljön, men brukare och förvaltare är i huvudsak desamma.

En viktig fråga är att i grova drag beskriva vad som avses med Smarta applikationer för behovsstyrd skötsel av träd, som i projektet ofta kallas trädapp. Vad är det för skillnad på ett system, program eller app? I grunden hänger dessa ihop och handlar om digitala system som kan hanteras via olika enheter; från datorer till surfplattor och smarta mobiltelefoner. I datorsammanhang är benämningen ofta program och dessa är avsedda att klara större och fler uppgifter, vilket kräver större datorkapacitet. I mobilsammanhang är appar i regel mindre omfattande och löser mer avgränsade uppgifter. Ofta laddas en app ner i mobiltelefon för att komma åt och använda funktioner i ett större datorsystem, jmf bankappar för mobiler och surfplattor. I projektet undersöks olika digitala system som kan vara både program och appar, och det ses som en poäng att systemen går att komma åt via alla typer av enheter, dvs från dator till surfplatta och mobil.

När projektet undersöker olika typer av system är det tydligt att de finns olika grad av anpassningsmöjligheter kopplade till dessa. Systemen kan vara generella tillämpningar med begränsade anpassningsmöjligheter, generella med goda möjligheter att anpassa tillämpningar för enskilda användare och skraddarsydd tillämpningar helt anpassade för enskilda användare. Anpassningar är fördelaktiga för användare, men innebär samtidigt större eller mindre extra kostnader beroende graden av anpassning. En utgångspunkt för projektet är att undersöka

möjligheten att ta fram en app som inte kräver anpassningar eller endast begränsade anpassningar som användare kan göra på egen hand.

Tidsperspektivet för data är en annan av projektets nyckelfrågor. Trädinventeringar görs oftast med flerårsintervall och har därmed störst betydelse för den långsiktiga planeringen av trädbestånd i städerna. Ambitionen i projektet är att ta fram lösningar som har kortare uppdateringsintervall. Det kan vara allt från satellitbilder med hög upplösning till flygfotografering från drönare eller sensorer av olika slag.

Den sista aspekten i detta avsnitt är att lyfta blicken och relatera till digitala lösningar på nationell nivå när det gäller bygg- och förvaltning, där även utemiljön ingår som en självklar del. Under lång tid har hela byggbranschen arbetat med att digitalisera informationen i alla delar av planerings- bygg- och förvaltningsprocessen. Ett nyckelbegrepp är Building Information Modeling som förkortas BIM. Idén är enkel: att samla all information kopplad till bygg- och anläggningsprojekt i en digital modell som kan användas genom hela byggprocessen från projektering till byggande och förvaltning. Det finns många projekt med spännande resultat som visar möjligheter i form av smartare snabbare arbetssätt med förbättrade förtjänster i alla led (Kristoffersson et al, 2024). För att driva arbetet i Sverige finns sedan 2014 Bim Alliance som samlar många centrala aktörer i bygg- och fastighetsbranschen. Det är *en sektorsdriven ideell förening som arbetar för bättre samhällsbyggande med hjälp av BIM - digital strukturerad informationshantering* (BIM Alliance, 2024). Föreningen har som vision att driva samhällsbyggnads-sektorns digitala transformation och förnyade affärslogik för att främja en positiv och hållbar utveckling av sektorn i planering, byggande och förvaltning. Utvecklingen går på många sätt snabbt framåt, men det är stor skillnad mellan spetsföretagens användning och den stora andelen företag i alla delar av processen. Förändringen i riktning mot BIM som det dominerande arbetssättet går betydligt långsammare än förväntat och viktiga förklaringar är behov av standardisering för att underlätta utbyte av information i BIM-modellerna, organisations och ansvarsfrågor, kostnader för utbildning, programvaror mm och att tydliggöra vinsterna i alla led.

En intressant artikel av Shu et al (2022) myntar begreppet TIM (Tree Information Modeling) som parallell till BIM. De beskriver skillnaderna mellan träd som levande material och byggmaterial och föreslår en förnyad designprocess som inkluderar kontinuerlig utveckling baserat på trädens tillväxt. De föreslår en struktur för trädinformation och lyfter fram alla möjligheter till förbättring i alla led med stora likheter med BIM. Slutligen konstaterar de också att det kommer att krävas arbete med standardisering, ansvars- och kontraktsfrågor, utbildning och nya tekniklösningar. De noterar att implementering kommer att ta lång tid.

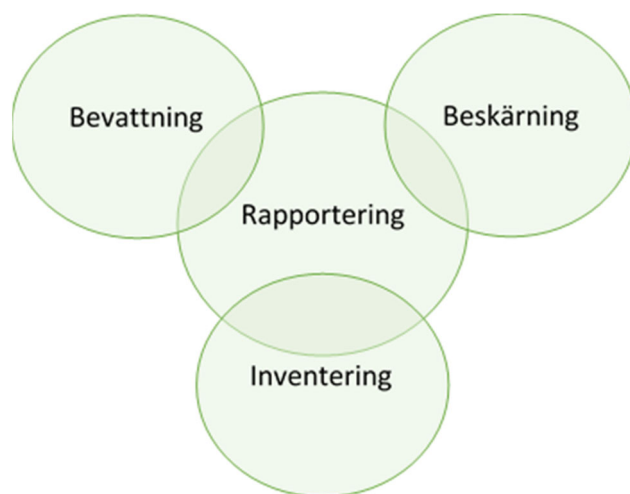
### Inledande studie av önskvärda funktioner för en applikation

Det första steget i projektet var att kartlägga hur arbete med träd är upplagt i Malmö och vilka underlag som används för planering, anläggning och genomförande av skötsel av träd.

Utifrån ett underlag med frågor skickades svar in till SLU som sammanställde dessa för diskussion och verifikation av att beskrivningen kan betraktas som rätt uppfattad och beskriven på ett rimligt sätt som grund för det fortsatta arbetet. Följande beskrivning är resultatet av detta arbete och redovisas så som det har presenterats under projektarbetet.

## Projektsummering 230328

I nuläget används ett flertal olika program och applikationer för att samla data om träd. Att samla all data/information i enbart en applikation kan bli mycket omfattande. Därför har avgränsningar gjorts. Med information från workshops har vi grupperat behoven i 4 användningsområden; bevattning, beskärning, inventering och rapportering. Dessa användningsområden är alla tillräckligt centrala för att Malmö stad skulle kunna ha en applikation för varje område. Det användningsområde som framstår som mest centralt för Malmö stads arbete med träd, och därför kan ses som central i en MVP, är rapportering. Området sträcker sig över de andra, enligt figur 4, och innefattar därför utförda skötselinsatser samt notering/anmärkningar gällande specifika träd. Tanken är att olika aktörer inklusive underentreprenörer enkelt kan rapportera till Malmö stad att en service/bevattning/beskärning är utförd, att anställda på Malmö stad eller konsulter enkelt kan skicka in inventeringar, och att stadens invånare enkelt kan höra av sig till Malmö stad med frågor gällande träd eller felanmälningar av träd.



Figur 4 Användningsområden att överväga i en app för arbete med träd

Målsättningen med appen är att samla informationen, men också att öka behovsstyrningen. Med koppling till modellen ovan finns följande grund för behov som kan tas in i en app.

Behoven som kan läggas till grund för styrning är exempelvis:

- Skötselbehov baserat på inventering som t ex lett till beslut om insatser kopplade till riskträd
- Bevattningsbehov baserat på bevattningsregim eller träd med fuktmätare i marken
- Beskärningsbehov baserat på en beskärningsplan eller någon form av automatiserad mätning av t ex fri höjd under träd i trafikmiljö
- Olika felrapporter från kommunens system

## Summering av workshops, diskussioner och möten

### Trädbeståndet

**Arbete med träd bedrivs i alla sammanhang där befintliga träd står eller där nya ska planteras.** Detta inkluderar både nybyggnation och utveckling av statsmiljöer. Dessutom förekommer studier och prognoser av befintliga bestånd samt planering och budgetering för framtida förvaltningsbehov.

Trädkartor för allmänheten finns med pedagogisk information och även krontäckningverktyg kan bli allmänt tillgängliga inom en nära framtid.

**Inventering och planering bedrivs ofta i samspel med konsulter.** Beslut om att bevara, utveckla eller fälla, samt undersökning av kron-tekningsgrad och analys av artsammansättning görs via GIS och sker i samarbete mellan träd-specialister och GIS-ingenjörer. Oftast krävs stöd av en GIS-ingenjör då specifik information ska tas fram från träddatabas/GIS-underlag.

**Det viktigaste arbetet är att underhålla träddatabasen** och därmed uppdatera information om trädbeståndet. För att underlätta arbetet skulle möjligheten att analysera trädbeståndet behöva vara enklare och på ett enkelt sätt kunna uppfatta/identifiera t ex sjukdomsbilden i beståndet.

Andra program som används är Fieldmaps Geosecma och Sokigo. Med programmen kan träd inventeras digitalt. Det finns en potential att bygga vidare på analys av bildmaterial. Höjd kan mätas och skador kan identifieras, men det beror på var bilderna tagits. Programmet uppdateras vart 2-3:e år med nya bilder (både foto och flygfoto vinter) och lidar, men används sällan för faktisk inventering. Mätning görs med skiktning på olika höjd.

## Anläggning och skötsel

**Arbete med träd i samband med anläggning sker i samarbete med konsulter t ex gatuingenjörer, landskapsarkitekter, plantskolor och landskapsingenjörer.** Alla projekt är olika och kräver därför olika planering och olika utföranden.

**Skötsel och drift baseras rutinmässigt på avtal och i vissa fall efter individuella beställares önskemål.** Rutiner för skötsel av specifika träd kan utformas i samråd med plantskolor. Arbetsmoment som kvarstår efter planering är **ogräsrensning, beskärning och bevattning**. Ogräsrensning och beskärning är manuella och tidskrävande. Bevattning av nyplanterade träd är mest tid- och resurskrävande då större fordon med stora vattentankar krävs.

**Bevattning är det viktigaste momentet**, då utan rätt och frekvent bevattning kommer träd att ta skada. Skadan kan också vara svår att identifiera i tidiga skeden och kan därför skada, eller till och med döda, träden först 3 säsonger senare. Därför önskas bättre kontroll över bevattning.

## Information om träd

**Information som används i samband med planering och förberedande av arbete med träd samt plantering av träd inkluderar GIS-underlag och erfarenhet.** Informationen om träd hittas i GIS-databaser och framförallt från erfarna kollegor, men också litteratur. Information som används i samband med skötsel beror på avtalet och de skötselinsatser som sker är baserade på vad som står i avtalet.

**Vad som efterfrågas är en beskärningskarta, bevattningsinformation, förenklad inrapportering från entreprenör, teamssamordnare för GIS, och frihöjd/bredd på trädkrona** (gäller i första hand gatuträd). Detta skapar säkrare uppgifter/information om skötsel av träd samt trädets välmående efterfrågas. Dessutom efterfrågas en möjlighet att kunna uppskatta trädets värde och hur det utvecklas över en längre period.

## Möjliga funktioner i en trädapp

Projektet undersöker om det finns en efterfrågan på en applikation där data från olika mätinstrument kan samlas och leda till bättre, mer precis och effektivare skötsel. För att säkerställa rätt nivå på en applikation kan ett lämpligt mål vara att **identifiera en Minimum Viable Product (MVP), dvs en lösning som tydligt fokuserar på få, men centrala, funktioner**. Detta betyder att väsentliga användningsområde behöver identifieras som är tillräckligt intressanta för att tidiga användare involverar sig och att det finns en hög utvecklingspotential. Efter detta kan applikationen byggas på och förbättras. Koppling till modellen med de olika användningsområdena visas kursivt inom parentes.

Smarta applikationer för behovsstyrd skötsel av träd

Tabell 1 Inledande tankar kring att identifiera en MVP med bedömning om användbarhet

Identifierade behov	Beskrivning	Metod för insamling av information	App-kompatibelt	MVP
Bevattningsinformation ( <i>Bevattning</i> )	Kunna säkerställa ett ungt träds välmående genom att mäta: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Markfukt</li> <li>- Temperatur</li> <li>- Luftfuktighet</li> <li>- Vattenupptag av träd (ev)</li> </ul>	Sensorer	Ja	
Beskärningskarta ( <i>Beskärning</i> )	Inventering av träd som ger information för var ett träd ligger och när det behöver beskäras	Okulär besiktning, drönare, satellit	Ja	
Förenklad inrapportering av entreprenör ( <i>Rapportering</i> )	Enkel checklista för entreprenörer att checka av arbete efter utförare för att sedan skicka till beställare	N/A	Ja	Ja
Frihöjd/bredd takkrona ( <i>Inventering</i> )	För att på ett objektivt sätt kunna samla data på träds storlek	Okulär besiktning, drönare, satellit, kameror	Ja	
Teamsamordnare för GIS ( <i>Inventering</i> )	För att enkelt ha tillgång till GIS-databaser	N/A	Nej (eller...?)	
Särskilt skyddsvärda träd ( <i>Inventering</i> )	Kunna kartlägga och värdera specifika träd med ”högre” värde	Okulär besiktning, inventering	Ja	
Åtgärda ärenden kring träd från kommunens system ( <i>Rapportering</i> )	Sortera ut och visa ärende som gäller träd.	Kommunens ärendesystem	Ja	Ja
Övervakning av träd ( <i>Rapportering</i> )	Kunna övervaka träd	Kameror, sensorer	Ja	Ja
Kartläggning av jordmån	Eg. kunna hitta vart det finns skelettjordar	Kartverktyg	Ja	
Felanmälningsverktyg ( <i>Rapportering</i> )	Kunna rapportera skador/händelser i relation till träd	Digitalt inrapporteringsverktyg	Ja	Ja

## Slutsats inför fortsatt arbete

Malmö stad använder sig av olika program för att samla information. Att samla alla program/källor i applikation är i nuläget svårt då funktionerna är för spridda och vissa program för avancerade. Därför framstår det som rimligt att gruppera de olika programmen efter specifika syften. De tre användningsområdena som framstått som mest centrala i arbete med träd är bevattning, beskärning och inventering (jmf figur 4). Grupperingen gör det möjligt att avgränsa vilka program som är av värde vid specifika moment när det kommer till skötsel av träd i städer. Ytterligare en aktivitet som förekommer genomgående och framstår som central och kanske mest angelägen är inrapportering. Detta innefattar rapportering av utförda skötselinsatser samt notering/anmärkningar gällande specifika träd, något som görs i relation till aktiviteterna i de olika användningsområdena, till Malmö stad. Olika aktörer inklusive underentreprenörer ska enkelt kunna rapportera till Malmö stad att en service/bevattning/beskärning är utförd, att anställda på Malmö stad eller konsulter enkelt kan skicka in inventeringar, och att stadens invånare enkelt kan höra av sig till Malmö stad med frågor gällande träd eller felanmälningar av träd.

## Reflexioner kring underlaget

Detta underlag ligger med i rapporten i samma form som det bekräftades av medarbetare från Malmö Stad och användes i projektet för att visa den grund som lades för arbetet med att ta fram en möjlig app för skötsel av träd. Den kom till nytta inte minst i processen där Husqvarna och SLU började dra upp huvudlinjer för utformning av en app.

Malmö är en stad som ligger i framkant när det gäller att hantera träd och många av de verktyg som finns är specifika för Malmö. Projektets målsättning gäller dock inte specifikt Malmö utan avser att med staden som exempel kunna identifiera generella möjligheter. En aspekt är också att en extern part ska kunna utveckla och tillhandahålla en app som kan användas av alla kommuner. Detta leder bl a till behovet att begränsa anpassningar för varje enskild användare eftersom detta är ett stort arbete.

Att använda detta underlag under projektets förutsättningar innebär vissa begränsningar. Om en IT-konsult upphandlades direkt av Malmö för att utforma en trädapp specifikt för Malmö Stad skulle resultatet sannolikt skilja sig från det förslag som utformats inom projektet och som beskrivs i kommande avsnitt.

## Kartläggning av system inom området nationellt och internationellt

Eftersom det både nationellt och internationellt finns ett stort intresse för träd i stadsmiljö och olika sätt att analysera, sköta och utveckla dessa finns det också system utvecklade för olika användningsområden. I projektet har vi undersökt ett antal relevanta system, utan att göra anspråk på att vara heltäckande. Vi har valt att lyfta fram ett relativt brett spektrum av system med olika funktioner. Här redovisas ett antal kortfattat och hur de relaterar till de olika användningsområdena (jmf figur 3). Alla system har olika sätt att redovisa insamlade data i rapporter på skärm eller på papper. Rapportering, i tabellen efter varje system, innebär att utförare kan lägga in information efter utfört arbete så att beställaren är uppdaterad på vad som är utfört.

En grov indelning av system kan göras:

- GIS-baserade system som innehåller data om träd, t ex placering, art och ESS. Dessa träddata kan vara offentliga eller avgränsade till professionella förvaltare
- System för hantering av träd professionellt från inventering till skötselinsatser
- System för förvaltning av hela utemiljön inklusive träd
- System som tagits fram för skogstillämpningar
- System för mätning och presentation av data om träd

### *Stadsträd.se och LifeUrbanGreen*

Dessa appar erbjuder information om stadsträd via kartbild i GIS där en kan markera ett träd och få information om art, krondiameter mm. De representerar exempel som finns i många varianter över världen. Principen för kommunernas GIS-lösningar är densamma med en geografisk position i en karta och träd som objekt med olika typ av information kopplade till det enskilda trädet (jmf figur 5).

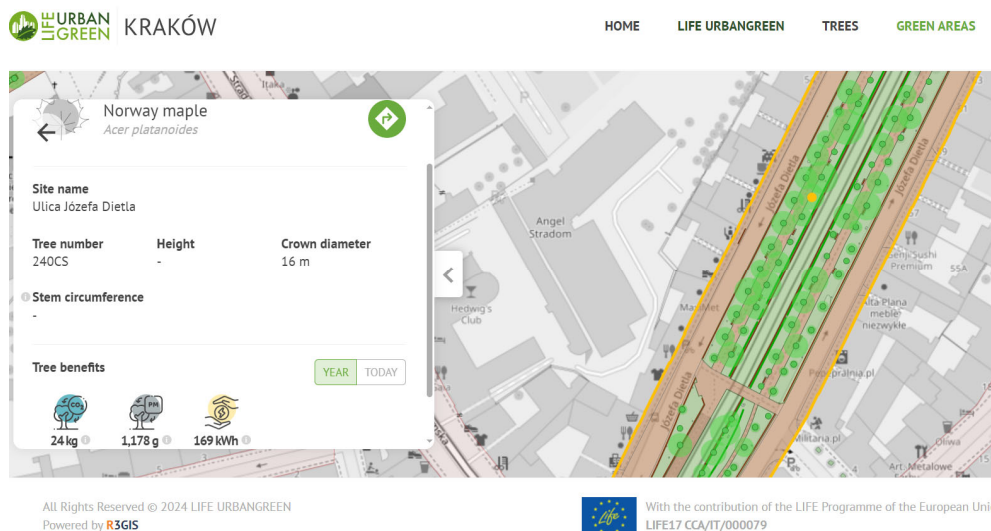


Figur 5 Bildexempel och funktioner i Stadsträd (stadsträd.se)

Bildexemplet från Krakow i figur 6 visar resultatet av EU-projektet LifeUrbanGreen där många parter underökt trädens ESS och på bilden är en Norsk lönn med 16 m krondiameter markerad. Den binder 24 kg CO<sub>2</sub> per år, binder 1 178 gram partiklar per år och sparar 169 kWh energi per år.



## Smarta applikationer för behovsstyrd skötsel av träd



Figur 6 Bildexempel och funktioner i LifeUrbanGreen ([krakow.lifeurbangreen.eu](http://krakow.lifeurbangreen.eu))

Funktionen i denna typ av system kan byggas på eller ha olika typer av fokus. I Berlin finns en app som kallas "Vattna grannskapet" ([giessdenkies.de](http://giessdenkies.de)) där bl a trädens vattenbehov framgår och privatpersoner kan adoptera träd som de tar ansvar för att vattna.

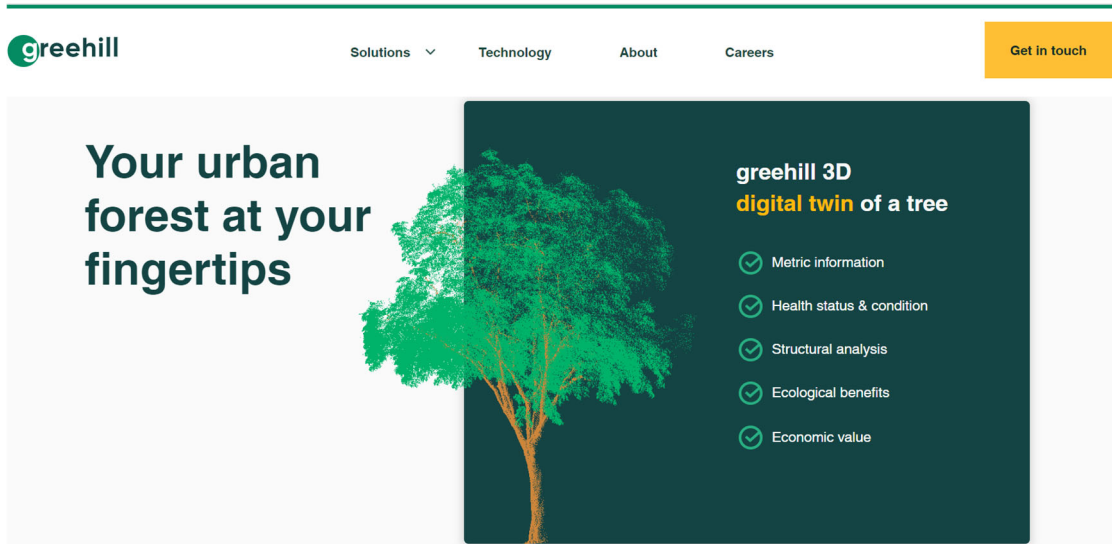
Systemens användningsområden – GIS-baserade system som innehåller data om träd

Inventering	Bevattning	Beskärning	Rapportering	Övrigt
Ja	Nej (Berlin ja)	Nej	Nej	Öppen för alla

### Greehill

Greehill är ett system för digital stadsträdförvaltning. Plattformen hjälper, enligt företaget, arborister att utföra förstainspektioner på distans, så att de kan spendera mer tid på plats och proaktivt ta hand om sina träd. Det finns en avancerad teknik för att skanna träd och skapa en digital modell. Baserat på modellen kan en mängd beräkningar göras – trädhälsa, ESS, ekonomiskt värde mm – vilka kan läggas till grund för analys av hela bestånd och enskilda träd.

Malmö stad testat systemet och kan konstatera att det går snabbt att samla in data jämfört med inventering på plats. Det fordon som scanningsutrustningen monteras på avgör var det går att komma fram för att inventera (i Malmös fall var den monterad på ett tak på en personbil). Informationsmängden blir omfattande och AI-baserade analysverktyg utvecklas för att rationalisera arbetet med analys av tusentals inskannade träd. Figur 7 visar exempel på hur trädmodellen i 3D presenteras och innehåll i systemet.



Figur 7 Bildexempel på modell och funktioner i Greehill (greehill.com)

Systemets användningsområden: hantering av träd professionellt från inventering till skötselinsatser

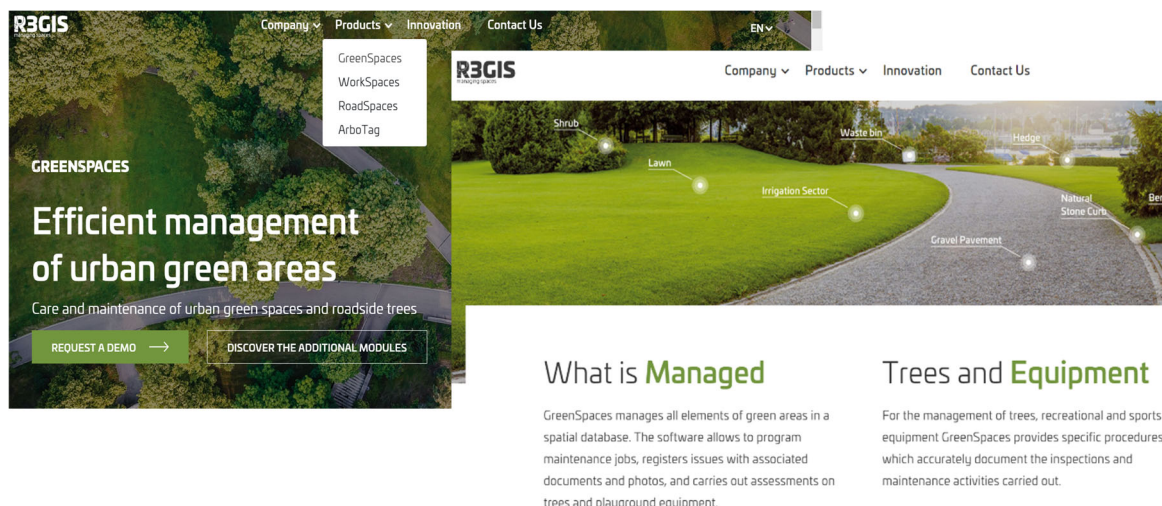
Inventering	Bevattning	Beskärning	Rapportering	Övrigt
Ja	Nej	Ja	Ja, för beskärning	Avancerat system för digital inventering och analys

### GreenSpaces

GreenSpaces hanterar alla delar av grönområden i en rumslig databas. Programvaran gör det möjligt att hantera skötselarbete, registrera problem med tillhörande dokument och foton, samt utföra bedömningar av träd och lekredskap. Data för hanterade objekt, rapporteringsformulär, typer av jobb mm kan anpassas efter olika användares behov.

Systemet grundar sig i ett EU-projekt (Life Urbangreen) och har lösningar för att hantera t ex bevattning och beskärning mht dagsaktuella väderleksrapporter. Data från EU-projektet har också använts för att kunna ge rekommendationer om behov av bevattning mht art, placering och vädertrender mm (och därigenom undvika investeringar i t ex fuktmätare). Figur 8 visar exempel på innehåll i systemet.

## Smarta applikationer för behovsstyrd skötsel av träd



Figur 8 Bildexempel och funktioner i Greenspaces (r3gis.com)

Systemets användningsområden – för förvaltning av hela utemiljön inklusive träd

Inventering	Bevattning	Beskärning	Rapportering	Övrigt
Ja	Ja	Ja	Ja	Heltäckande system för planering och skötsel av utemiljö

### Arboreal Skog

Denna app erbjuder digital mätning av skog via mobiltelefon där en mäter träden i provtytor och får veta antalet träd per hektar, trädslag, diameterfördelning, medeldiameter, medelhöjd, grundyta och volym (jmf figur 9).

#### Arboreal Skog - en riktig digital klave

Många pratar om digitalisering. Arboreal går från ord till handling och erbjuder en digital mätning på riktigt.

På riktigt ska du lämna dina manuella verktyg hemma.

På riktigt är en digital lösning inte ett manuellt instrument med en grå-svart skärm.

På riktigt levererar vi ett digitalt verktyg direkt ner i telefon direkt från molnet.

På riktigt mäter du allt digitalt, utan extra stöd från referensskyltar eller pinnar.

#### Vilka fördelar har Arboreal Skog?

- Du har alltid med dig ditt mätverktyg
- Bra träffsäkerhet
- Du får resultatet direkt när du är klar
- Du behöver inga extra verktyg eller referensskyltar / pinnar
- Du känner igen hur det fungerar om du mätt skog med manuella verktyg
- Du har full kontroll över mätningen
- Skippa papper & penna och dubbelregistrering
- Fungerar offline



Figur 9 Bildexempel och funktioner i Arboreal (arboreal.se)

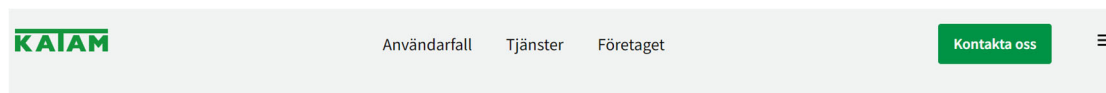
Systemets användningsområden – har tagits fram för skogstillämpningar

Inventering	Bevattning	Beskärning	Rapportering	Övrigt
Ja	Nej	Tveksamt	Nej	Skogstillämpning

## Smarta applikationer för behovsstyrd skötsel av träd

### KATAM

Katam använder mobiltelefon och/eller drönare för datainsamling och ger exakta mätresultat och en detaljerad översikt över individuella trädhöjder, diametrar och stamtäthet i alla bestånd. Analyser av data presenteras visuellt som ges exempel på i figur 10.

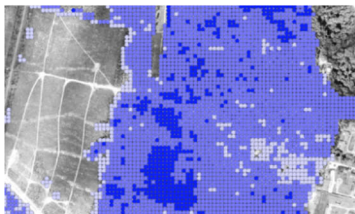


**KATAM**      Användarfall    Tjänster    Företaget      **Kontakta oss**    ☰

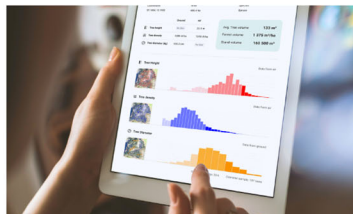
### Ingår alltid i Katam



**☑ Digitala mätningar**  
Använd drönare eller smartphones för att snabbt och exakt mäta skogsbestånd.



**☑ Exakta skogsdata**  
Se detaljerade data och fördelning av trädhöjder, stamtäthet och diametrar.



**☑ Rapporter och beslutsstöd**  
Skapa utförliga rapporter att dela med kunder eller din skötselgrupp.

Figur 10 Bildexempel och funktioner i Katam (katam.se)

Systemets användningsområden – har tagits fram för skogstillämpningar

Inventering	Bevatning	Beskärning	Rapportering	Övrigt
Ja	Nej	Tveksamt	Nej	Skogstillämpning

### Soilscout

Soilscout tillhandahåller digitala, trådlösa mätare som kan grävas ned och visa jordens fukthalt, temperatur och salinitet. Värdena skickas med önskade intervall och kan läggas till grund för bevatning efter behov. Som bild 11 visar redovisas resultatet visuellt och i olika typer av enheter.



Figur 11 Bildexempel och funktioner i Soilscout (soilscout.com)

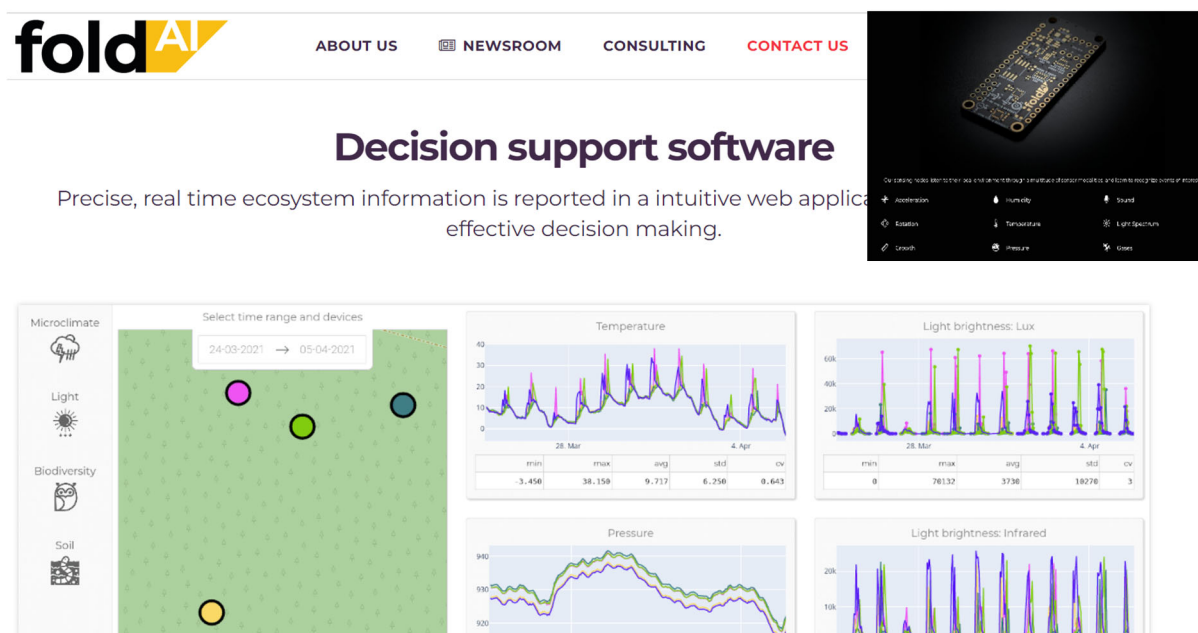
## Smarta applikationer för behovsstyrd skötsel av träd

Systemets användningsområden – mätning och presentation av data om träd

Inventering	Bevattning	Beskärning	Rapportering	Övrigt
Givarposition	Analys	Nej	Nej	Mäter fukthalt, salinitet och temperatur och skickar trådlöst

### FoldAI

Fold AI är ett litet hightechbolag under utveckling som använder ett avancerat chip som kan registrera många olika värden; tillväxt, fukthalt, temperatur, tryck mm. Data redovisas grafiskt och kan användas som beslutsstöd (jmf figur 12). Tillämpningsområdet är brett, men ESS och management betonas.



Figur 12 Bildexempel och funktioner i FoldAI (fold.ai)

Systemets användningsområden – mätning och presentation av data om träd

Inventering	Bevattning	Beskärning	Rapportering	Övrigt
Ja	Analys	Nej	Nej	Avancerad datainsamling av många olika mätvärden

### Reflexion kring redovisade exempel på trädappar

I de fem grovt skissade appkategorierna som togs upp i inledningen på detta avsnitt har ett eller några exempel presenterats per kategori. Dessa är avsedda att spegla möjligheter och vad som finns tillgängligt 2024. Vi har inte gått in på andra system som t ex Google Streetview eller andra öppet tillgängliga bildkällor. Malmö Stad gör själva foto- och lidarskanningar av staden och har databaser med GIS-koppling för många funktioner. Eftersom intentionen varit att undersöka möjligheten till system som kan erbjudas till många kommuner eller andra markägare har fördjupningar inte gjorts i dessa områden. Husqvarna har också ett öppet system, HUGSI, som bygger på öppna data från satellit och visar ett index på hur grön en stad är, vilket bl a inkluderar krontäckning.

## Smarta applikationer för behovsstyrd skötsel av träd

En snabb analys av de valda områdena visar att de flesta systemen har med inventering, några ger grund för analys av beskärning och bevattning och några inkluderar rapportering. Endast ett av de presenterade system klarar alla fyra områdena och det är GreenSpaces som gör detta för hela utemiljön inklusive träden. GreeHill som samlar upp och redovisar omfattande information om inskannade träd kan registrera uppdaterade uppgifter, men är i dagsläget inte utformat som ett heltäckande managementsystem för planering, genomförande och uppföljning av trädskötsel.



## Utveckling av app för hantering av träd i staden

Med utgångspunkt från kartläggningen av hur Malmö stad arbetar med träd och inspiration från sammanställningen av andra appar med koppling till träd påbörjades en process för att se hur en möjlig app som samlar alla aktiviteter och all information kopplad till träd skulle kunna utformas. Principupplägget var en iterativ process där Husqvarna i samarbete med företaget Arboair (ett teknikföretag inom skogsförvaltning) tog fram alternativ på en MVP som presenterades och diskuterades vid gemensamma möten mellan SLU och Husqvarna. Nästa avsnitt beskriver den workshop i september med speciellt fokus på appen som då var i steg 1 som POC (Proof Of Concept) och hölls på plats i Alnarp med alla parter närvarande. Ytterligare ett avslutande möte hölls i slutet av november med fokus på steg två, dvs POC 2.

Viktiga frågor i projektet har varit hur data kan samlas in, relateras till befintliga data och hur en tänkt användare av appen kan se ut. Många potentiella användare har tillgång till en GIS-databas med information och trädens plats och olika egenskaper. Om kompletterande information genom t ex foto från en drönare används måste denna kunna kopplas samman med befintlig databas. I projektet har vi sett att detta är tekniskt lösbart och att det inte bör orsaka administrativa problem. Vi har dock inte kommit tillräckligt långt för att det ska vara meningsfullt att på detaljnivå reda ut formella organisatoriska och juridiska aspekter rörande vem som äger och har tillgång till data av olika slag. Denna del av syftet är det således svårt att hantera närmare inom projektet. När det gäller potentiella användare har vi diskuterat flera olika scenarion från olika kommunala medarbetare till arboristföretag och hur dessa kan tänkas samverka. Under processen har Husqvarna gjort ett utkast på koncept under arbetsnamnet HUGO. Detta tar bl a fasta på identifiering av beskärningsbehov, hantering av beställning, genomförande och uppföljning. En idé har handlat om att ta fram ett system som kan identifiera behov och hantera samverkan mellan en kommun som beställare och arborist som utförare. Figur 13 visar några tankar kring utmaningar och potential.



Figur 13 Utmaningar och potential från presentation med Arboair

Med utgångspunkt från att kunna göra tekniklösningar för smidigare inventering har ett antal scenarion varit uppe för diskussion och figur 14 tar upp några av dessa.



Figur 14 Exempel på scenarion från presentation med Arboair

Efter diskussioner och kontakter med parter även utanför projektgruppen blev målsättningen för utveckling av en POC enligt bild 15.

## Proof of Concept - Mål

Sept - Dec 2023

Mål: visa hur vi kan göra trädinventering mer effektivt med drönarflygning och bildanalys

- Databas från trädinventering
- Analys av trädbestånd och områden
- Identifiera åtgärdsbehov
- Beslutsunderlag för stadsplanering

Parametrar:

- GPS-position
- Kron diameter
- Höjd
- Diameter
- Volym
- Riskbedömning

Figur 15 Målsättningar för POC:en från presentation med Arboair

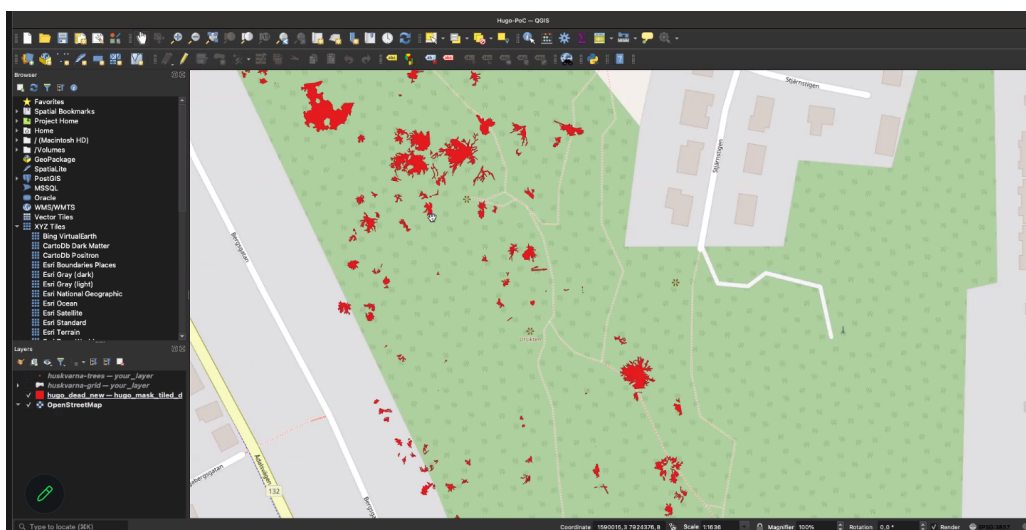
Detta blev ett sätt att undersöka möjligheter som finns för att överföra och implementera nya smarta lösningar inom skogsförvaltning i stadsmiljö. De uppenbara fördelarna med tekniken är att kunna dra nytta av standarddrönare som styrs via ett system så att de med automatik kan skanna stora områden snabbt. Data i form av bildmaterial från drönaren överförs sedan via inläsning av data i en molnbaserad plattformslösning som kan göra AI-analyser som visar t ex skador eller sjukdomar i trädkronor. Första försök enligt POC 1 gjordes med tekniken i Husqvarna och bild 16 visar exempel på resultat.





Figur 16 Exempel på resultat för POC 1 från presentation med Arboair

Stadsparken i Husqvarna har mycket träd och ganska stora nivåskillnader och gjorde att GPS-positionen fick en relativt stor variation på +/- 15 meter. För användning i stadsmiljö krävs högre noggrannhet för att kunna avgöra hos vilken markägare som trädet står och vem som därmed har ansvar för trädet. Baserat på AI-analys kan skadade träd analyseras och i bild 17 visas dessa i rött.



Figur 17 Exempel där röd markering visar skadade träd för POC 1 från presentation med Arboair

Det område i parken som inkluderades i drönarflygningen hade runt 20 000 träd och analysen visar att 1400 hade någon form av skada, motsvarande drygt 5%. De röda markeringarna kräver besök på plats för att avgöra om åtgärder är nödvändiga.

I relation till de identifierade områdena i kartläggningen fokuserar denna POC främst på inventering och beskärningsbehov baserat på riskbedömning. Denna POC diskuterades vid workshopen som beskrivs i följande avsnitt.

## Workshop med diskussion om appen avseende funktionalitet och uppfattningar om den

I slutet av september höll projektet en workshop i Alnarp med alla parter närvarande. Mötet hölls i tre delar med start i en återblick över arbetet, presentation av ett förslag på app (POC 1).

Husqvarna och Arboair presenterade HUGO och projektet, vilket Malmö Stad såg för första gången. Arboair är ett företag som består av 10 personer och erbjuder två huvudsakliga tjänster: en relaterad till skogsskador och en annan kallad "Arbo analytics". Deras arbetssätt beskrevs som att med drönare för att flyga över fastigheter/mark, samla visuell data som sedan analyseras med hjälp av AI-driven bildanalys. Tjänsten kan nås via en onlineportal, och de betonar en plug-and-play-ansats, vilket säkerställer att all deras hårdvara, inklusive drönare, fungerar smidigt. De fokuserar främst på barrträd som gran och tall, men lövträd registreras och grupperas under en och samma kategori.

Från början var HUGO ett tidigt initiativ från Husqvarnas sida som nu utvecklas tillsammans med Arboair. Målet är att inventera träd i urbana skogar och skapa digitala tvillingar för modellering och simulering. De vill kunna uppskatta värden som ekosystemtjänster och fokuserar på olika scenarier som riskhantering, vitality check, canopy coverage/green surface och stadsplanering. Särskilt "canopy coverage" och stadsplanering är av betydelse för Malmö kommun. Projektet HUGO fokuserar på trädinventering, där specifika detaljer som trädslag inte är lika viktiga som aspekter som storlek, massa och placering. Parkområden där andra aktörer som t ex Greehill med fordonsmonterade skannrar inte kan komma till är en viktig fördel med HUGOs utveckling. Medan huvudfokus ligger på arborister och kommuner, är det även centralt att systemen kan korsreferera och interagera mellan olika appar. Rapportering av träd på individnivå istället för bara ytor är avgörande, liksom förmågan att klassificera olika områden, inte bara parker, utan också stråk, alléer, koloniområden etc, med hänsyn till deras sammanhang, mått och vitalitet.

En diskussion om nödvändiga grunddata fördes och stamomkrets, höjd och krondiameter är essentiella. Trädappen Curio diskuterades, men många anser att det inte är särskilt användarvänligt. Det råder viss osäkerhet kring hur mycket data man kan hantera. Malmö stad inventerar inte naturliga skogsträd, men det finns ett växande intresse för deras dimensioner och antal. Skogssystemens AI-analyser är mest effektiva för gran och tall, men det finns en potential att analysera lövträd på motsvarande sätt. En gemensam uppfattning under mötet var att det är en fördel att kunna genomföra egna flygningar med drönare, vilket innebär att kunna göra mer frekventa uppdateringar. Viktiga parametrar som diskuteras under mötet inkluderar riskhantering, vitalitet, krontäckning och möjlighet att använda underlaget vid stadsplanering. HUGO som metod är enklare att använda oftare och för kompletterande datainsamling jämfört med att beställa inventering av Greehill. Grunddata om trädvolym och ålder är viktiga, men det uppstår osäkerhet kring om fokus ligger på skötsel eller beståndsanalys. Arborister har framfört att liknande tjänster redan existerar och har sina egna insikter, rutiner och verktyg.

Malmö Stad betonar att driftaspekter som riskbedömning, fri höjd under trädkronor i vägmiljö och trädens struktur (för uppbyggnadsbeskrivning) är viktiga att ha med. Fokus ligger på vikten av att känna till trädens placering, då många inte registrerar denna information vid inventering. Möjligheten att identifiera och inventera nyutvecklade ytor vore intressant. Malmö Stad framhåller också att det är intressant att kunna samla data som gör att det går att kvantifiera fördelarna som träd ger i relation till temperatursänkning och dagvattenhantering (ESS).

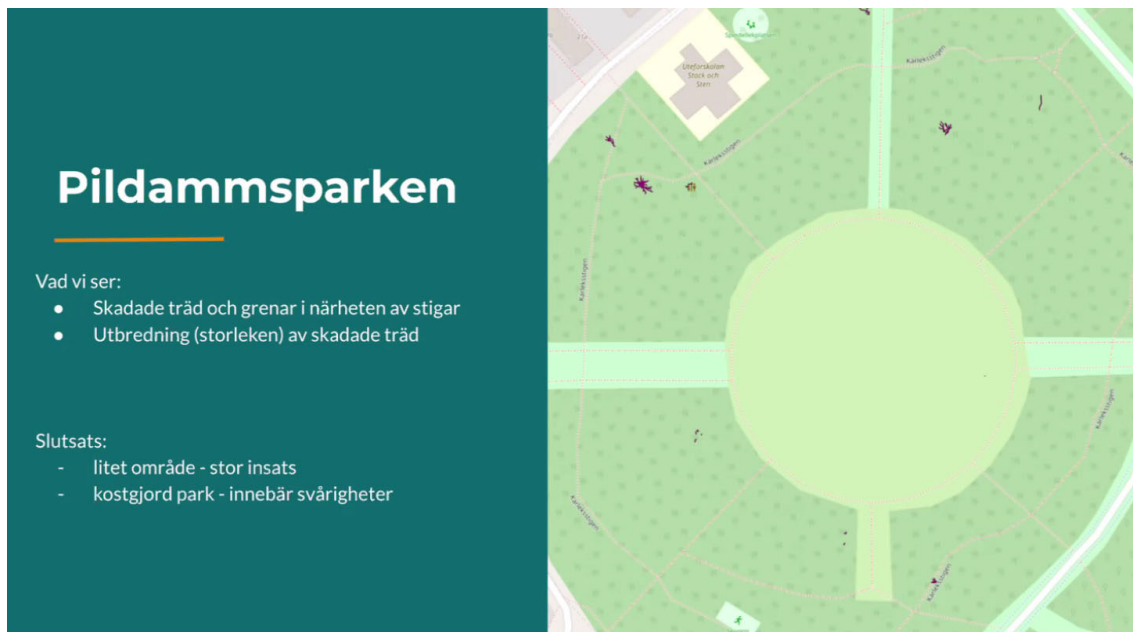
Andra överväganden om relevanta indata inkluderar kontexten för träd, vilken typ av yta det står i, och betydelsen av kunna identifiera enskilda träd i inventeringen. Att plantera nya träd i en stadsomgivning kan kosta 100-150 tkr och då behövs mycket information om kontexten för att göra

etableringen på bästa sätt. Det återstår att se om Hugos noggrannhet kan uppfylla önskemålen om att identifiera nyplanterade träd och hantera flera pågående projekt samtidigt, där en utmaning är att anpassa kommunikationen till varje specifik situation. Omfattande inventering sker ofta inför nya investeringar för att bedöma befintliga resurser, särskilt trädens vitalitet. Möjliga intressenter för HUGO kan vara kommuner och trädkonsulter.

### Fortsatt utveckling av appen för identifierade behov

Baserat på workshopen fortsatte arbetet med att utveckla och testa en andra version av POC:en på HUGO. Tester gjordes i Linköping och Malmö för att se hur noga det går att göra skanningarna från drönaren.

Vid det avslutande mötet mellan parterna diskuterades resultaten bl a utifrån figur 18 som visar försöksplatsen i Malmö, en del av Pildammsparken i Malmö som kallas "Tallriken".



Figur 18 Exempel från POC 2 där röd markering visar skadade träd från presentation med Arboair

Som framgår av punkterna i figur 18 går det att se enskilda skador och storleken på dessa baserat på analysen av de bildmaterial som samlas in med kamera från drönaren. Däremot konstaterades att det i rådande utvecklingskedan krävs en relativt stor insats i förhållande till det resultat som går att ta fram. Sett ur ett skogsperspektiv innebär en park en konstgjord miljö, vilket medför svårigheter för befintliga algoritmer. Det måste till mer träningsdata för att systemen ska fungera i dessa miljöer i staden. Erfarenheten från Linköping var likartad.

Som avrundning lyftes blicken något för att fundera över vad fjärranalys (remote sensing) kan användas till när det gäller datainsamling kring träd (jmf figur 19) med fokus på parternas kompetens.

## Remote sensing + fält

Metoder vi ser värde i för remote sensing för use casen.

- Satellit:
  - Green site index (grönryta) - Hela städer
  - Lösning: HugsI
- Flygplan:
  - Laserdata (höjder, diametrar, volymer) - Hela städer
  - Lösning: HugsI/Arboair
- Drönare automatisk:
  - Skadeinventering och databas (antal träd, trädslag) - Friväxande bestånd
  - Lösning: Arboair
- Drönare friflygning:
  - Skadeinventering - hela städer
  - Lösning: Arboristerna själva
- Markinventering
  - Skadeinventering och databas (antal, höjd, diameter, frihöjd, trädslag, åtgärder) - Parker och gatuträd
  - Lösning: Manuellt eller Arboreal.



Figur 19 Tankar kring fjärranalys av träd i stadsmiljö från presentation med Arboair

Mötet konstaterade att satellitbilder kan ge bra överblick. En jämförelse är att Stadsträd.se använder laserdata från lantmäteriet för sin analys och det ger rimligt resultat. Den lösning som handlar om automatisk drönarflygning (som i försöken med HUGO) kan bidra med skadeanalys om den utvecklas. Den kan också användas på t ex de skogsbestånd där Malmö Stad idag inte analyserar alla träd på individnivå – detta är en tydlig ny potential. Det finns dock andra företag som nämnts i kartläggningen av tillgängliga system och i de här fallet finns både KATAM och Arboreal som alternativ.

För fjärranalys gäller val av olika mätmetod på olika ställen. Snabbskanningsmetod ger idag för låg upplösning för staden och andra skanningsmetoder tar längre tid att flyga. Rörelser i träden kan göra bilderna oklara och för tät skog tillåter inte flygning under kronan, vilket betyder att laserskanning är nödvändig för säker beskrivning.

Noggrannheten i positionen är viktig för att kunna synkronisera data från olika leverantörer. Träningsdata från ett antal flygningar skulle ta ett antal månader genomföra för att få fram modell. Avgörande frågor vid realisering av olika lösningar är olika parter roller, dels för att skapa en marknad, dels att som leverantörer vara beredd att ta kostnaden för utveckling. Olika lösningar behöver paketeras så att det blir mer generellt. Kanske kan ett resonemang baserat på 80/20 regeln läggas till grund för att hitta en bra balans ur olika perspektiv.

Sammanfattningsvis kan en säga att försöken att utforma en trädapp landade i att testa metoder från skogen med snabbare uppdateringsmöjligheter för att se om vad som krävs för att dessa ska fungera i staden. Noggrannheten visar sig vara en avgörande parameter eftersom tomtgränser är viktiga i staden – det krävs minst meterprecision för att vara relevant. Det framgår att riskträdsanalys är överförbar från skogsanalys, men att nya träningsdata är viktiga för att lära AI hantera lövträd.

Om vi återvänder till vilka av de inledningsvis identifierade områdena som kan lösas med drönare i staden – inventering, bevattning, beskärning och rapportering – så blir svaret inventering (både för stadsplanering och enskilda träd), riskanalys för beskärning och rapportering av genomförd beskärning. Bevattning kräver mer inläring för att systemen ska kunna hantera detta.

## Diskussion

Den överordnade forskningsfrågan för projektet är: Är det en rimlig målsättning att olika smarta lösningar för behovsstyrd utemiljöskötsel samlas i en applikation? Detta är en fråga som knyter an till tidigare projekt för Vinnova och Movium i en testbädd i Göteborg. Nyckelfrågan här är vad det går att dra för slutsatser när man har avgränsat frågan till att gälla träd istället för hela utemiljön. En grundläggande idé har varit att det finns mer information och delsystem när det gäller träd och att det därför skulle kunna gå att bygga en applikation som samlar allt som krävs för att sköta träd mer behovsstyrt (jmf figur 2). Har då detta projekt med fokus på att skapa en trädapp som tar med all nödvändig information för att sköta träd lagt en grund för att besvara den större frågan?

För att svara på denna startar diskussionen med att återvända till syftet:

*Syftet med projektet är att undersöka hur en trädapp för behovsstyrd skötsel av träd kan utformas.*

Syftet kan sägas vara uppfyllt i och med att den finns en trädapp i form av en POC som har utvecklats i ett par steg. Ytterligare precisering finns kopplad till *projekt målet*, vilket har varit *att utforma en testversion av en trädapp genom att identifiera lämpliga funktioner baserade på ett antal olika datakällor*. Detta har brutits ner till tre delmål som här diskuteras i tur och ordning.

*Ett första delmål är att dels i dialog med personal på kommunen, dels genom att undersöka andra system precisera vilka funktioner som är önskvärda.*

Dialogen med Malmö Stad resulterade i en beskrivning av arbetet med träd (jmf s. 12-15) där ett antal grundfunktioner lyftes fram enligt figur 4. Dessa lades till grund för att ta fram tänkbara funktioner i en MVP som inte försöker lösa allt utan strävar efter att identifiera de mest värdefulla funktionerna för arbete med skötsel av träd. En tabell med exempel på funktioner och deras applicerbarhet i en trädapp sammanställdes. Eftersom Malmö är en stad som arbetar mycket med träd och dess utveckling kan det diskuteras om den beskrivning projektet landat i är relevant för ett större antal kommuner eller om den är för speciell i jämförelse med andra kommuner. Projekts uppfattning är att Malmö är speciellt och ligger i framkant, men att de därigenom är intressanta och relevanta eftersom det finns ambitiösa mål. Projektmedarbetarna har också erfarenhet av arbete med många andra kommuner och uppfattar att beskrivningen gäller i hög grad även för andra kommuner.

Vad gäller den kartläggning av system som genomförts är uppfattningen att den lyfter fram många olika typer av tillämpningar som är relevanta för skötsel av träd i städer. Ett antal kompletterande exempel har lagts i bilaga som ytterligare inspiration. Bilden är att det finns många system utöver de som redovisats och att risken finns att något relevant exempel kan ha missats (eller tillkommit efter projektets avslut 231231).

Bland de exempel som ingår finns det egentligen inget system som motsvarar de behov som tagits fram i dialogen med Malmö Stad. Många har relevanta delar och funktioner, men inget motsvarar rakt av de funktioner som önskas. Det handlar delvis om att det historiskt finns ett fokus på inventering och inte lika mycket på system med fokus på skötsel och användning av data med realtidsvärden eller snabbare rapportering baserat på nya tekniska lösningar. Det finns en del appar som är mer inriktade på arborister som vi inte sett täcker de funktioner som tagits fram i projektet. Det finns absolut ett hål att fylla när det gäller trädappar som stöttar planering, genomförande och uppföljning av trädskötsel. De exempel som tagits fram i projektet är intressanta för att datainsamling med drönare ökar möjligheten att göra tätare uppdateringar av data än framförallt manuella inventeringar. Innan tekniken från skogen anpassats för användning i städer är det dock inte rimligt att t ex flyga över hela Malmö med drönare. Relativt stora områden kan skannas av, men bör t ex bygga på fördjupad analys av områden som identifierats via satellitbildsanalys.

*Ett andra delmål är att hitta former för att integrera olika datakällor och att säkerställa öppenhet i hanteringen av dessa för t ex utbyte av källor och/eller leverantörer med bibehållen funktion och tillgång till redan insamlade data*

Frågan har berörts i olika delar av projektet och varit en viktig aspekt i den MVP som tagits fram. En specifik fördjupning har inte gjorts då arbetet med en mer detaljutvecklad trädapp inte rymts inom ramen för resurserna i projektet. Generellt är området komplicerat då det ofta finns både organisatoriska, affärsmässiga och juridiska aspekter som begränsar olika parter intresse av att dela med sig av data och rättigheter. I MVP:n i projektet har det inte väckts några större frågetecken, men det betyder inte att det saknas frågor att reda ut när en app utvecklas. Den som får drönarbilder tagna för sin verksamhet har såklart rätt till både bildmaterial och de analyser som köps av en leverantör av systemet. Däremot kan det t ex behöva klaras ut på vilket sätt leverantören som hanterar bildanalysen med AI har rätt till träning på materialet för att utveckla systemets analysförmåga över tid. För den gemensamma utvecklingen lär alla vinna på att ha så stor öppenhet i alla avseenden som möjligt, men att bli överens om begränsningar kan bli komplicerat. Däremot är det självklart att det finns situationer där data av olika slag inte kan delas av säkerhetsskäl.

*Det tredje delmålet är att börja utforma en trädapp baserat på de två första delmålen och undersöka personalens uppfattning om trädappen.*

Delmålet är uppfyllt genom den MVP vid namn HUGO som utvecklats och diskuterats utifrån några versioner av POC:ar. Två intressanta frågor att diskutera är dels varför projektet avgränsade MVP:n till inventering och beskärning, dels hur en komplett trädapp för alla funktioner enligt kartläggningen av Malmös trädarbete skulle kunna tänkas se ut?

Frågan om hur det kom sig att MVP:n inte inkluderar bevattning och rapportering bottnar till stor del i vald teknik för datainsamling. Drönarfoto har som teknik har ingen färdig koppling till fukthalt i jorden som grund för när det finns behov av att vattna. En AI-analys baserad på t ex NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) och bladens nyanser skulle troligtvis kunna utvecklas för att indikera bevattningsbehov, men inte inom ramen för ett projekt i denna storlek. Annan teknik som t ex sensorer för markfukt kräver annan utrustning och programvara för denna. Skulle även fri höjd under träd i trafikmiljö inkluderas kommer ytterligare tekniker in för att kartlägga denna. I praktiken skulle ytterligare samarbetsparter behöva kopplas in i projektet. Managementdimensionen att rapportera in utfört arbete är på ett sätt mindre komplicerat, men även det skulle kräva någon form av nyutvecklad struktur för ändamålet. Svaret på varför avgränsningen landade i att fokusera på inventering och risk/beskärning är att det styrs av valet att undersöka hur snabb skoglig inventeringsteknik skulle kunna implementeras i stadsmiljö. Att koppla in flera andra parter begränsades hel enkelt av projektets tid och resurser.

Frågan om hur en komplett MVP baserad på underlaget skulle kunna se ut beskrivs indirekt i svaret på första frågan; det skulle ha krävts en app med olika tekniker för datainsamling. Det skulle troligtvis inkludera tre olika parter med expertis inom de olika områdena och att någon av parterna (eller en ytterligare part) tagit på sig uppgiften att samordna de olika tillämpningarna och addera ett system för rapportering. Många parter kräver mer samordning och arbete med att få till en ny gemensam app som klarar alla de önskade områdena baserat på kartläggningen i Malmö. En spännande fråga är om det finns en marknad för en sådan app? Skulle beställare och utförare kunna jobba så pass mycket smartare att kostnaderna för att utveckla appen kan bäras av intjänade vinster? Frågan är avgörande för om denna typ av trädappar för skötsel av träd ska komma tillstånd. Kalkylen är svår och kräver en hel del kvalificerade bedömningar av potentiellt ingående parter i ett sådant projekt.



Härmed är både syfte och delfrågor besvarade och det återstår att baserat på detta diskutera den övergripande forskningsfrågan:

*Är det en rimlig målsättning att olika smarta lösningar för behovsstyrd utemiljöskötsel samlas i en applikation?*

Försöket att avgränsa projektet till en trädapp som tar hand om all information om träd som grund för mer behovsstyrd skötsel visar att en hel del av utmaningarna för ett samlat system för skötsel av utemiljö (Kristoffersson, 2023) kvarstår trots att fokus ändras till enbart träd. Det är fortfarande många olika yrkesroller kopplade till trädskötsel, mycket av informationen ska hämtas från samma stora system (läs GIS-databaser eller andra system för verksamhetsstyrning) och det finns även information från delsystem som behöver kopplas samman med hjälp av IT-kompetens. Det är också oklart vilken part som kan hitta en hållbar affärslösning för att utveckla en trädapp för flera olika aktörer och erbjuda möjligheter att anpassa appen med lokala lösningar utifrån enskilda parter behov.

Trots att projektet begränsade antalet önskade funktioner till områdena inventering, bevattning, beskärning och rapportering blev det svårt att få med alla dessa i den trädapp (MVP) som utvecklades och testades i form av en POC. Datasamlingsmetoden blev avgörande för vilka funktioner som kunde byggas in. I projektet blev valet att utgå från och anpassa en app från skogssidan och det öppnade många möjligheter för t ex inventering och beskärning, men uteslöt bevattning. Skulle bevattning inkluderas hade något system med t ex fuktsensorer behövt byggas in i appen, vilket hade krävt en kompletterande teknisk infrastruktur i form av uppkopplade fuktsensorer. Det blir tydligt att någon utförare av skötsel måste se tillräckligt stora fördelar med att bygga ihop systemen så att de åtminstone uppväger kostnaden för den tekniska lösningen som måste tas fram. En parallell kan dras till system för att registrera utfört arbete och extra beställningar som skötselentreprenörer sedan länge låtit ta fram på eget bevåg. Kostnaderna för att ta fram systemen uppvägs mer än väl av alla arbeten som blir registrerade och kan faktureras till kund (jmf PEAB m fl företag som gjort detta). Motsvarande kalkyl för trädskötsel behöver kunna räknas hem för att utvecklingen ska ta fart. Här finns en risk att både beställare och utförare på utemiljösidan inte känner sig tillräckligt väl insatta för att ta initiativ till utveckling av en app för trädskötsel när det krävs flera kompetenser och tekniklösningar som ska samordnas.

Ett annat alternativ för att få igång utvecklingen av trädappar som integrerar funktioner från appar med olika tekniklösningar skulle vara ett samarbete mellan olika konsultföretag som tar fram dessa appar och ser en affärspotential. Tillsammans kan företagen sannolikt ge ett bättre erbjudande till sina kunder genom att erbjuda mer kompletta lösningar som blir billigare än att köpa olika system var för sig. Här måste också frågan om vem som är beredd att ta ett sådant initiativ ställas tillsammans med nytto- och förtjänstmöjligheter.

Så vad kan projektet, baserat på detta resonemang, säga om den övergripande forskningsfrågan: Är det en rimlig målsättning att olika smarta lösningar för behovsstyrd utemiljöskötsel samlas i en applikation?

Det finns en potential för ett samlat system för trädskötsel och det ligger närmare till att realisera en sådan, t ex baserat på resultat från detta projekt, än vad det gör att realisera ett samlat system för hela utemiljöskötseln. Alla frågor växlas upp; antal berörda parter, antal teknikområden och komplexiteten i att samordna utvecklingen ökar. Eftersom det redan finns system, som t ex GreenSpace, som hanterar helheten och många av de nya teknikområdena är det rimligt att svara;

Ja, det framstår som en rimlig målsättning! Ett antal argument som talar för detta är att:

- det är enklare att i sin arbetssituation ha stöd från en eller få lösningar framför att ha väldigt många olika lösningar som inte hänger ihop
- den tekniska utvecklingen kommer att göra det enklare att integrera olika lösningar över tid
- det går att bygga delarna var för sig och integrera dem när tiden är mogen
- stora systemlösningar kommer att behöva vara öppna och anpassningsbara över tid för att de ska vara framgångsrika
- om de stora systemen utvecklar en form av plug-and-play-lösningar för olika appar som med bra gränssnitt kan addera och ta bort olika delsystem ökar chansen att bygga och successivt utveckla de sammanhållna systemen.

Givet erfarenheterna från försöken att utveckla sammanhållna system för utemiljöskötsel i Vinnovatestbädden i Göteborg är det dock ingen enkel uppgift att mellan olika organisationer komma överens om hur ett gemensamt system ska utformas. Så frågan återstår; vem antar utmaningen?



## Slutsatser

Information om träd för markägare med stora bestånd är både enkelt och komplicerat. Enkelt för att ett enskilt träd normalt sett inte förändras mycket på kort sikt och det är tydligt vilken information som är relevant. Komplicerat för att det rör sig om stora mängder träd och många parter som är delaktiga i olika roller kring planering, skötsel och uppföljning av trädskötsel.

Vi har i projektet tillsammans med parterna gått igenom och klarat ut förutsättningarna för hur skötseln av träd kan ske och vilka möjligheter som finns för en tredje part att tillhandahålla lösningar i form av en trädapp som är av intresse för kommuner, utan att det för varje användare ska göras större anpassning från den tredje parten. Slutsatserna för projektet sammanfattas i följande punkter:

- centrala områden som en app för trädskötsel behöver hantera är; inventering, beskärning, bevattning och rapportering.
- det finns många tillgängliga appar för trädskötsel, men genomgången visar att få av dem klarar att täcka samtliga fyra centrala områden som identifierats
- den version av trädapp som tagits fram i projektet visar att det finns potential att dra nytta av tillämpningar från skogssidan, men att dessa behöver kompletteras om alla områden ska täckas in.
- för den löpande skötseln är det relevant att uppdaterad information finns tillgänglig. Hur ofta detta kan göras är beroende av tekniken. För vissa ändamål kan en mindre detaljerad skanning med drönare fungera och för andra krävs mer detaljer. Tidsaspekt och detaljnivå på informationen behöver tas med när appar utformas för olika yrkesgruppers behov
- det gäller att antingen hitta ett business case för en extern part eller att tydliggöra interna vinster för beställare och utförare för att motivera en egen utveckling av trädapp. Ökad kvalitet och/eller effektivare lösningar är väsentliga för att motivera investeringen
- för en enskild aktör med skötselansvar kan det fungera att välja appar för olika önskade funktioner att göra anpassningar på egen hand eller med konsult hjälp – ingen behöver vänta på att större branschspecifika lösningar för att komma igång
- enskilda programleverantörer kan erbjuda sina generella lösningar för enskilda områden och låta användaren ta ansvar för att de anpassningar som önskas blir genomförda. Antingen via konsulter eller egen intern kompetens.

Kärnan i slutsatserna är att det finns mycket information och det är svårt, men möjligt, att samla allt i en app även om skötseln avgränsas till att gälla enbart träd. Hur kan det vara så när det känns rimligt att ta ett helhetsgrepp för att förenkla arbetet med träd för dem som har ansvaret? Det korta svaret är att det finns en stor mängd information av olika slag och med olika funktion för olika roller (jmf fig 3). Även om en avgränsning görs till träd, jämfört med hela utemiljön, finns det så pass mycket information att en app som ska hantera allt riskerar att bli komplicerad. Den riskerar att bli omständlig att använda för alla roller som förväntas ha nytta av den i sitt arbete. För specialister som är inriktade på träd som hanterar all information knuten till dessa lär det vara möjligt att hantera även en något mer komplicerad app som de använder ofta. Det finns dock en risk att ett större antal medarbetare, som i huvudsak jobbar med annat än träd, kan uppfatta att trädskötseln blir för stor för att använda ett mer komplicerat system som de hinner glömma mellan varven. Dessa medarbetare svarar för den största delen av det arbete som utförs relaterat till träd och för bästa nytta är det viktigt att få denna målgrupp att dra nytta av systemet.

För att återknyta till branschperspektivet går det att dra paralleller till både Hållbara Smarta Parker som helhet och till användningen av BIM (eller TIM) i hela kedjan från planering till projektering, byggande och förvaltning. Om ambitionen är att fånga upp stora samordningsfördelar i hela branschen genom smart digital hantering av information i hela processen från planering till byggande

och förvaltning uppstår behov av samordning på många plan. Principiellt enkla frågor blir komplexa när många aktörer ska enas om standarder, ansvar och organisering av de digitala lösningarna. Vinsterna på branschnivå blir stora, men tidsaspekten blir betydligt längre när många frågor och aktörer ska hanteras på vägen mot de gemensamma lösningarna.

## Källförteckning

Arboreal Skog, 2023, arboreal.se (Hämtad 2023-05-06)

BIM Alliance, 2024, bimalliance.se (Hämtad 2024-04-05)

FoldAI, 2023, fold.ai (Hämtad 2023-05-06)

Greehill, 2023, greehill.com (Hämtad 2023-04-05)

Greenspaces, 2023, r3gis.com (Hämtad 2023-05-06)

KATAM, 2023, katam.se (Hämtad 2023-05-06)

Kristoffersson, A. (2023). *Hållbara Smarta Parker – digitalt stöd för utemiljöskötsel*. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet. (LTV-fakultetens rapportserie, 2023:10).

Kristoffersson, A., Osvalder, L., Lundqvist, S. (2024) *Best Practice för BIM i utemiljöbranschen*, Inst. för Landskapsarkitektur, planering och förvaltning, Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet.

Life Urbangreen Krakow, 2024, krakow.lifeurbangreen.eu (Hämtad 2024-05-06)

Shu, Q., Rötzer, T., Detter, A., Ludwig, F. (2022). *Tree Information Modeling: A Data Exchange Platform for Tree Design and Management*. *Forests* 2022, 13, 1955.

<https://doi.org/10.3390/f13111955>

Soilscout, 2023, soilscout.com (Hämtad 2023-05-06)

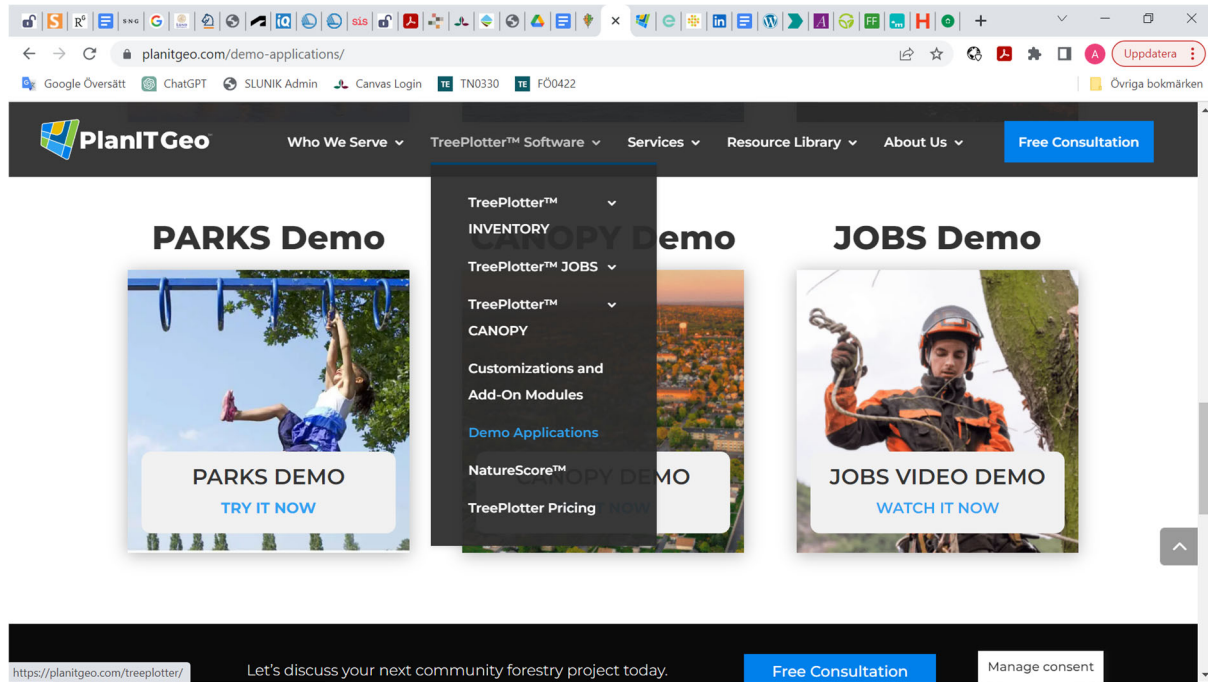
Stadsträd, 2023, stadsträd.se, (Hämtad 2023-05-25)

## Bilagor

Denna bilaga innehåller fler exempel på system som ingått i kartläggningen.

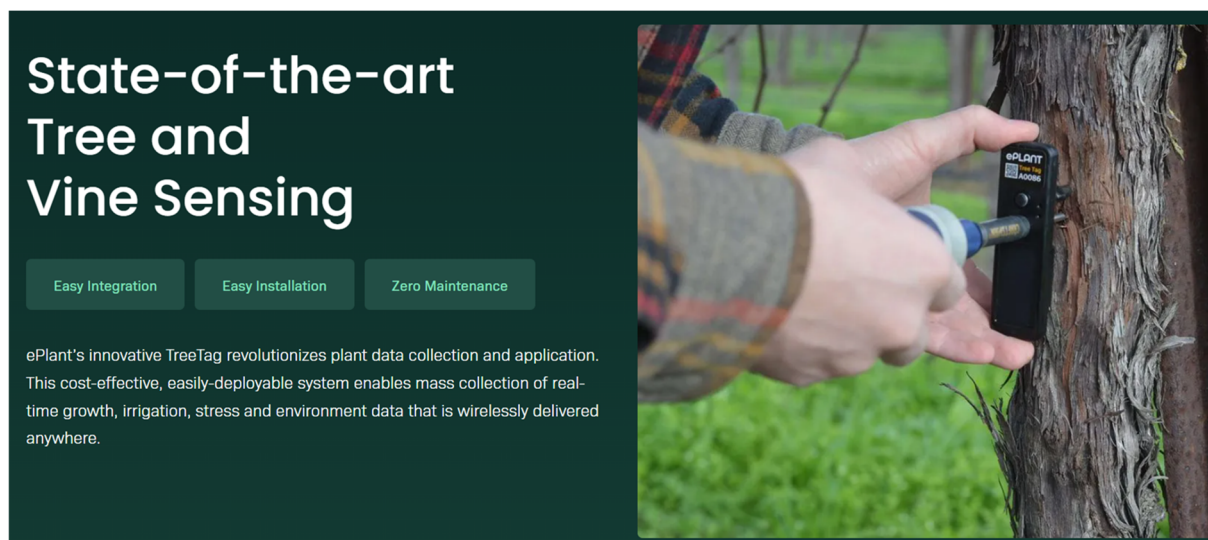
PlanIT Geo

<https://planitgeo.com/>



ePlant

<https://www.eplant.bio/>



## Smarta applikationer för behovsstyrd skötsel av träd

### Tree Equity Score

<https://treeequityscore.org/>

**Tree Equity Score**

A map of tree cover in any city in the United States is too often a map of race and income. This is unacceptable. Trees are critical infrastructure that every person in every neighborhood deserves. Trees can help address damaging environmental inequities like air pollution.

**The score evaluates data from each neighborhood's:**

- Existing tree canopy
- Population density
- Income
- Employment
- Surface temperature
- Race
- Age
- Health

These metrics are combined into a single score between 0 and 100. A score of 100 means that a neighborhood has achieved Tree

### Arbo tag

<https://www.r3gis.com/arbotag>

**What is ArboTag**

ArboTag is a tag system to identify trees consisting of a label, a nail, a special hammer and a magazine. The way the tag is fixed to the plant is preventing its inclusion in the bark. Tags move along the nail as the tree grows and are eventually expelled without causing damage to the bark. This ensures that the label remains visible for many years.

ArboTag is fast to apply and allows a high working speed. The durability of the label and the great visibility of the number and text ensures easy reading even after many years. Thanks to ArboTag, urban tree populations can be efficiently marked, facilitating periodic monitoring and maintenance activities.

ArboTag

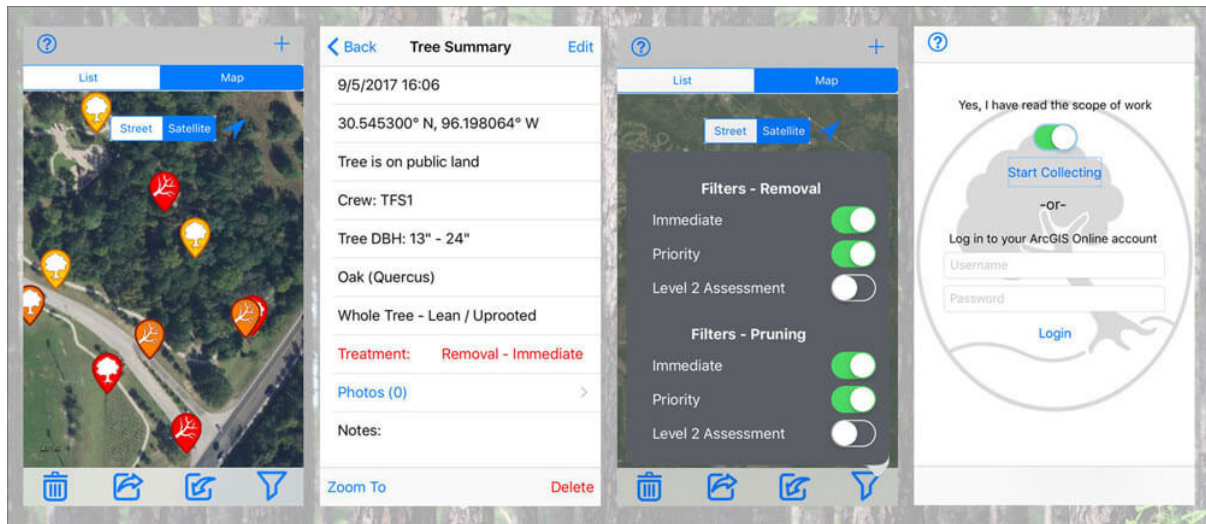
Titta senare Dela



## Smarta applikationer för behovsstyrd skötsel av träd

TreeRisk

<https://texasforestinfo.tamu.edu/MobileApps/TreeRisk/>



Trädfällning 24

<https://www.xn--trdfllning24-hcbc.se/>

