

RAPPORT

Capture

IT-plattform för bildigenkänning och förvaltning



Moose (1.00)

Trafikverket

Postadress: Röda vägen, 781 89 Borlänge

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921

Dokumenttitel: Capture - IT-plattform för bildigenkänning och förvaltning

Författare: Andreas Seiler (SLU), Peter Jäderkvist, Jan Dalheimer och Caroline Jansson (SWECO)

Dokumentdatum: 2022-03-11

Ärendenummer: 7187

Projekt: TRV 2020/25343

Kontaktperson: Ulrika Lundin, PLkvm

Titelbild: Projekt Viltsäker Järnväg

Publikationsnummer: 2022:017

ISBN 978-91-8045-004-1

Innehåll

Sammanfattning	5
English summary	6
Bakgrund	7
Mål och förväntade effekter	8
Projektutveckling	9
Plattformens struktur	9
Datastruktur och hierarki	10
Användarroller	12
Processflöden (förenklat)	12
Gränssnitt	14
Kategorisering / klassning (taggning)	17
Avpersonifiering	19
Projekt- och referensgrupp	20
Kommunikation	21
Fortsatt arbete	21
Systemdokumentation Capture	22

Sammanfattning

Trafikverket arbetar med att anpassa befintlig och ny infrastruktur till landskapets ekologiska förutsättningar och processer. Detta kräver bl a många nya faunapassager och ännu fler trimningsåtgärder för befintliga passagemöjligheter, men även andra former av åtgärder som t ex skrämselsystem och nya stängselanläggningar. För att kunna följa upp och bedöma dessa åtgärders effekt används kameraövervakning i allt större omfattning. Även världen över ökar användningen av autokameror i faunarelaterade projekt. Dock har det saknats ett effektivt och tillförlitligt sätt att förvalta datamängden. Befintliga internationella och kommersiella projekt tillfredsställer tyvärr inte de krav som myndigheter som Trafikverket har på datasäkerhet, arkivering och integritetsskydd.

Projektets målsättning var således att ta fram en behovsorienterad lösning för förvaltning, analys, tolkning och arkivering av video- och bildmaterial från i första hand Trafikverkets faunaprojekt men också andra myndigheters projekt med liknande behov.

Bildförvaltningsplattformen "CAPTURE" utvecklades genom samarbete mellan SLU, Sweco, Norska institutet för naturforskning (NINA) och en referensgrupp där bl a Naturvårdsverket, länsstyrelser, Artdatabanken och Jägareförbundet ingår. Capture kombinerar manuell förvaltning av metadata med automatisk bildanalys genom Artificiell intelligens (AI)/Maskininlärning (ML) och automatiserad avpersonifiering av potentiellt integritetskränkande bilder. Plattformens moduluppbyggnad möjliggör att nya algoritmer för bildigenkänning, även för annat än vilt, kan kopplas in och därmed vidga användningsområdet. Även om utgångspunkten för Capture ligger i faunaprojektens behov, så kan plattformen få en mycket bredare användning. Dessutom erbjuder Capture ett centraliserat och därmed säkrat sätt att arkivera forskningsresultat. Diskussioner pågår med SLU om och hur Capture skulle kunna utvecklas till en central tjänst på liknande sätt som t ex Artdatabanken samt hur en långsiktig finansiering av tjänsten kan säkerställas.

Föreliggande version av plattformen används redan av flera pågående forskningsprojekt som t ex Viltssäker Järnväg, INTERREG-projektet Viltvarning, TRIEKOL, Uppföljning av faunabroar i Region Syd, Projektet renskrämsel med ljud och ljus i Region Norr. Nya projekt förväntas nyttja plattformen som basresurs för bildhanteringen. Under 2021/2022 driftsätts och uppdateras plattformen. Möjligheten att finansiera ny, kompletterande utveckling av funktionaliteten undersöks.

English summary

The Swedish Transport Administration aims to adapt existing and new infrastructure to the landscape's ecological conditions and processes. This requires, among other things, many new fauna passages and even more trimming measures for existing passage possibilities, but also other forms of measures such as scaring systems and new fencing facilities. The evaluation and monitoring of such measures relies increasingly on camera surveillance. The use of automatic cameras in fauna-related projects is also increasing worldwide. However, there has been a lack of an efficient and reliable way of managing the amount of data. Existing international and commercial projects did hitherto not satisfy the requirements of governmental agencies such as the Swedish Transport Administration has for data safety, archiving and privacy protection.

The project's goal was thus to develop a needs-oriented solution for management, analysis, interpretation and archiving of video and image material from primarily the Swedish Transport Administration's fauna projects but also other authorities' projects with similar needs. The image management platform "CAPTURE" was developed through collaboration between SLU, Sweco, Nina and a reference group that included the Swedish Environmental Protection Agency, County Administrative Boards, Species Databank and Hunters Associations. Capture combines manual management of metadata with automatic image analysis through Artificial intelligence (AI) / Machine learning (ML) and automated depersonalization of potentially privacy-infringing images. The platform's modular structure enables new algorithms for image recognition, even for other than wildlife and humans, to be connected and thereby expand the area of use. Although the starting point for Capture is in the needs of the fauna projects, the platform can have a much broader use. In addition, Capture offers a centralized and thus secure way of archiving research results. Discussions are ongoing with SLU about and how Capture could be developed into a central service in a similar way as, for example, the Species Data Bank and how long-term financing of the service can be ensured.

The present version of the platform is currently used by several ongoing research projects such as the Game Safe Railway, the INTERREG project Game warning, TRIEKOL, Follow-up of fauna bridges in Region South, The reindeer scaring project in Region North. New projects are expected to use the platform as a basic resource for image management. During 2021/2022, the platform will continue to be operated and updated. Possibilities to fund new, supplementary development of the platform are being investigated.

Bakgrund

Automatiska kameror som triggas av rörelse eller enligt ett tidsschema har blivit en ny standard inom viltforskningen och övervakning av vilda djur. De erbjuder en effektiv och icke-invasiv metod att kartlägga var och när vilka djurarter, och ibland även vilka djurindivider, uppehåller sig. Autokameror kan ligga till grund för bl a populationsuppskattningar (enligt fångst-återfångst metoden), de kan ge en bild av förändringar i flora och fauna över tid, användas i jakten på främmande arter, nyttjas för att studera hur djur beter sig vid t ex faunapassager eller i skrämselexperiment. Så bygger också Trafikverkets arbete med faunaåtgärder på användning av autokameror (synonym till viltkameror, kamerafällor). Det finns idag redan över 200 kameror placerade längs vägar och järnvägar i Sverige och antalet kameror förväntas öka snabbt inom de närmaste åren i takt med att Trafikverket installerar nya faunapassager, trimningsåtgärder och viltskrämselsystem.

Den automatiska aktiveringen av dessa kameror medför dock att det produceras mycket bildmaterial som inte innehåller relevant information, t ex när kameran utlösts av att vinden rörde i buskar och gräs eller andra än målarter kommit inom räckvidd för rörelsesensorn. Det kan också finnas bilder på människor som omedvetet om kameran passerar förbi. En betydande utmaning i arbetet med autokameror är därför att kunna sälla bort ointressanta bilder och avpersonifiera eller radera potentiellt integritetskränkande material.

Olika molnbaserade plattformar och verktyg finns tillgängliga för att stödja bildhanteringen och analysen¹, men arbetet kräver okulär bedömning och är mycket tidskrävande². Nya försök med automatiserad bildigenkänning är lovande^{3,4}. Ändå saknas en plattform som kombinerar en effektiv och säker bildförvaltning med en automatisk bildigenkänning som inkluderar AI-baserad avpersonifiering.

De flesta kamerastudier (i Sverige och Norge) använder sig inte av dessa molntjänster utan bildmaterialet bearbetas och sparas på lokala, individuella arbetsdatorer. Bilderna finns fördelade på olika projekt och olika lagringsmedia och kan vara svårt tillgängliga och i mängden oöversiktliga. Ändå utgör bildmaterialet ett mycket värdefullt (och kostsamt) råmaterial i forskning och övervakning och kan även vara av betydelse i helt andra sammanhang och projekt (som t ex långa tidsserier). Det finns många skäl till att effektivisera hanteringen och kategoriseringen av bildmaterial med hjälp av AI, säkra lagringen och arkiveringen och skapa en projektövergripande plattform.

Trafikverket har i samarbete med SLU, Sweco, NINA och Vinnova tagit fram en sådan behovsorienterad lösning. Den nya bildförvaltningsplattformen Capture är dock inte bara ett verktyg för Trafikverket att mer effektivt kunna nyttja autokameror i viltrelaterade projekt; Capture bemöter även andra viltforskningsprojektens behov av en gemensam förvaltningsplattform. Capture utvecklades i samråd med viltforskare, konsulter, programmerare och bygger på befintliga algoritmer och tidigare svensk-norska samarbete

¹ Agouti: www.agouti.eu;

² Bubnicki, J. W., et al. (2016). "Trapper: an open source web-based application to manage camera trapping projects." *Methods in Ecology and Evolution* 7(10): 1209-1216.

³ Chóirski, M. et al. (2021). A first step towards automated species recognition from camera trap images of mammals using AI in a European temperate forest. *Computer Information Systems and Industrial Management*, 20th International Conference, September 24–26, 2021, CISIM 2021, Elk, Poland.

⁴ Krishnappa, Y. S. and W. C. Turner (2014). "Software for minimalistic data management in large camera trap studies." *Ecological Informatics* 24: 11-16.

(projekt Scandcam⁵). Målsättningen är att Capture kan vidareutvecklas till att bli en central tjänst för myndigheter och universitet.

Föreliggande rapport beskriver utvecklingen av Capture och dess funktionalitet och struktur vid avslutning av Trafikverkets FOI-projekt kring plattformen i december 2021. Det pågår dock kontinuerliga uppdateringar och förbättringar vilket kan medföra att den aktuella versionen av Capture avviker från det som beskrivits i rapporten.

Mål och förväntade effekter

Målet med Trafikverkets satsning på forsknings- och innovationsprojekt ”Capture” var att effektivisera hantering, analys och kategorisering av bildmaterial från autokameror som används i Trafikverkets olika faunaprojekt. Capture ska erbjuda en centraliserad arkivering av anonymiserad och avpersonifierat bildmaterial. Detta ska stödja inte bara korttidsprojekt med kameror utan även långtidsuppföljningar av miljöförändringar eller djurförekomst. Systemets moduluppbyggnad ska möjliggöra att nya algoritmer för bildigenkänning av annat än vilt och människa kan byggas in vilket öppnar för nya användningsområden (t ex ljudinspelningar för analys av fågelsamhällen eller detektion av fladdermöss).

I december 2021 föreligger Capture i sin första driftversion, men utvecklingen fortskrider kontinuerligt genom samarbete med användarna och myndigheter för att bättre möta de olika behov och bemöta nya krav på systemets säkerhet och funktionalitet.

Plattformens grundläggande utveckling under 2020-2022 finansierades av Trafikverket och Vinnova.

Projektets konkreta mål var:

1. Utveckla en IT-plattform för uppladdning och förvaltning av bilder med metadata som automatiskt hanterar och kategoriserar bilderna enligt framtaget bildigenkänningsprogram.
2. Implementera/utveckla en automatisk metod som med hög signifikans avpersonifierar bilder med människor och fordon samt identifierar bilder med vilt och sorterar bort bilder utan relevant innehåll.
3. Förbereda för att metadata i bilderna kan användas i automatiserade statistiska analyser (t. ex. antal djurbesök per tidsenhet och art).

Samtidigt ska IT-plattformen erbjuda ett enkelt och användarvänligt gränssnitt, erbjuda olika nivåer för behörigheter och hålla hög säkerhetsstandard.

⁵ <https://viltkamera.nina.no>

Projektutveckling

Capture utvecklades och testades inom SLU:s centrala servermiljö genom samarbete mellan SLU, Sweco AB och NINA (Norska institutet för naturforskning) under 2020-2021.

Utvecklingsarbetet fortsätter även under 2022, men systemet är nu i drift och används:

<https://capture2-1.ad.slu.se/>.

Initialt i projektet utvecklades en kravlista gällande funktioner, processer och egenskaper av plattformen. Detta gjordes tillsammans med användargruppen bestående av forskare från SLU, CBM och företag som EnviroPlanning AB. Forskarna bidrog även med bildmaterial för testning och gav synpunkter på funktioner och gränssnitt under de olika utvecklingsskedena av systemet.

Projektets referensgrupp satte tidigt ramarna för placering, kompatibilitet och säkerhet av plattformen, och diskuterade möjligheter till en långsiktig finansiering av tjänsten som Capture erbjuder.

En avstämning gjordes dessutom med ett parallellt pågående utvecklingsprojekt hos Jägarförbundet/SLU och utvecklaren av bildförvaltningsplattformen TRAPPER⁶, samt med andra plattformar som AGOUTI⁷, med SCANDCAM projektet vid SLU & NINA⁸, samt det kaliforniska roadkill observation system (CROS)⁹ vid Vägekologicentrum i UC Davis, USA, där ett liknande system har tagits fram för hantering av bildmaterial från bilförare och polis.

Plattformens struktur

Capture består av olika moduler som utför specifika funktioner och kommunicera med varandra:

- Databas över projektstruktur med kameraplatser och kameror, tider och importfunktioner, samt data på lokala användare och behörigheter
- Manuell uppladdning av bildmaterial (Automatisk uppladdningsfunktion)
- Analys och strukturering av bilder samt transport till moduler för bildanalys
- Bildanalys avseende människa, fordon, och djur samt klassning av bilder
- Strukturering och sortering av klassade bilder i mediagalleriet
- Manuell granskning och klassning av bilder och objekt
- Exportfunktion för bildmaterial och metadata
- Bildarkivering, datalagring

Detaljerna kring datastrukturen i Capture beskrivs i [Annexet: Systemdokumentation](#).

Arbetsmaterial med detaljerad beskrivning av processerna inklusive programmeringskoden

⁶ TRAPPER: <https://ibs.bialowieza.pl/en/trapper-an-open-source-web-application-for-camera-trapping/> se även Bubnicki, J. W., et al. (2016). "Trapper: an open source web-based application to manage camera trapping projects." *Methods in Ecology and Evolution* 7(10): 1209-1216.

⁷ Agouti: www.agouti.eu

⁸ Scandcam: <https://viltkamera.nina.no>

⁹ CROS: <https://www.wildlifecrossing.net/california/>

finns tillgänglig vid https://github.com/sweco-se/12901615_viltkameror. Uppdatering och vidareutveckling pågår kontinuerligt; en publicering av programinformation kommer att göras under 2022.

Modulen för bildigenkänning använder algoritmer som utvecklades vid NINA (<https://gitlab.com/nina-data/viltkamera-models>). Dessa algoritmer ska åter tränas med hjälp av manuellt klassade och validerade bilder från plattformen. Av resursskäl är i dagsläget träningsrutinen ännu inte inbyggd i plattformen utan ska köras som separat, extern process vid begäran. Vidareutveckling av träningsrutiner pågår.

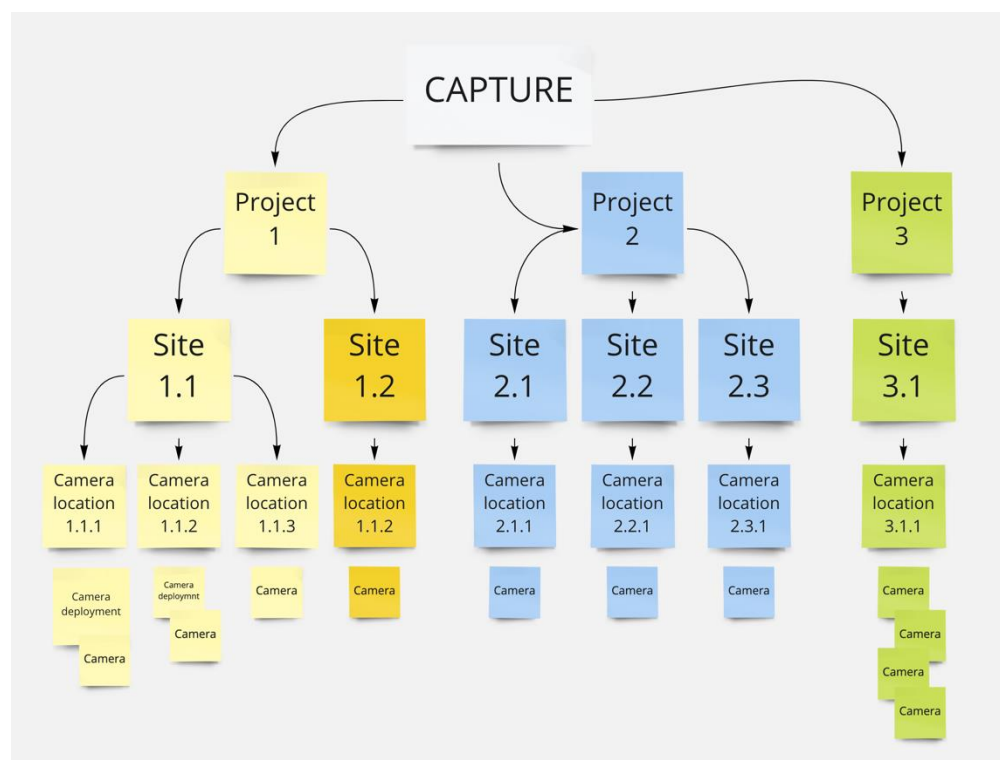
Datastruktur och hierarki

Bildförvaltningen i Capture är hierarkiskt strukturerad i

Project >> Site >> Camera location >> Camera deployment.

Varje projekt omfattar en eller flera områden (sites) där flera kameraplatser kan vara specificerade. Varje kameraplatz kan användas för olika deployments, dvs olika kameror vid olika tidpunkter och med olika positionering (riktning). Olika kameraindivider kan användas vid samma plats under olika tider (Figur 1).

Varje projekt och därmed allt tillhörande bildmaterial ägs av respektive projektägare som också har det yttersta ansvaret för innehållet i projektets bildarkiv.



Figur 1. Datastruktur i Capture.

Varje nivå i datahierarkin har specifika metadata som måste vara angivna innan bildmaterial kan laddas upp:

1) Projekt/project

Attribut	Exempel	Beskrivning
Project code	1-abc-01	utvecklat kodsysteem för projekt
Project name	Testpassage 1	projektets kortnamn
Contact	Test Testson	ansvarig för projektet (project manager)
Email	test@prova.com	e-mail till kontaktperson, ansvarig
Organisation	PRÖVA AB	Kontaktpersonens organisation
Data owner	Trafikverket	dataägare
Enabled	yes	aktiv eller passiv (utan nya kameror)
Proj start	11/10/2021	datum för projektets start
Sites	A1, A2, A3, B1, B2, C1	kameraplatser inom projektet

2) Område/Site

Attribut	Exempel	Beskrivning
code	A1	kameraplatz a1
name	Sandsjöbacka	platsens namn
description	Östra ingång	fri text ...
area	Göteborg	fri text ...
enabled	yes	aktiv eller passiv

3) Plats/Location

Attribut	Exempel	Beskrivning
siteCode	A1	kameraplatz a1
cam code	A1-1	första kamera vid plats A1
description	reconnyx	beskrivning av kameran
enabled	YES	aktiv eller passiv
X-coord	536491,90	i decimalformat
Y-coord	6630081,98	i decimalformat
Projektion	EPSG:3006	Ange koordinatsystem

4) Uppställning/Deployment

Attribut	Exempel	Beskrivning
code	A1	kameraplatz a1
name	Sandsjöbacka	platsens namn
Camera code	Östra ingång	fri text ...
From date	11/10/2021	datum
To date	31/12/2025	Datum (kan uppdateras)

Användarroller

Capture skiljer mellan fyra olika användarroller med olika behörighetsnivåer (Tabell 1):

- **'Superadmin'**: Systemadministratören som kan skapa nya användare och tilldela behörigheter; skapa projekt.
- **'Project manager'**: Projektmanagern skapar kameraplatser och deployments inom ett projekt, kan importera och exportera, modifiera platser och kameror.
- **'Project user'**: Projektanvändaren kan justera kameraplatser och kameror, granska och validera bilder i mediagalleriet, radera bilder
- **'Uploader'**: Uppladdaren kan endast ladda upp media, ser ej projekt eller galleriet

Därutöver identifieras **projektägaren**, som t ex kan vara en myndighet. Projektägaren utser en projektmanager men har ingen specifik användarroll utöver det. Allt bildmaterial förblir egendom av projektägaren som också har det yttersta ansvaret för innehållet i bilderna.

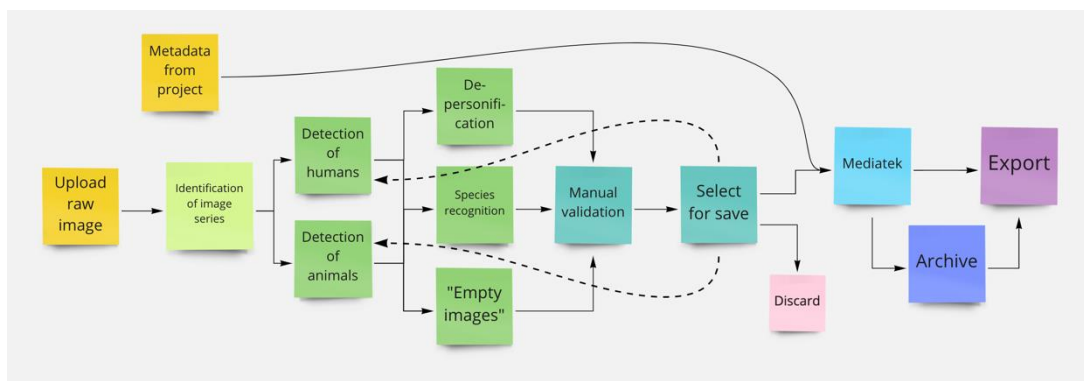
Tabell 1. Nivåer och behörigheter i CAPTURE

Levels and roles	create	manage/edit	import	export	use/view
User	Superadmin	Superadmin			Superadmin
Project	Superadmin	ProjMan		ProjMan	ProjUser
Site	ProjMan	ProjMan	ProjMan	ProjMan	ProjUser
Deployment	ProjMan	ProjMan	ProjMan	ProjUser	ProjUser
Camera ID	ProjMan	ProjMan	ProjMan	ProjUser	ProjUser

Processflöden (förenklat)

1. Systemadministratören skapar projekt och lägger upp lokala användare med specifika roller. Den utser även en projektmanager.
2. Projektmanagern skapar studieområden (sites), kameraplatser (locations) och kamerauppställningar (deployments).
3. Uppladdning av media kan ske endast för utvalda kamerauppställningar inom ett projekt (Figur 5).
4. Bilder som uppladdats grupperas i sekvenser/serier när tidsstämpeln skiljer sig mindre än 5 sekunder. Många autokameror skapar sekvenser av bilder med intervall på mindre än 1 sekund. Varje sekvens hanteras sedan som en händelse. Videon analyseras som en serie av bilder, men av praktiska skäl väljs endast en bild per sekund för vidare analys.
5. Bilderna analyseras med framtagna algoritmer för igenkänning av människor och fordon, respektive av djur. Analysprocessen kräver en viss tid och körs i turordning efter uppladdningsdatum.
6. Analyserade bilder klassas automatiskt beroende på sannolikheten i modellernas resultat. Endast resultat med > 40% sannolikhet skapar en "tag" (Figur 7). En bild kan därmed ha många taggar med olika sannolikheter.

7. Detektion av människor eller fordon sker i regel med mycket hög sannolikhet (oftast närmare 95%). Identifieras människa eller fordon på en bild klassas hela bildserien och "boundingboxen" runt det identifierade objektet avpersonifieras genom suddning (Figur 10).
8. Projektdeltagare kan nu besöka mediagalleriet och granska manuellt serier och bilder. Vid granskningen kan automattagningen ändras eller verifieras och nya taggar läggas till. Andra projektmedlemmar kan tillfrågas om en extra bedömning och verifiering av manuella taggar. "Tomma" bilder, alltså bilder som inte innehåller relevanta data kan raderas eller behållas.



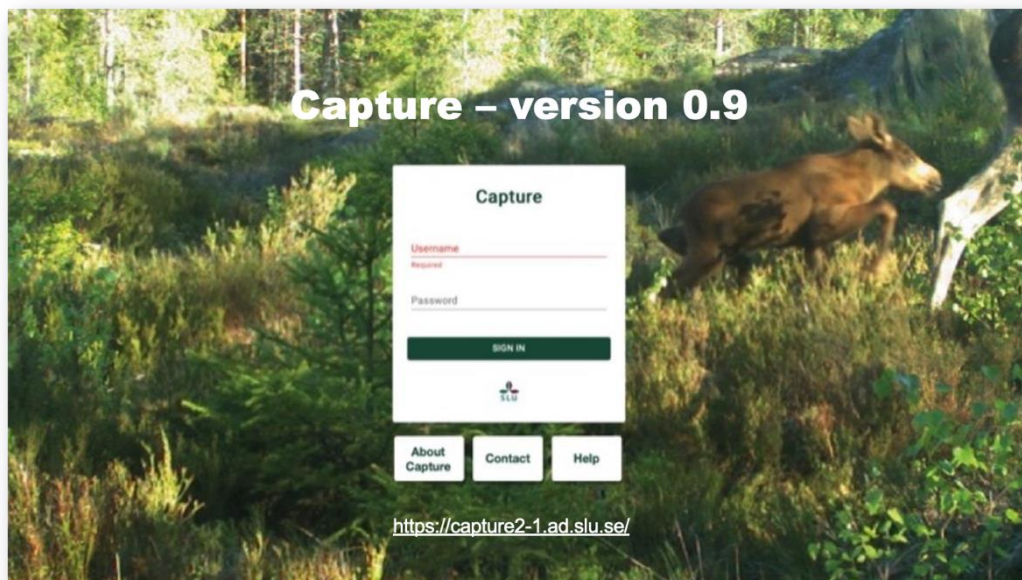
Figur 1. Översikt över processflödet från datauppladdning till arkivering, resp. export.

9. Export / arkivering – både metadata och bildmaterial kan exporteras till en annan applikation som t ex statistikprogram, bildspel, eller andra bildförvaltningsprogram som följer föreslagen internationell standard. Bilder och metadata kan också arkiveras på en extern hårddisk (kräver import för senare åtkomst) eller en integrerad disk (snabbare åtkomst).
10. Rapportfunktion från ett projekt kommer att utvecklas senare; den ska tillhandahålla skräddarsydd statistik från projekt på liknande sätt som presenteras i Dashboard/översikten (Figur 4).

Gränssnitt

URL: <https://capture2-1.ad.slu.se/>.

Inloggning kräver användarnamn och lösenord som tilldelas av systemadministratören. Användaren ges en funktionell roll med specifika behörigheter enligt ovan.

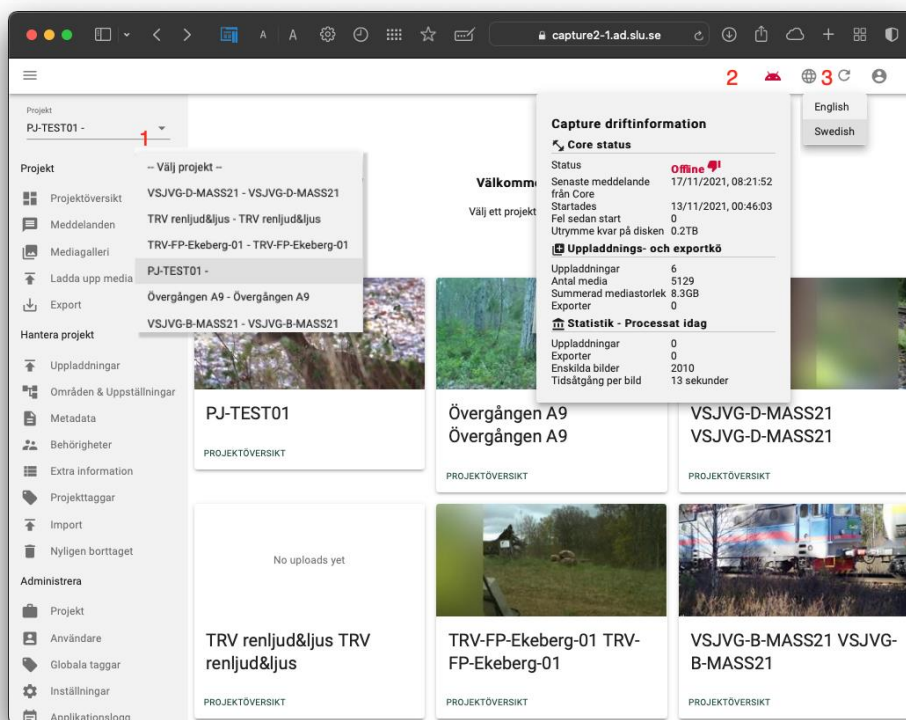


Figur 2 Frontsidan med inloggningsfönster

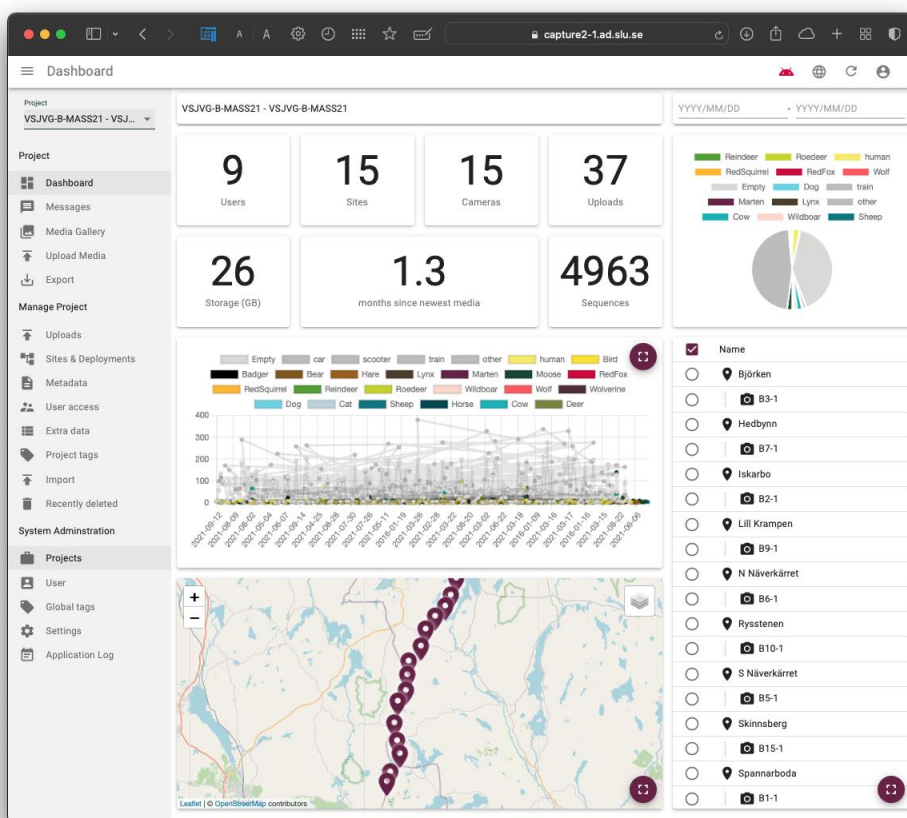
Tillgång till Capture kräver en personlig inloggning. Användarnamn och lösenord tilldelas av systemadministratören. Användarrollen (project manager eller project user) specificeras på projektnivå; samma användare kan alltså inneha olika roller i olika projekt.

Efter inloggning syns endast de projekt som användaren har behörighet för (Figur 3, markering 1). Det finns även driftinformation tillgänglig som visar plattformens status (2). Tillgängliga språk är för närvarande svenska och engelska (3).

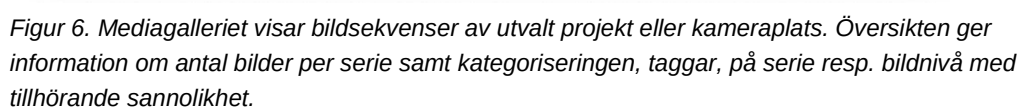
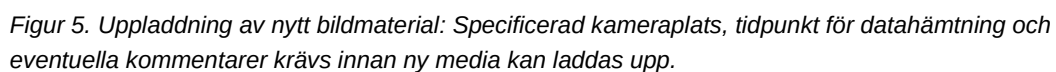
Därefter kan användaren, beroende på sin behörighet, besöka olika delar på plattformen: dashboard, mediagalleriet, kameraplatser och områden etc, eller utföra vissa tjänster som t ex förvaltning av projektområden och kameraplatser, granskning och taggning av bilder, export eller uppladdning etc.



Figur 3. Vy efter inloggningen: Val av projekt och inställningar.



Figur 4. Projektöversikt - Dashboard ger översiktligt sammanställt information om projektet, kameraplatser och analysresultat.



Kategorisering / klassning (taggning)

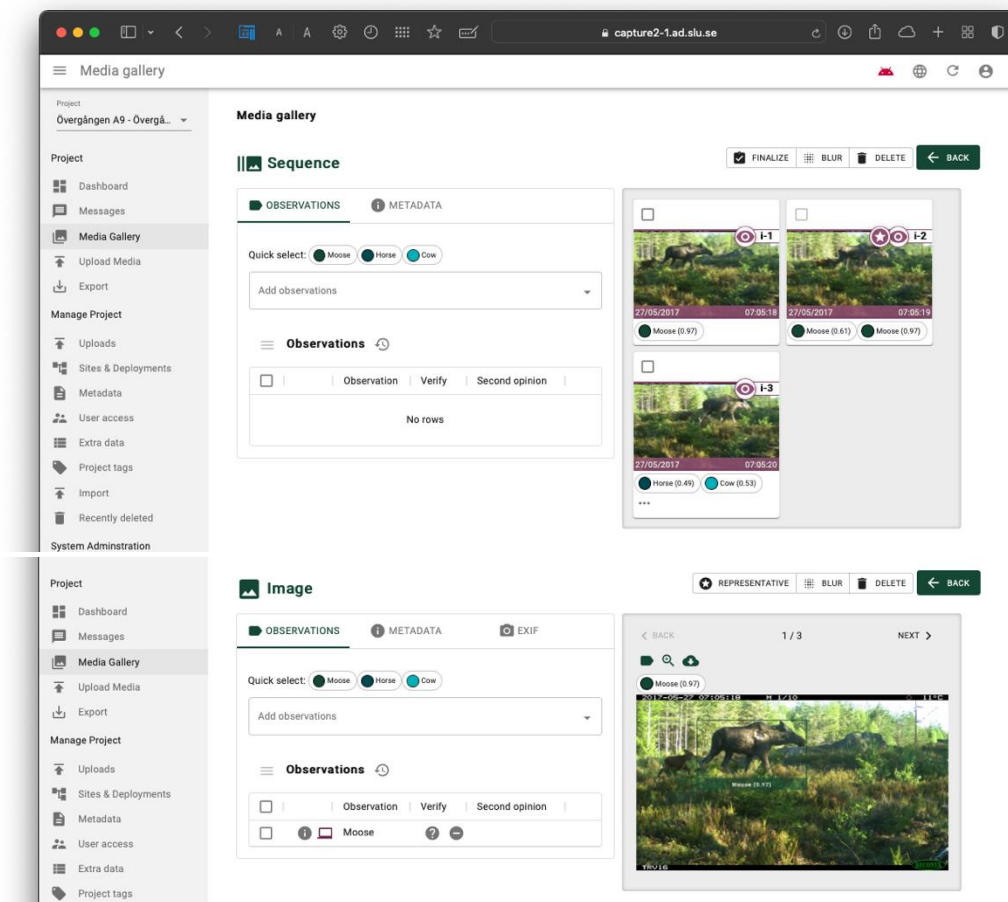
Efter uppladdning av nya bilder klassas dessa automatiskt. Taggar skapas på sekvensnivå och på bildnivå (Figur 6, Figur 7). Automatidentifierade objekt pekas ut i en "bounding box" och sannolikheten för bildtolkningens resultat anges.

Capture använder såväl "globala" taggar (klasser) som är tillgängliga för alla projekt inom plattformen, som "lokala", taggar som kan skapas inom projektet beroende på dess syfte och fokus. Nya globala klasser kan skapas av systemadministratören, nya lokala klasser av projektmanagern.

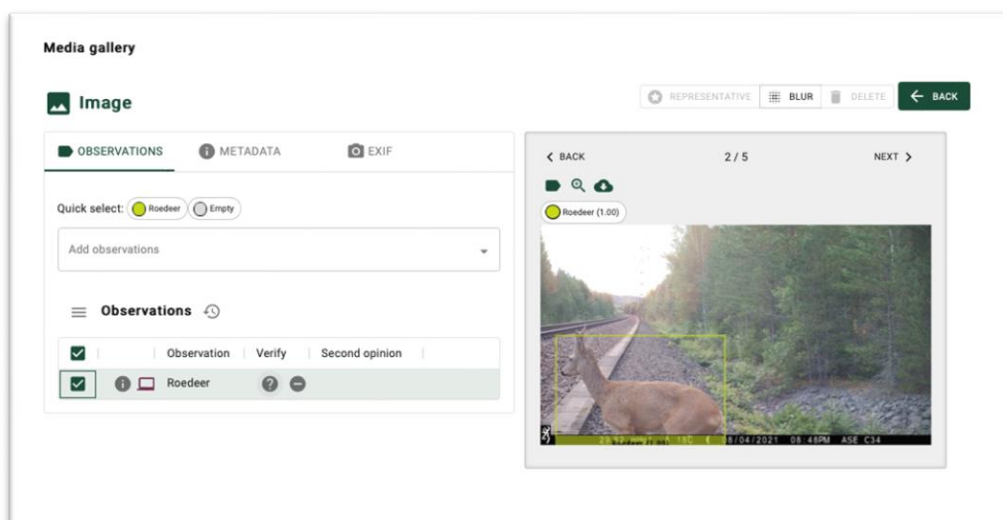
Alla automattaggar bör valideras manuellt. Vid kontrollen kan projektmanagern eller projektanvändaren korrigera, ta bort och skapa nya taggar. Det är även möjligt att manuellt sätta objekt och "bounding boxar".

Tabell 2. Exempel över kategorier med innehållande taggar.

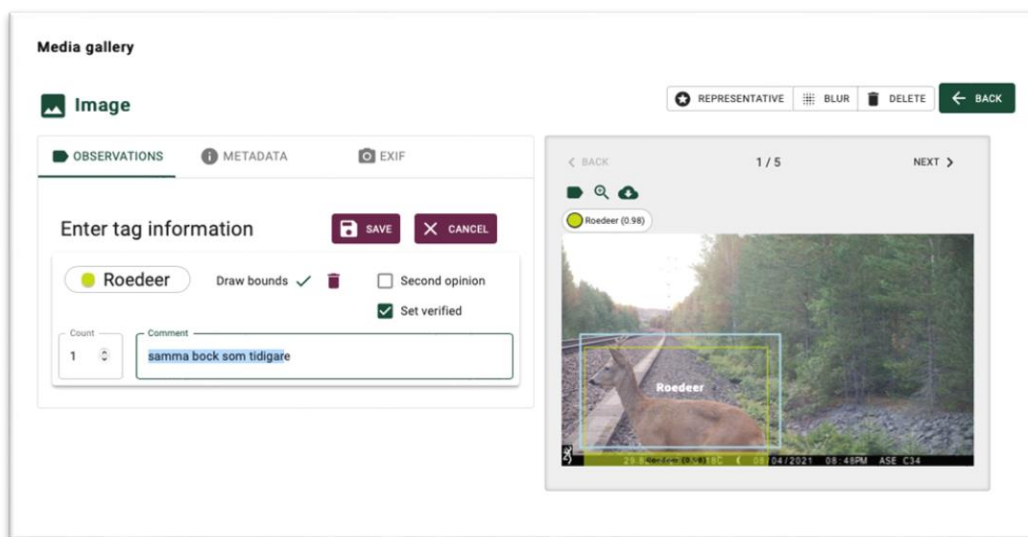
Category	Class/Tag	Description
No object	no observation	no object
Object	unknown	object identified but not categorized with sufficient reliability
Vehicle	car	bounding box will be blurred
	scooter	
	train	
	other	
Human	human	bounding box will be blurred
	h + dog	
	h + horse	
	h + bicycle	
	h + scooter	
	h + tool	
Animal	Badger	more species will be identified and tagged
	Bear	
	Deer	
	Lynx	
	Moose	
	RaccoonDog	
	Eagle	
	Crane	
	Reindeer	
	Roedeer	
	Wildboar	
	Toad	
	...	



Figur 7. Mediagalleriet på sekvens och bildnivå. Identifierade objekt pekas ut i en "bounding box" och sannolikheten för bildtolkningens resultat anges. Taggning kan även göras manuellt. Bilderna och serier behöver alltid valideras. Vid osäkerhet kan flera tolkningar efterfrågas (second opinion).

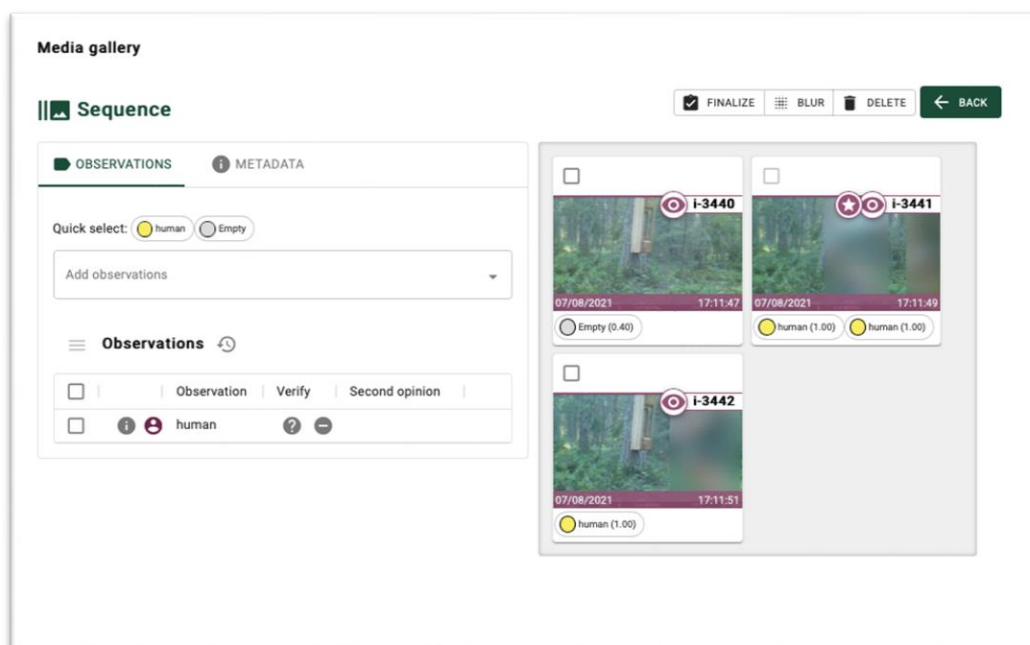


Figur 8. Exempel på automatisk taggning och möjligheten att verifiera klassningen manuellt.



Figur 9. Exempel på manuell identifiering av ett objekt i bilden (ljusblå rektangel) och klassning med hjälp av utvald tag.

Avpersonifiering



Figur 10. Avpersonifiering av bilder där människor eller fordon identifierats sker automatiskt.

När bildigenkänningen detekterar en människa i en av bilderna i en sekvens klassas hela sekvensen som "human" även om övriga bilder i serien uppvisar andra taggar (Figur 10). Det klassade objektet i "bounding boxen" suddas då ut i originalbilden, men bilden i sig och

därmed informationen om att en människa varit vid kameran finns kvar i databasen. Detta är en viktig förutsättning för att kunna studera t ex effekten av mänsklig störning på djuren i faunaåtgärder.

Modulen för identifiering av människor har redan en mycket hög tillförlitlighet. Tidigare tester genomförda av NINA med över 5.6 miljoner bilder visar att ”tomma” bilder identifieras korrekt i ca 97% av fallen. Bilder med djur som felaktigt taggats som människa (false positives) uppträdde i 4,5%, medan bilder med människor som taggats som djur och därmed inte avpersonifierats (false negatives) fanns i 1,5% av fallen.

Utvecklingen av algoritmerna fortsätter och det manuellt verifierade bildmaterialet i Capture ska användas för att fortsätta träna och förbättra bildigenkänningen. Moduler för en automatisk maskininlärning ska tas fram och integreras i Capture. Av resursskäl körs träningsrutinen vid begäran ännu som separat, extern process hos NINA.

Projekt- och referensgrupp

Projektet genomfördes av Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) i samarbete med SWECO och Norskt Institut för Naturforskning (NINA).

Till utvecklingen bidrog en användargrupp bestående av forskare vid SLU, Institutionen för ekologi och Centrum för biologisk mångfald samt projektledare och konsulter vid EnviroPlanning AB som arbetar med autokameror i olika faunaprojekt.

Referensgruppen till projektet omfattade representanter från myndigheter:

- Trafikverket: Ulrika Lundin, Johanna Holmin, Anders Sjölund, Magnus Palm och Mattias Blomberg
- Länsstyrelser: Alexander Winiger och Daniel Mallwitz
- Naturvårdsverket: Johan Wulff och Peter Jaxgård
- MSB: Elin Ulvmyr och Anna Isaksson Forsgren
- NINA: John Odden och Francesco Frassinelli
- SWECO: Caroline Jansson, Peter Jäderkvist, Karin Nordkvist, Jörgen Bolin, Thomas Hubinette, Jan Dalheimer, Daniel Hedén och Fredrik Larsen
- SLU Umeå: Tim Hofmeester och Fredrik Widemo
- SLU Artdatabanken: Holger Dettki, Matts Djos och Mark Marissink
- Vetenskapsrådets satsning på infrastruktur för fältforskning (SITES): Gunnar Jansson
- Viltskadecentret: Johan Månsson och Jens Frank
- SLU Institutionen för ekologi: Henrik Andrén, Petter Kjellander, Andreas Seiler och Anders Jäderberg

Myndigheter som inte aktivt kunde medverka i referensgruppen men ändå lämnade synpunkter var Polismyndigheten, Nationella Viltolycksrådet (NVR) och Integritetsskyddsmyndigheten.

Kommunikation

Under projekttiden (maj 2020 – november 2021) har kommunikationen i första hand förts internt, med referensgrupp, användargrupp och uppdragsgivare.

Med hjälp av kommunikatörer vid Trafikverket, Sweco, SLU, ska en översiktlig kommunikationsplan tas fram och information om plattformen och tjänsten ska publiceras via organisationernas och forskningsprojektens webbsidor.

En informationsvideo har börjat utvecklas av Sweco som ska spridas via sociala medier och webbsidor.

Capture ska uppmärksammas på forskningskonferenser och i andra relevanta sammanhang.

Vi kommer i samarbete med Trafikverket att organisera användarworkshops vid behov, t ex när nya uppföljnings- eller FoI-projekt ska börja använda Capture.

Fortsatt arbete

Plattformen är nu i drift och används av allt fler projekt. Dessa fungerar som testanvändare som lämnar synpunkter och förbättringsförslag. Mindre justeringar och uppdateringar förväntas under vinter/vår 2022. Serverplattformens storlek (lagringsutrymmen och antal processorkärnor) kommer att expanderas i takt med att fler användare läser in bildmaterial.

Kvalitén i bildanalysen kommer att analyseras och med hjälp av de manuellt klassade och verifierade bilderna ska modellerna för bildigenkänning tränas. Träningsrutiner och kriterier kommer att tas fram i samarbete med NINA.

Nya funktioner, som t ex automatiserad bildimport från kameror med GSM-länk, ryms däremot inte inom befintlig budget utan behöver ny finansiering.

Under 2022 kommer vi därför att successivt anpassa serverutrymme och lagringsplats, identifiera viktiga nya behov och implementera förbättringsåtgärder som ökar effektiviteten.

En viktig uppgift blir att i samråd med intresserade myndigheter skapa förutsättningar för en långsiktig finansiering och förvaltning av Capture-tjänsten.

BILAGA

Systemdokumentation Capture

Innehåll

Systemdokumentation	22
Inledning	22
Översikt	23
Datamodell	24
Komponenter	26
Säkerhet	28
Utveckling & CI/CD	28
Driftmiljö	29
Installationsinstruktioner	30

Inledning

Capture är en plattform för hantering av bilder från viltkameror med syftet att skapa en behovsorienterad lösning för förvaltning, analys och tolkning av bildmaterial från faunaprojekt hos olika myndigheter.

Viktiga funktioner

- Massuppladdning av bilder
- Automatisk gruppering av bilder som tagits i samma sekvens
- Automatisk och manuell taggning av bilder och sekvenser
- Skapa automatisk och manuell utsuddning av bilder som innehåller människor
- Behörigheter på projektnivå
- Export i TWDG Camtrap DP¹⁰ -kompatibelt format
- Snabb översikt över status för ett projekt

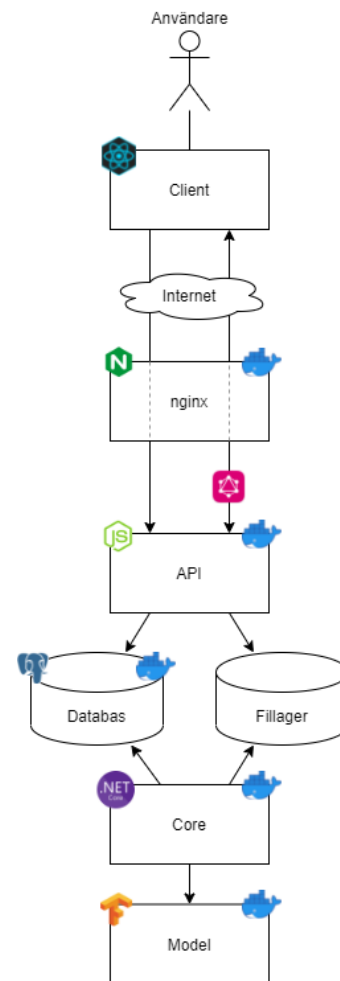
¹⁰ <https://tdwg.github.io/camtrap-dp/>

Översikt

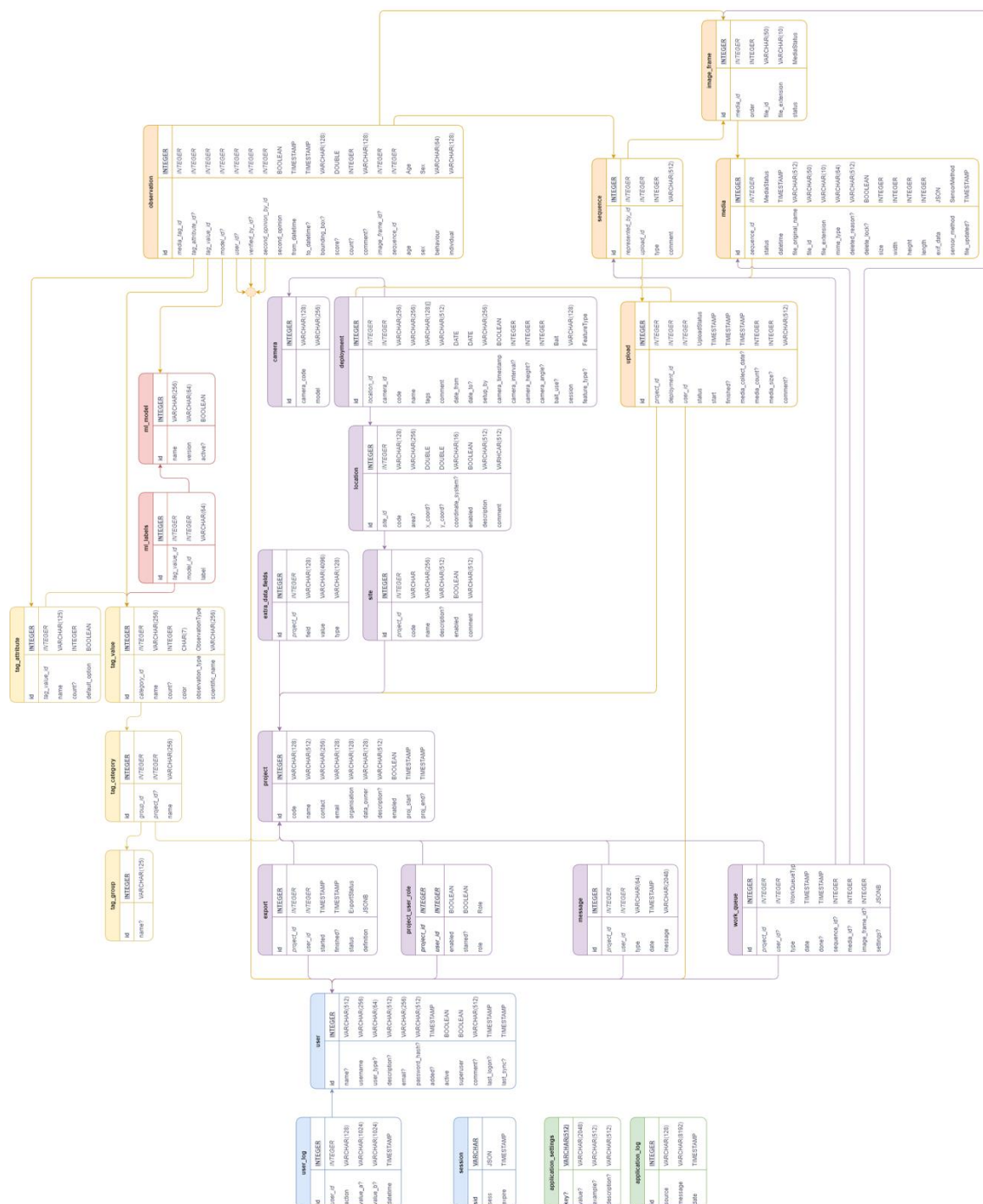
Capture består av ett antal grundläggande komponenter:

- **Client** – en webbapp skriven i ramverket *React* som användaren interagerar med.
- **nginx** – reverse proxy och lastbalanserare som även sköter SSL-terminering med certifikat hämtade med *Let's Encrypt*.
- **API** – serverkomponent skriven i *Express.js* som svarar på frågor från *Client* genom att slå mot *Database*, genomför ändringar i databasen på begäran av *Client*, samt hanterar uppladdningar och styr behörigheter.
- **Database** – *PostgreSQL*-databas för lagring av data som användare, projekt, metadata för bilder och uppladdningar, m.m.
- **Fillager** – uppladdade filer, både innan och efter processering.
- **Core** – *.NET*-servertjänst som hanterar bildanalys, exportering av data m.m.
- **Model** – en AI/ML-modell byggd på *Tensorflow* som förses med bilder från *Core* att analysera och svarar med ett antal taggar (djur och deras position i bilden) för varje bild.

Den mesta kommunikationen mellan *Client* och *API* sker via protokollet HTTP/GraphQL. Enstaka kommunikation, bl.a. filuppladdning och autentisering, sker via HTTP/REST och WebSockets/GraphQL (viss realtidsuppdatering).



Datamodell



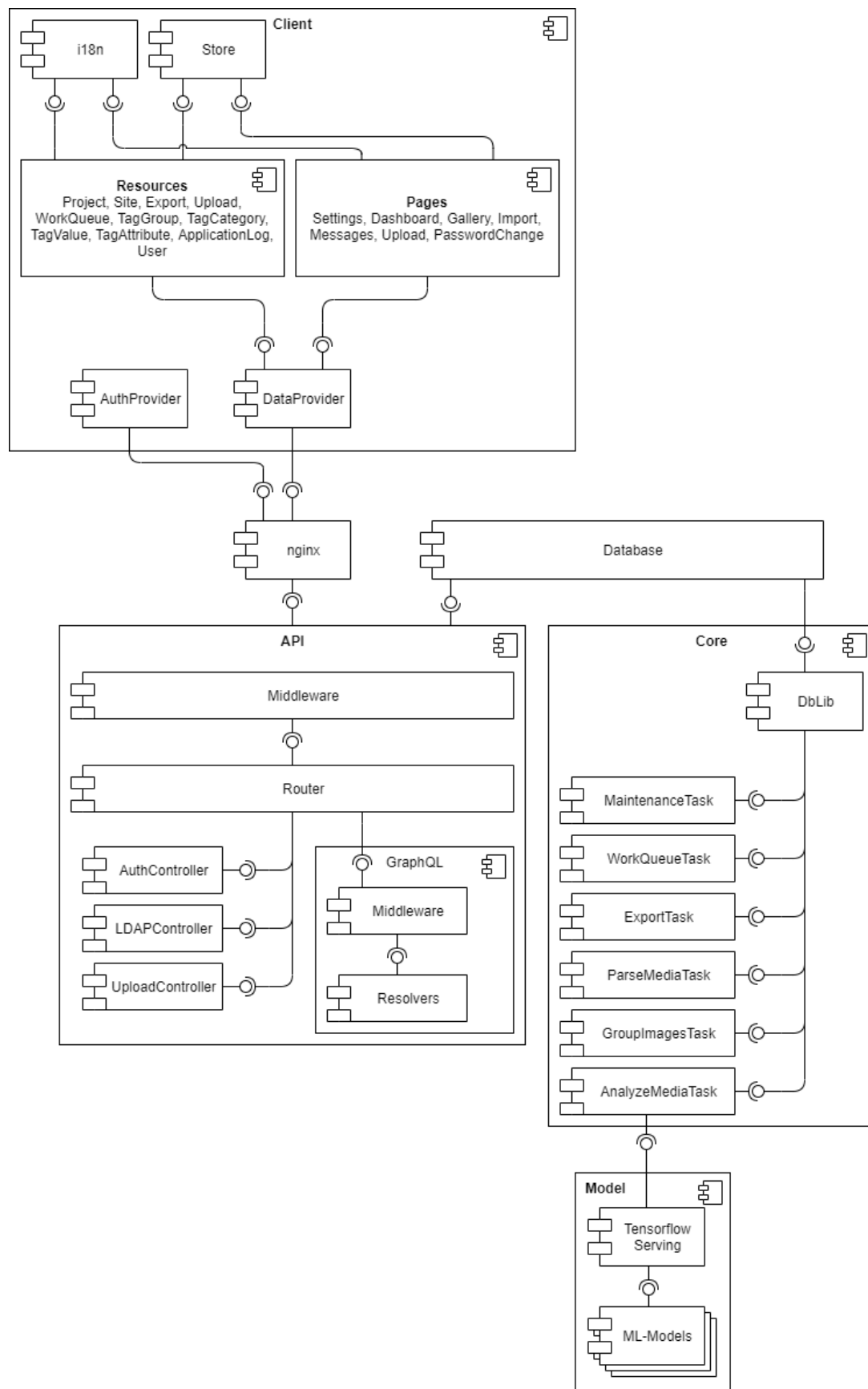
Capture är uppbyggt runt ”projekt”. Varje projekt (*project*) kan ha ett antal områden (*site*) bestående av platser (*location*) som har olika uppställningar (*deployment*). Uppladdningar (*upload*) registreras på dessa uppställningar och innehåller ett antal sekvenser (*sequence*) som i sin tur består av olika media (*media*). Media kan antingen vara en bild eller en videofilm, och är vidare uppdelat i bildrutor (*image_frame*), för bilder är det ett 1:1 förhållande mellan media och bildruta och för videofilmer finns flera bildrutor för varje media.

Vidare kan observationer (*observation*) registreras på antingen enstaka bildrutor eller på en hel sekvens. Dessa har koppling till taggar (*tag_value*) som ligger i en hierarki med kategorier (*tag_category*), grupper (*tag_group*) och valfria attribut (*tag_attribute*). För observationer som hittats av en ML-modell finns även koppling till den modell (*ml_model*) och etikett (*ml_label*) som hittat observationen.

Användare (*user*) har olika behörigheter till projekt (*project_user_role*). Från projekt kan exporter (*export*) göras och diverse annat arbete, t.ex. borttagning av bilder, köas (*work_queue*).

Centralt för hela applikationen sparas ett antal inställningar (*application_settings*) samt loggmeddelanden från bl.a. Core (*application_log*). Båda dessa går att komma åt från Captures användargränssnitt om man är inloggad som systemadministratör.

Komponenten



Client

Webbläsar-klienten bygger till stor del på react-admin¹¹. Den har två moduler som hanterar kontakten med servern; *AuthProvider* och *DataProvider*. *AuthProvider* hanterar delar som inloggning och behörighetshantering, *DataProvider* hanterar allmän tillgång till, och ändring av, data.

React-admin är sedan uppbyggt av "resurser"/objekttyper (*Resources*), som har tillhörande sidor för CRUD-operationerna. Utöver detta finns även ett antal fristående sidor (*Pages*). Samtliga använder sig av *DataProvider*, antingen direkt eller indirekt via react-admin, för att kommunicera med *API*.

Dessutom finns några mindre stödmoduler för t.ex. internationalisering (*i18n*, översättning av användargränssnittet som i dagsläget finns det på engelska och svenska, men fler språk går att lägga till) och hantering av applikationstillstånd (*Store*).

API

När en fråga kommer till *API*:et passerar det först ett antal "middleware". Det kan t.ex. handla om att deserialisera innehållet i frågan eller säkerställa att användaren är inloggad.

Beroende på frågans sökväg kan den sedan skickas vidare till antingen en *Controller*, för vissa frågor som inte passar in i GraphQL-modellen, eller till GraphQL-motorn. Följande *Controllers* finns i dagsläget:

- *AuthController* – Hanterar inloggning och kan svara med användarens behörigheter
- *LDAPController* – Hanterar inloggning via LDAP/Active Directory
- *UploadController* – Hanterar uppladdningar av filer/media

GraphQL-motorn kan skicka frågan genom egna middleware och använder sedan *Resolvers* för att beräkna ett svar och genomföra eventuella ändringar. Det finns en resolver för varje datatyp, som regel tillhandahåller CRUD-operationerna (skapa, hämta en/hämta en lista, uppdatera, ta bort).

Core

Core är en .NET-tjänst som sköter diverse uppgifter som ska köras vid vissa tidsintervall eller som tar längre tid att utföra. Den består i huvudsak av en modul som hanterar tillgången till databasen (*DbLib*) och ett antal uppgifter (*Tasks*). *Core* försöker utföra en uppgift i taget. Det är sedan upp till uppgiften att avgöra om det finns arbete för den att genomföra.

I dagsläget finns dessa uppgifter:

- *MaintenanceTask* – Utför diverse underhåll av databasen, så som att städa bort gamla uppladdningar som aldrig färdigställdes.
- *WorkQueueTask* – Utför några allmänna uppgifter som lagras i tabellen *work_queue* i databasen, t.ex. att radera eller blurringa enskilda bilder.
- *ExportTask* – Genomför exporter av data, d.v.s. paketerar data från databasen tillsammans med mediefiler.
- *ParseMediaTask* – Läser metadata ur uppladdade bilder och sparar det i databasen för snabbare åtkomst.
- *GroupImagesTask* – Grupperar bilder i sekvenser baserat på deras tidsstämpel.
- *AnalyzeMediaTask* – Anropar komponenten *Model* som försöker hitta djur m.m. i bilderna, och sparar svaret i databasen. Om människor hittas i bilder blurringas de automatiskt.

¹¹ <https://marmelab.com/react-admin/>

Som regel körs samtliga uppgifter i varsin databastransaktion, d.v.s. ett utförande av en uppgift ska vara atomiskt.

Model

Model består enbart av *Tensorflow Serving*¹² som tillhandahåller ett REST-gränssnitt över ett antal ML-modeller.

Säkerhet

Eftersom risk finns för att bilder med människor laddas upp har stort fokus lagts på säkerhetsarbetet, då detta räknas som personliga uppgifter. För att förhindra att personuppgifter hanteras i plattformen mer än absolut nödvändigt analyseras all media direkt efter uppladdning, och om människor hittas sker automatisk blurrning av den delen i bilden/bildrutan. Skulle den automatiska analysen missa en människa kan utsuddningen utföras manuellt i efterhand.

Vid driftsättning bör normal säkerhetshärdning genomföras, som att enbart öppna nödvändiga portar och att alltid snarast installera nya versioner om säkerhetsluckor upptäcks i något beroende. Som standard sker all åtkomst till *Capture* via HTTPS med ett SSL-certifikat från Let's Encrypt¹³.

Åtkomsten till alla projekt är styrda genom tre olika användarroller med olika behörighetsnivåer.

För inloggning används cookies som innehåller en identifierare för inloggningssessioner, som sparas i *Captures* databas. Giltighetstiden på en session är inställd till sju dagar, varefter användaren behöver logga in sig igen.

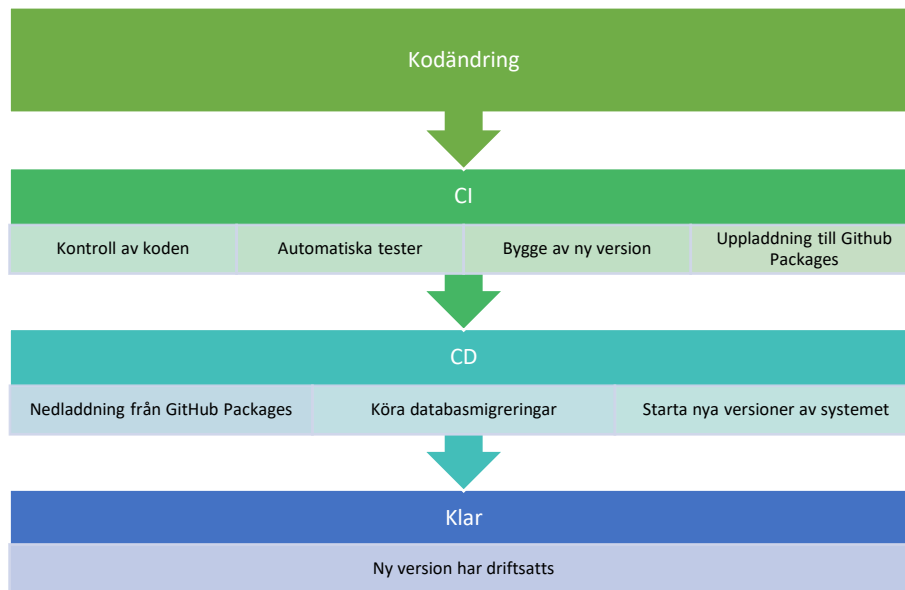
Utveckling & CI/CD

Under utveckling och inledande driftsättning har GitHub Actions¹⁴ använts för att automatiskt publicera nya versionen till servermiljön (CI och CD, continuous integration och continuous deployment). Bygge av nya versioner (CI) har gjorts på GitHubs servrar. För att kunna driftsätta bakom SLUs brandvägg har CD-steget genomförts av en "runner" (process som utför jobb åt GitHub Actions) installerad på målservern.

¹² <https://www.tensorflow.org/tfx/guide/serving>

¹³ <https://letsencrypt.org>

¹⁴ <https://github.com/features/actions>

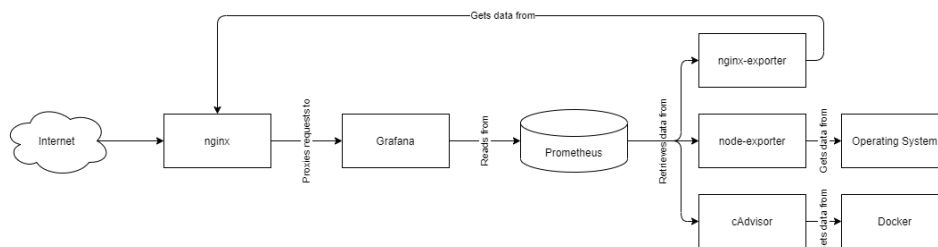


Driftmiljö

Samtliga serverkomponenter (*nginx*, *API*, *Core*, *Database* och *Model*) körs i containermiljön *Docker*. Det finns även ett antal stödkomponenter konfigurerade som är användbara i drift:

- *Prometheus* – En tidsseriedatabas för att lagra driftinfo (som processor- och minnesanvändning) över tid.
- *Grafana* – Ett webbgränssnitt för att visualisera informationen i *Prometheus*.
- *cAdvisor*, *node-exporter* & *nginx-exporter* – Förser *Prometheus* med information om docker-miljön, själva servern respektive *nginx*.

Om existerande övervakningsinfrastruktur finns kan dessa exkluderas ur driften.



Capture ska kunna köras i samtliga miljöer där en tillräckligt aktuell version av *Docker* med *Linux*-containrar finns, dock har all testning utförts med *Linux* som värdsystem. Andra containermiljöer (t.ex. Kubernetes) bör fungera "out of the box" eller vara lätta att anpassa till, men har ej testats.

Som standard använder *Capture* sin egen PostgreSQL-databas, men det går att ändra till att använda en annan existerande databas.

Trots att Capture och dess databas inte kräver speciellt stor lagringsyta bör höjd tas för lagring av mediafiler, med fördel kan dessa läggas på en separat disk.

Installationsinstruktioner

Dessa instruktioner förutsätter följande:

- Linux-server med tillräckligt aktuell version av Docker och SSH-tillgång
- Separat lagringsyta monterad på /data
- Behörighet att ladda ned Capture's Docker images från Sweco's Docker Registry på GitHub eller tillgång till *.tar.gz*-filer som lagts på servern
- Tillgång till Capture's *docker-compose*-filer och lagt dem på servern

Rutin:

1. Logga in på servern via SSH
2. (om du fått *.tar.gz*-filer) Kör `docker image load -i <filnamn>.tar.gz` för varje fil
3. Navigera till mappen som innehåller *docker-compose.yml* och *docker-compose.production.yml*
4. Kör `docker-compose -f docker-compose.yml -f docker-compose.production.yml --profile ml -p capture pull` för att hämta övriga images
5. Kör `docker-compose -f docker-compose.yml -f docker-compose.production.yml --profile ml -p capture up --no-build -x exit-code-from db-migration db-migration` för att köra databasmigrationer
6. Kör `docker-compose -f docker-compose.yml -f docker-compose.production.yml --profile ml -p capture up --no-build -d` för att starta alla delar

Processen för att uppdatera till en nyare version är den samma.

Trafikverket, 781 89 Borlänge. Besöksadress: Röda vägen.
Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 020-600 650

trafikverket.se