

Metodik för broidentifikation

Methods for bridge identifications



FOTO: MIKAEL BERGQVIST/SKOGFORSK

Summary

A functional and extensive road network is vital for efficient and environmentally sound forestry transports, and bridges play a key role in the network. However, inadequate bridges comprise one of the most serious bottlenecks for transports by heavy goods vehicles.

Incorrect or lack of information about the bridge infrastructure and its condition is a serious obstacle to full implementation of 74-tonne vehicles, but also for full utilisation of 64-tonne vehicles. Every bridge that cannot be used by a fully-loaded vehicle may necessitate a diversion, unloading and reloading, or some other measure that reduces efficiency.

There is a great need to identify bridges that are not recorded, to enable inspection and assessment of condition, and to rectify faults. Privately owned bridges must retain their function and value. Identification of defective bridges is important, to prevent bottleneck effects or, in worst-case scenarios, accidents.

The aim of the project was to develop a method for identifying bridges in the private road network. The accuracy of the method was also to be evaluated.

The first stage involved selecting a study area according to specified criteria. In the study area, an analysis was carried out using map information, then an analysis using laser data from two sources with different resolutions. The two analyses were compared with each other and with reference data, and finally a field survey was carried out to evaluate the results.

The analyses produced 3807 unique crossings that could comprise a bridge or a culvert. In the field visits, 164 of these were inspected. Both methods had identified crossings with an accuracy exceeding 95 percent. The Swedish Transport Administration defines a bridge as a structure with a span exceeding two metres. The analysis of the map data indicated that the spans of 56 percent of the crossings exceeded two metres, and the laser data showed 49 percent exceeding two metres.

Conclusions from the project are that both methods can be used to identify crossings. The difficult part is not identifying the crossings but classifying them into groups according to size. Using the water area layer to locate crossings almost always indicates a bridge, but because the layer is based on a water width of at least 6 metres, there is a risk that smaller bridges are missed. Using the laser method is slower than using the map method.

Förord

Metodik för broidentifikation är ett delprojekt i ”Utvecklad broinfrastruktur för mer hållbara vägtransporter”. Projektet är finansierat av InfraSweden2030 samt våra värd företag SCA och Sveaskog. Vi tackar våra finansiärer och värd företag och hoppas att vårt projekt med att identifiera broar kommer att gagna hela skogsbranschen genom bättre metodik för kartläggning av broar.

Uppsala Mars 2018

Aron Davidsson

Innehåll

Summary.....	2
Förord.....	3
Sammanfattning.....	5
Inledning.....	6
Bakgrund.....	6
Syfte och mål.....	7
Material och metod.....	7
Metodik.....	7
Övergripande studieupplägg.....	7
Identifikation.....	8
Studieområde.....	11
Indata.....	11
Kartdata och geografiska databaser.....	12
Referensdata.....	12
Utvärdering.....	13
Fältmätning av vattenöverfarter.....	14
Resultat.....	15
Diskussion.....	17
Slutsatser.....	19
Referenser.....	19
Bilaga 1. Övriga mätningar.....	20

Sammanfattning

Ett väl fungerande och utbyggt vägnät är en förutsättning för ett effektivt och miljövänligt svenskt skogsbruk. En viktig del av vägnätets struktur är broar, då de möjliggör passage över vattendragen i landskapet. Undermåliga broar är en av de främsta flaskhalsarna för tunga lastbilstransporter. Felaktig eller avsaknad av information om broinfrastrukturen och dess tillstånd är ett allvarligt hinder för full implementering av fordon med en maximalt tillåten bruttovikt av 74 ton, men också för fullt utnyttjande av fordon med en maximalt tillåten bruttovikt av 64 ton. Varje bro som inte kan trafikeras med fullastade fordon innebär en omväg, omlastning eller annan ineffektivitet.

Det finns ett stort behov av att identifiera de broar som inte finns registrerade. Identifieringen möjliggör att inspektera och underhålla broarna så att man kan förhindra flaskhalseffekter eller i värsta fall olyckor.

Målet med projektet är att utveckla metodik för att identifiera broar på det enskilda vägnätet och att utvärdera noggrannheten i metoden.

Det övergripande metodupplägget i projektet är att välja studieområde efter specificerade kriterier samt att utföra analyser med hjälp av dels kartinformation och dels laserdata med två olika upplösningar. Analysmetoderna jämförs sedan sinsemellan samt mot referensdata och slutligen utförs en fältinventering för att utvärdera resultatet.

Analyserna resulterade i 3807 unika överfarter som skulle kunna bestå av en bro eller trumma. Under fältinventeringen besöktes 164 av dessa. Båda metoderna identifierade överfarter med en noggrannhet på över 95 procent. Trafikverket definierar en bro när spännvidden överstiger 2 meter. I kartdataanalysen var 56 procent av överfarterna över två meter i spännvidd och i laserdataanalysen var motsvarande andel 49 procent.

Slutsatserna från projektet är att det går alldeles utmärkt att hitta överfarter med båda analysmetoderna. Det svåra är att kunna klassa dem i storleksklasser. Att använda vattenyteskiktet för att ta fram överfarter resulterar nästan alltid i en bro, men eftersom skiktet baseras på att vattenytan är minst 6 meter i bredd riskerar mindre broar att missas. Lasermetodiken var mer tidskrävande än kartmetodiken.

Inledning

BAKGRUND

Ett väl fungerande och utbyggt vägnät är en förutsättning för ett effektivt och miljövänligt svenskt skogsbruk. I Sverige ansvarar väghållaren för vägen. Detta ansvar är uppdelat på tre olika kategorier; statliga, kommunala och enskilda väghållare. De väghållare som har ansvar för enskilda vägar är ofta en organisation, som till exempel en vägförening, samsällighetsförening eller vägsamfällighet. I vissa fall kan det också vara en enskild markägare, exempelvis ett markägande skogsbolag.

De statliga vägarna utgör 9 800 mil eller 23 procent av det totala vägnätet, de kommunala vägarna utgör 4 100 mil eller 10 procent och de enskilda vägarna 28 600 mil eller 67 procent. 7 600 mil av de enskilda vägarna får statsbidrag.

Broarna är en viktig del av vägnätets struktur, då de möjliggör passage över vattendragen i landskapet. De enskilda vägarna passerar över ett vattendrag i form av älv, å, bäck eller dike mer än 200 000 gånger. För att passera dessa vattendrag används antingen olika typer av broar eller trummor. Trafikverket (1996) definierar en bro som en konstruktion där spännvidden i största spannet är 2 meter eller större. Är spännvidden mindre kallas konstruktionen för en trumma. Hos Trafikverket finns 4 000 broar registrerade. Dessa återfinns nästan uteslutande på enskilda vägar med bidrag. Bland kvarvarande 196 000 passager återfinns ett okänt antal broar.

Undermåliga broar är en av de viktigaste flaskhalsarna för tunga lastbilstransporter. Detta blir särskilt tydligt i de areella näringarna som trafikerar även det perifera vägnätet och använder ungefär 80 procent av hela vägnätet i Sverige. Felaktig eller avsaknad av information om broinfrastrukturen och dess tillstånd är ett allvarligt hinder för full implementering av fordon med en maximalt tillåten bruttovikt av 74 ton, men också för fullt utnyttjande av fordon med en maximalt tillåten bruttovikt av 64 ton. Varje bro som inte kan trafikeras med fullastade fordon innebär en omväg, omlastning eller annan ineffektivitet.

Betydande investeringar har gjorts i det enskilt ägda brobeståndet för att bibehålla funktion och värde och behovet av att identifiera de broar som inte finns registrerade är stort. En sådan identifiering skulle göra det möjligt att inspektera, underhålla och förhindra flaskhalseffekter eller i värsta fall olyckor.

En hel del forskning har utförts för att identifiera broar från flygburen laser. Gemensamt för dessa projekt har varit att extrahera bropunkter från lasermolnet för att få fram en korrekt markmodell, vilket uppnås först när broarna är borttagna. Oftast är projekten utförda i stadsmiljö och broarna har större spännvidd än de vi letar efter. I lantmäteriets laserpunkter är en av klasserna broar. De broar som identifieras i denna produkt är större till karaktären och återfinns främst på det allmänna vägnätet. I rapporten *Riskinventering vid väg med hjälp av Nationell höjdmödel och andra databaser (2014)* användes en liknande metodik för att identifiera vägtrummor. Resultaten från inventeringen av vägtrummor visar att cirka 80–90 procent av trummorna återfinns inom de områden som pekas ut som potentiella lägen.

SYFTE OCH MÅL

Projektets syfte är att utveckla en metodik för identifikation av broar på det enskilda vägnätet. I utvecklingen av metodiken prövas dels en metod som baseras på kartdata och dels en metod som baseras på laserskanningsdata. I den senare metodiken utvärderades dessutom två olika sätt att ta fram data.

Mål med projektet:

- Utveckla metodik för att identifiera broar
- Utvärdera noggrannheten i metoden

Material och metod

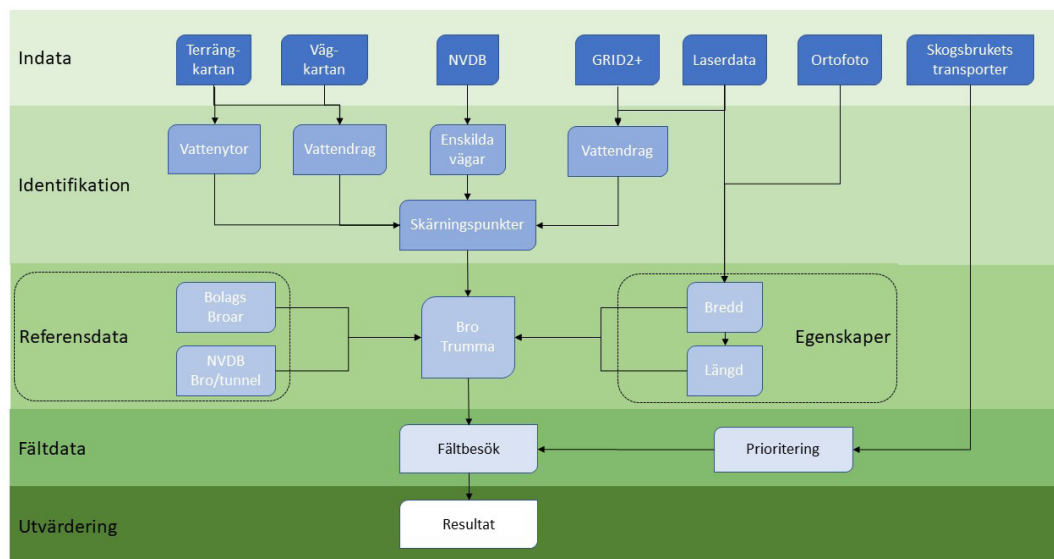
METODIK

Övergripande studieupplägg

Det övergripande upplägget i projektet var:

- 1) Val av studieområde.
- 2) Analys med hjälp av kartinformation.
- 3) Analys med hjälp av laserdata utifrån två källor med olika upplösning.
- 4) Jämförelse mellan analysmetoderna samt mot referensdata.
- 5) Fältbesök för att utvärdera resultatet av analysen.

Upplägget visas schematiskt i Figur 1. De olika datakällorna beskrivs vidare under kapitel 2.3 Indata.



Figur 1. Principskiss för metodik.

Identifikation

För att upptäcka broar och trummor valde vi att arbeta med två olika metodiker. Båda utgick från ansatsen att där ett vattendrag korsar en väg borde det förekomma någon typ av överfart i form av bro eller trumma.



FOTO: MIKAEL BERGOVIST/SKOGFORSK

Figur 2. Bildexempel på en trumma.

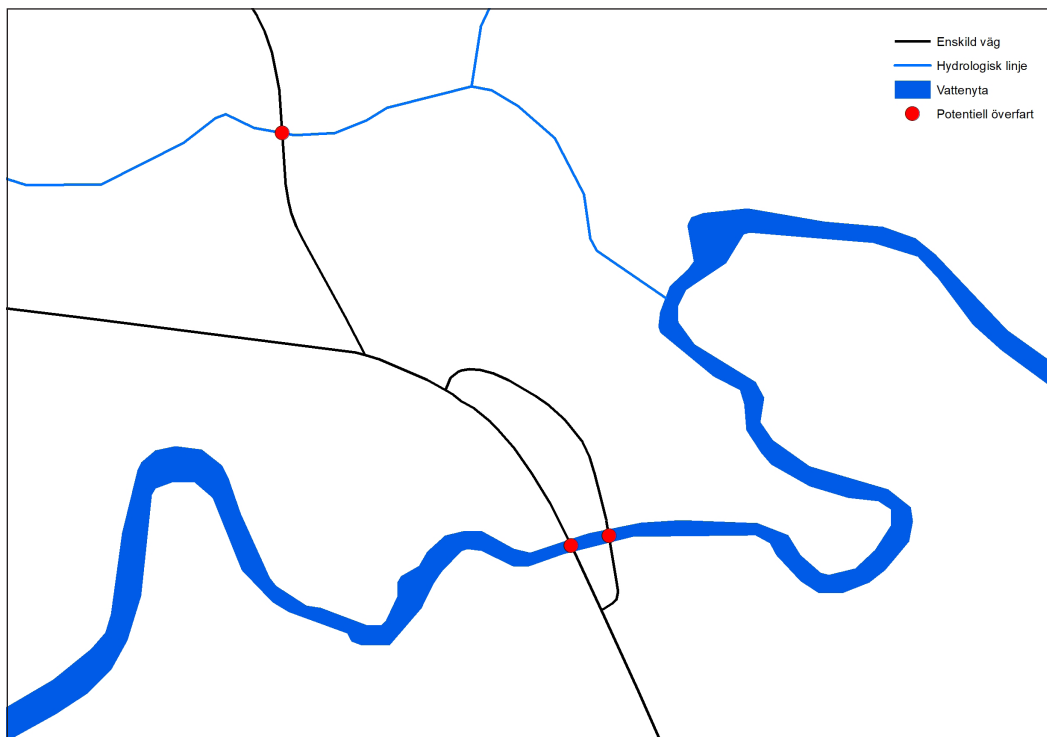


FOTO: MIKAEL BERGOVIST/SKOGFORSK

Figur 3. Bildexempel på en bro.

Den första metodiken utgick från befintlig kartinformation i form av terrängkartan och vägkartan från lantmäteriet. För att få fram vattendrag användes skiktet hydrologiska linjer och klassen vattenyta från marktäckedata. Skillnaden mellan hydrologiska linjer och vattenyta är att den senare har en yta bredare än 6 meter (Figur 4).

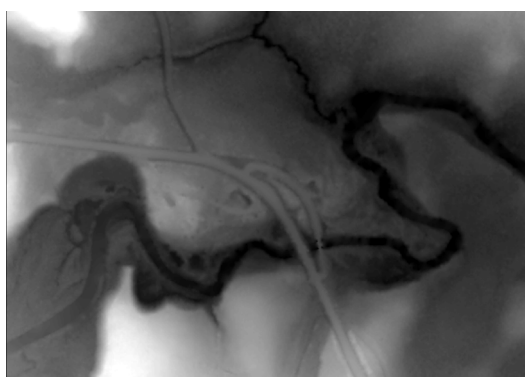
Positionen för en potentiell bro eller trumma togs fram genom att extrahera skärningspunkten mellan en enskild väg och hydrologisk linje eller vattenyta (Figur 4).



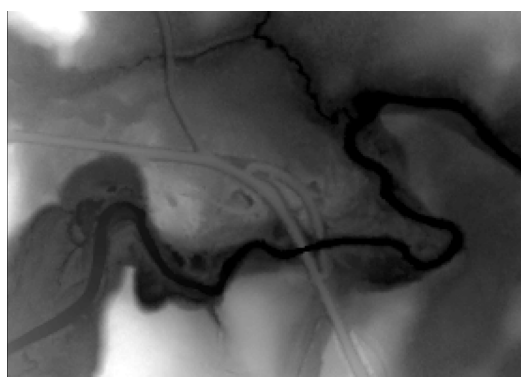
Figur 4. Visar hydrologiska linjer och vattenytor som korsas av en enskild väg. Potentiella överfarter har markerats med röda cirklar.

Den andra metodiken utgick från data från en laserskanning som Lantmäteriet utfört för att ta fram en ny nationell höjdmödel. Utifrån dessa laserskanningsdata har Lantmäteriet skapat två produkter. Den ena, "Grid2+", utgörs av en terrängmodell i gridform (rutnät) som bygger på laserskanningens punkter med 2 meters upplösning. Den andra, "Laserdata", utgörs av ett punktmoln där varje punkt är klassificerad till mark, vatten, bro eller oklassificerad (vilket även inkluderar eventuella felaktiga punkter). Produkten Grid2+ är färdig att använda direkt för vidare analys. Från Laserdata behöver en terrängmodell skapas. Punktmolnets täthet är 0,5–1 punkt per kvadratmeter och vi valde att skapa en terrängmodell med 1 meters upplösning.

De främsta skillnaderna mellan de två olika terrängmodellerna är att detaljer syns bättre i 1-metersmodellen (Figur 5) än i 2-metersmodellen (Figur 6). Dock kräver den högre upplösningen mer lagringsutrymme på hårddisken och hanteringen av stora datamängder kan vara tidskrävande. En annan skillnad är att vissa, främst statliga broar och enskilda broar med statsbidrag, är bortediterade ur 2-metersmodellen.



Figur 5. Terrängmodell (Laserdata) med upplösning på 1 meter.



Figur 6. Terrängmodell (Grid 2+) med upplösning på 2 meter.

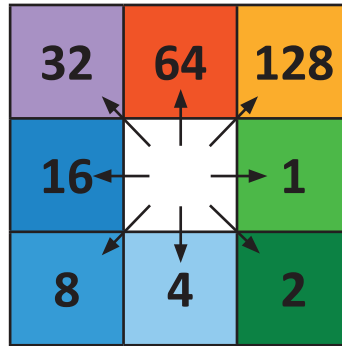
I projektet valde vi att testa båda produkterna för att utvärdera vilken som ansågs lämpligast. Precis som i den första metodiken med kartdata är tanken att en bro eller trumma bör finnas där ett vattendrag korsar en väg. Skillnaden här är att vattendraget skapas från höjdmödeln (Figur 7) genom att ta fram ett avrinningsnätverk (kan liknas vid ett nätverk av flera vattendrag).

Avrinningsnätverk tas fram med ett ESRI ArcMap-verktyg som beräknar summan av alla celler som ligger uppströms och då strömmar till den processade cellen. Detta är en standardmetod för att derivera ackumulerade flöden från höjdmödeln (Jenson & Dominique, 1988). Celler med höga ackumulerade flöden blir på så sätt ett vattendrag. För att kunna extrahera relevant information från höjdmödeln måste flödesriktningen på ytans avrinning räknas ut för varje cell baserad på den största skillnaden mellan den processade cellen och de åtta cellerna i omgivningen, se Figur 8.

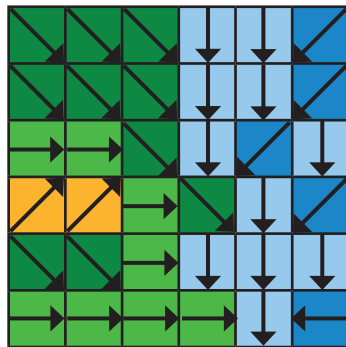
Baserat på rastret flödesriktning (Figur 9) skapas ett andra raster, flödesackumulering, som innehåller information om antalet celler uppströms som har tillrinning mot aktuell pixel. I Figur 10 visas hur cellen nära det nedre högra hörnet har en tillrinning från 35 andra celler.

78	72	69	71	58	49
74	67	56	49	46	50
69	53	44	37	38	48
64	58	55	22	31	24
68	61	47	21	16	19
74	53	34	12	11	12

Figur 7. Principskiss höjdmodell.



Figur 8. Kodning av flödesriktning .



Figur 9. Flödesriktning för varje pixel.

0	0	0	0	0	0
0	1	1	2	2	0
0	3	7	5	4	0
0	0	0	20	0	1
0	0	0	1	24	0
0	2	4	7	35	1

Figur 10. Flödesackumulering av pixlar.

När hela höjdmollen har flödesackumulerats har varje pixel ett värde för hur stor area som flödar till den. Genom att sätta gränsvärden för hur stor area som flödar till varje pixel skapas ett nätverk av vattendrag. Figur 11 visar hur dessa vattendrag i rött korsar enskilda vägar i svart.



Figur 11. Visar avrinningsnätverk i rött och hur de korsar enskilda vägar i svart.

Avrinningsnätverket är helt baserat på höjddata och hänsyn är inte tagen till exempelvis markinfiltration eller vegetation.

Precis som i metoden baserad på kartdata så togs positionen för en potentiell bro eller trumma fram genom att extrahera skärningspunkten mellan en enskild väg och ett vattendrag. Men i detta fall har vattendraget tagits fram från avrinningsnätverket.

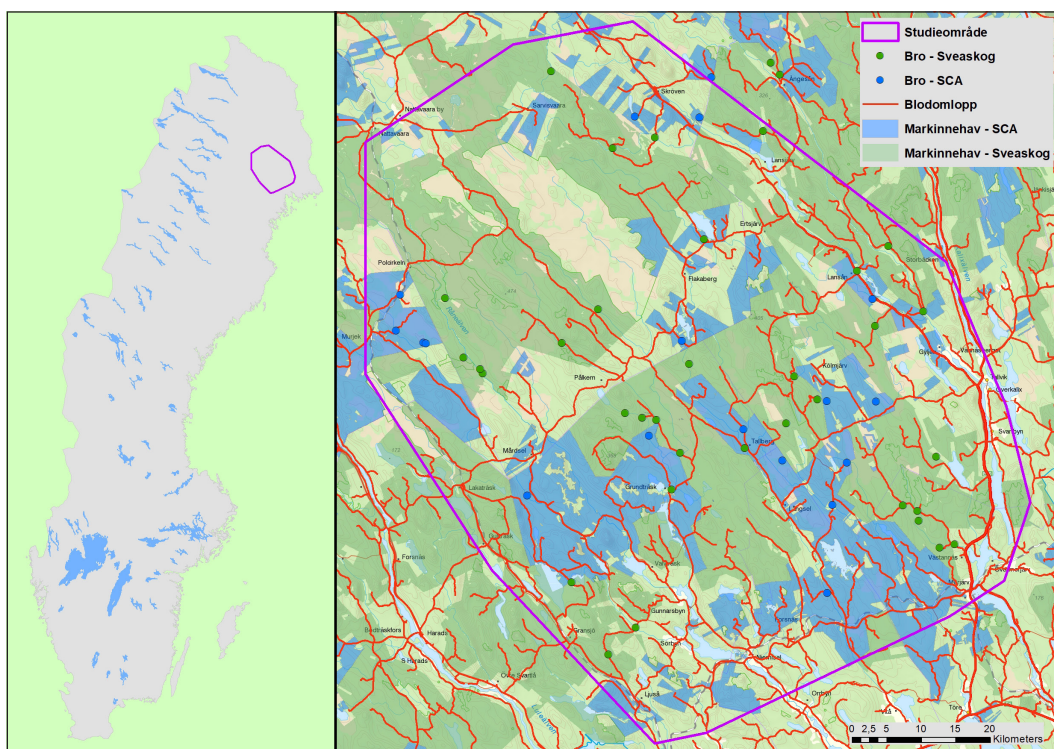
Över ett delområde inom studieområdet skapade vi ett avrinningsnätverk för Grid2+-produkten och ett för laserpunktmolnet. Dessa två jämfördes och skillnaderna var försumbara. Eftersom det krävs mer tid att hantera punktmolnet och skillnaderna bedömdes som väldigt små, valde vi att arbeta vidare med Grid2+. Dock kan höjdmodellen på 1 meter som vi skapade från punktmolnet användas för att beskriva broar eller som bakgrundsbild, då detaljer framträder bättre.

STUDIEOMRÅDE

Studieområdet som valdes i projektet är beläget i Norrbotten med centrum 6 mil norr om Boden.

Kriterier för val av området var att:

- Både Sveaskog och SCA har stora markinnehav inom området.
- Området innehåller en hög andel enskilda vägar.
- Inom området återfinns vattendrag av varierande storlek.



Figur 12. Visar studieområdet med markinnehav och registrerade broar hos SCA och Sveaskog.

INDATA

Nedan beskrivs de datakällor som användes inom projektet.

Kartdata och geografiska databaser

Terrängkartan och vägkartan

Det valda studieområdets placering innebär att både data från terrängkartan och vägkartan behövde användas, eftersom terrängkartans utbredningsområde inte täcker hela Sverige och framför allt inte Norrlands inland.

De skikt som användes från terrängkartan och vägkartan var:

- Hydrologiska linjer
- Markdataskiktet - Vattenytor

Större vattendrag redovisas som vatten (sjöar och större vattendrag) och ingår i markdataskiktet. Mindre vattendrag (<6 meter breda) finns som linjer och ingår i skiktet med hydrografiinformation.

NVDB - Nationell vägdatabas

I den nationella vägdatabasen, NVDB, finns information om alla statliga, kommunala och enskilda vägar i Sverige. NVDB innefattar ungefär 98 000 km statliga vägar, 40 000 km kommunala vägar och 415 000 km enskilda vägar (mestadels skogsbilvägar) samt gång- och cykelvägar.

De data som användes från NVDB var:

- Geografisk utbredning
- Företeelse – Väghållare

GSD-Höjddata, Grid 2+

Produkten Grid2+ utgörs av en terrängmodell i gridform, med upplösning på två meter.

Laserdata

Produkten Laserdata utgörs av ett punktmoln där varje punkt är klassificerad till mark, vatten, bro eller oklassificerad (vilket även inkluderar eventuella felaktiga punkter).

Referensdata

Broinformation inom studieområde

- Sveaskog – 36 broar
- SCA – 18 broar

UTVÄRDERING

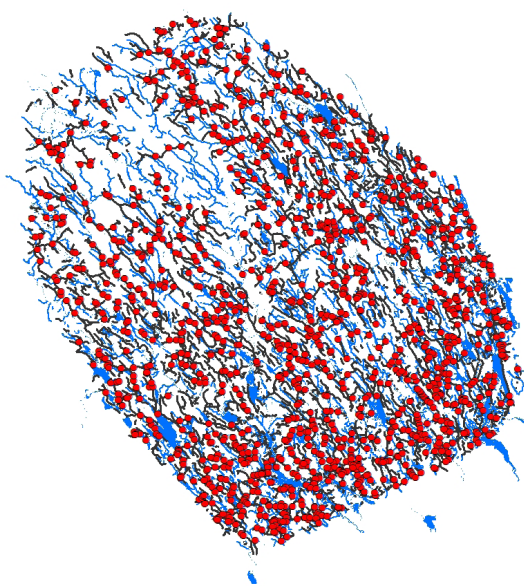
Metodikerna med kartdata genererade totalt 1966 överfarter (Figur 13), det vill säga potentiella broar eller trummor. Fördelningen av dessa överfarter var följande:

- 78 stycken Yta
- 1879 stycken Vattendrag
- 6 stycken Vattendrag under mark
- 3 stycken Vattentub och vattenränna

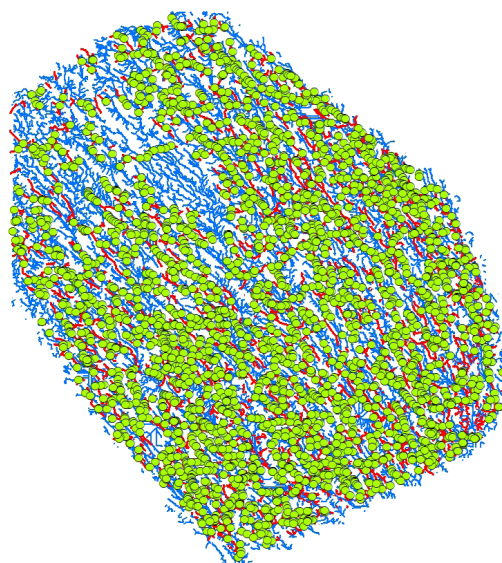
Vattendrag under mark, vattentub och vattenränna togs bort ur materialet.

I metodiken med laserdata skapades två typer av vattendrag, ett som skulle motsvara mindre flöden där överfarten förmodades bestå av trummor och ett med större flöden där överfarten bestod av broar. Med hjälp av referensdata sattes gränsnivåerna för dessa två typer till 60 000 rutor motsvarande 24 hektars tillflöde mot enstaka pixel för de mindre flödena och 750 000 rutor eller 300 hektar för de större flödena. Denna metod genererade 2813 överfarter, varav 2329 med mindre flöden och 484 med större flöden (Figur 14).

Totalt hade 4779 överfarter identifierats i de två metoderna. Ett antagande gjordes att om en överfart från vardera metoden låg inom 100 meter från varandra utgjordes de av samma överfart. Låg de längre från varandra var det två olika överfarter. När resultaten från båda metoderna jämfördes befann sig 972 överfarter inom 100 meter och 3807 överfarter med över 100 meters inbördes avstånd.



Figur 13. Visar överfarter från kartdata med röda punkter.



Figur 14. Visar överfarter från laserdata med gröna punkter.

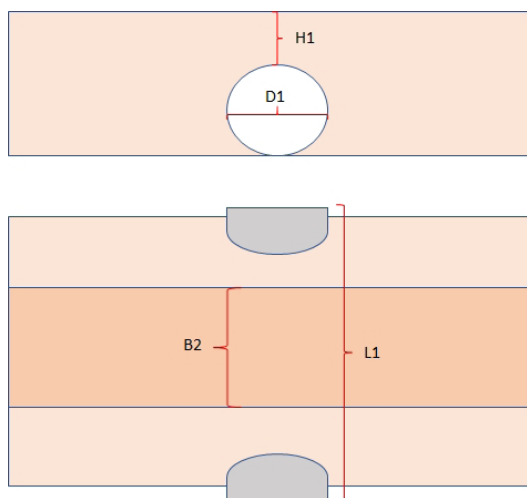
Resultatet utvärderades under sommaren 2017 under en fältinventering på två veckor.

Totalt hade analysen resulterat i 3807 överfarter. För att få ett mer hanterbart material under fältinventeringen reducerades antalet överfarter. Resultatet från kartdatametodiken minskades från 1957 till 513 överfarter. Alla överfarter med underlag Yta behölls, då de bara var 78 till antalet. Resultatet från laserkarteringen reducerades till 20 procent, det vill säga från 1841 till 368 överfarter. Totalt fanns det 881 överfarter att inventera.

Totalt besöktes 103 överfarter som enligt analysen var bro eller trumma. 61 av dessa var både karterade med hjälp av kartinformation och laserdata, vilket gjorde att det totala antalet besökta karteringar blev $((61 \times 2) + (42 \times 1)) = 164$.

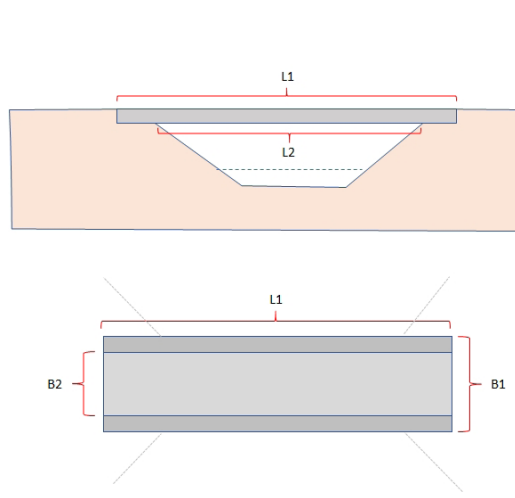
Fältmätning av vattenöverfarter

Mätningarna utfördes på lite olika sätt beroende på om överfarten var en trumma eller bro. Vid trumma mättes trummans diameter och längd, vägens bredd och höjden på banken från trummans överkant till vägens yta. (Figur 15). Vid bro mättes brons total-längd och spännvidd samt brons och vägens bredd (Figur 16). Oavsett typ togs ett foto av själva överfarten.



Höjd	H1	m	Höjd på bank
Diameter	D1	m	Trumdiameter
Längd	L1	m	Trumlängd
Vägbredd	L2	m	Körbanebredd

Figur 15. Mätningar som utfördes vid överfarter av typen trumma.



Brolängd	L1	m	Totallängd
Spännvidd	L2	m	Fri spännvidd
Brobredd	B1	m	Totalbredd
Vägbredd	B2	m	Körbanebredd

Figur 16. Mätningar som utfördes vid överfarter av typen bro.

Resultat

Tabellerna 1 till 3 nedan uttrycker noggrannheten som andelen korrekt karterade broar. Observera att avvikelsen från 100 procent är ett mått på i vilken utsträckning metoden överskattar, det vill säga hittar fler broar än i verkligheten. Det motsatta förhållandet, att verkliga broar inte hittas genom analysen, förekommer rimligtvis också men har inte tagits hänsyn till här.

Kartinformation

78 av överfarterna hade tagits fram med hjälp av kartinformation. Fördelningen mellan typerna var 33 ytor och 45 vattendrag. Alla av typ ytor som fältbesöktes var korrekt karterade och 43 av 45 vattendrag var korrekt karterade, det vill säga det fanns någon typ av trumma eller bro.

Tabell 1. Noggrannhet att återfinna överfarter oavsett bredd för kartmetodiken.

Typ	Karterade	Fältbesökta	Korreakta	Träff %
Yta	78	33	33	100
Vattendrag	1879	45	43	96
Totalt	1957	78	76	97

Laserdata

86 av ytorna kom från laserdata. Fördelningen mellan de två typerna som besöktes var 3 mindre flöden och 83 större flöden. Alla av typ större flöden som fältbesöktes var korrekt karterade och 35 av 38 av typ mindre flöden var korrekt karterade, det vill säga det fanns någon typ överfart.

Tabell 2. Noggrannhet i att återfinna överfarter oavsett bredd för lasermetodiken.

Typ	Karterade	Fältbesökta	Korreakta	Träff %
Mindre flöde	2329	38	35	92
Större flöde	484	48	48	100
Totalt	2813	86	83	97

Definition 2 m

Trafikverket definierar en bro som en konstruktion där spännvidden i största spannet är 2 meter eller större. Är spännvidden mindre kallas konstruktionen för en trumma. Resultaten ovan har inte tagit hänsyn till om trumman eller bron har större spännvidd än 2 meter utan bara om det finns någon överfart.

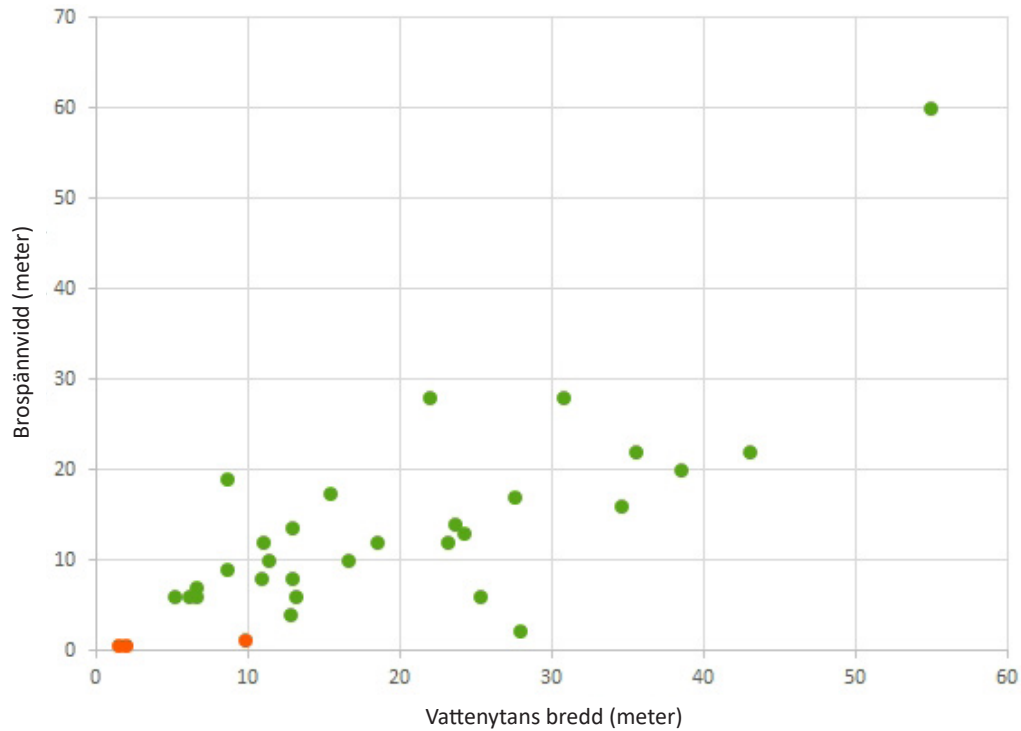
Om kriteriet är att överfarten ska ha spännvidden 2 meter blir resultatet enligt tabell 3 för de olika metoderna.

Tabell 3. Noggrannhet att återfinna broar över 2 meter per karteringstyp.

Typ	Fältbesökta	Korreakta	Träff %
Yta	33	30	91
Vattendrag	45	14	31
Mindre flöde	38	0	0
Större flöde	48	42	87,5

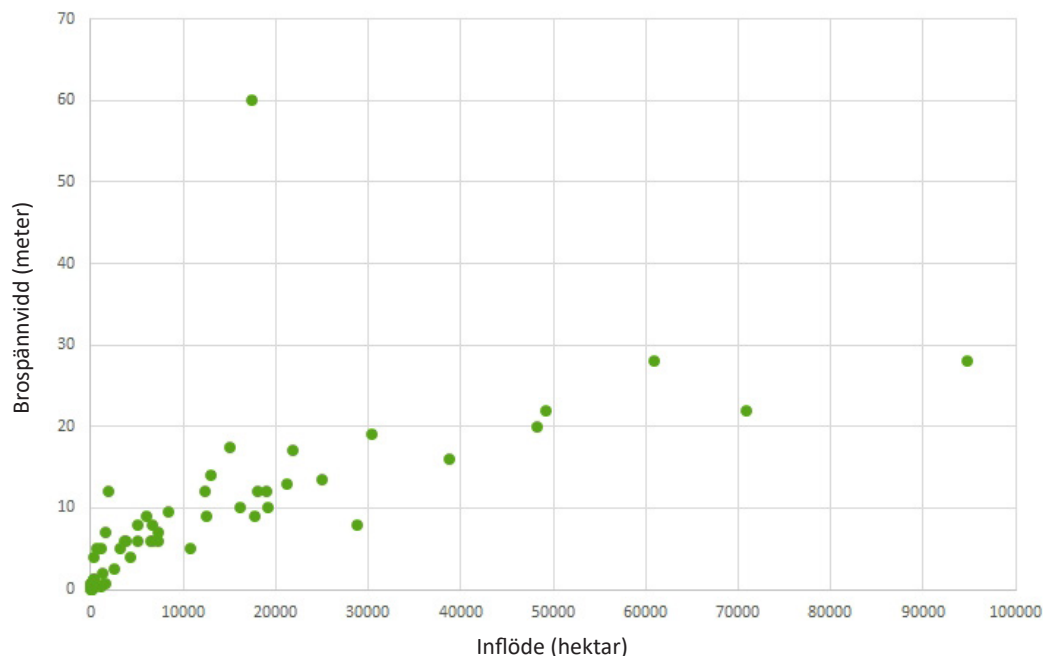
Bäst resultat för att återfinna broar >2 meter är att använda kartsiktet yta med en noggrannhet på 91 procent. Näst högsta noggrannhet fås genom att använda laserkarteringen med större flöden med 87,5 procent. Att använda vattendrag ger 31 procent noggrannhet och mindre flöden återfinner inga broar alls över 2 meter.

I figuren nedan ser vi distributionen av broarnas spännvidd mot den bredd vattenytan hade i kartan för de broar som återfanns i fält från karteringen med yta. Av de överfarter som var större än 2 meter var spannet 4 meter för den minsta till 60 meter för den största. Tre broar hade mindre spännvidd än 2 meter.



Figur 17. Visar broarnas spännvidd i meter för överfarter från karteringen med yta på y-axeln och bredd i kartdata på x-axeln. Röda punkter är <2 meter och gröna punkter är >2 meter.

Ett resultat som återfås från lasermetodiken är hur stor areal som flödar in till en pixel. Detta skulle också kunna vara ett mått på hur brett ett vattendrag är och då även hur lång bro som behövs. I figur 18 visas sambandet mellan broarnas spännvidd och arealen som flödar in i pixeln där vattendraget skär bron för hela fältinventeringen.



Figur 18. Korrelation mellan brons bredd och inflödets areal i hektar.

I figuren ovan kan ett visst samband ses, dock inte helt linjärt. Bron med spännvidden 60 meter har exempelvis samma inflödesareal som en bro med tolv meter. En anledning till detta kan vara topografin, exempelvis är slutningarna ner mot vattendraget sådant att konstruktionen kräver större spännvidd än storleken på vattendraget. För de större flödena valde vi en gräns på 300 hektar som ackumulerat inflödesområde detta innebar att alla broar över 2 meter blev korrekt klassificerade, men även att 6 stycken överfarter under 2 meter skulle inkluderas.

Diskussion

I projektet valde vi att arbeta med två olika metodiker för att upptäcka broar och trummor, dels med lantmäteriets kartinformation och dels med laserskanningsdata.

Tanken med att testa kartmetodiken var att utvärdera hur bra lägesnoggrannheten var på kartsnittet och om de kan användas för att urskilja olika spännvidder på broarna. Kartinformationen visade sig hålla hög kvalitet när det gäller lägesnoggrannheten; 76 av 78 överfarter återfanns vid fältbesök. När det gäller att använda kartinformationen för att beskriva spännvidden på broarna är skiktet vattenyta mest lämpligt. 30 av 33 eller 91 procent av de karterade överfarterna var bredare än 2 meter. För vattendrag är motsvarande siffra bara 31 procent. Att enbart använda vattenyta som indata till analysen begränsar antal överfarter och blir mer hanterbart. Att enbart använda ytor som metod kan dock leda till att ett antal broar exkluderas, främst mindre broar.

De felkällor som fanns för vattenytor var felaktigheter i utbredningen av skiktet. Detta ledde till att vägar och ytor som gick parallellt i vissa fall överlappades och på så sätt kom med som en överfart.

Testningen av laserdatametodiken hade tre syften: att utvärdera skillnaden mellan att använda höjdmodellen från GRID2+ jämfört med att skapa en egen höjdmodell från laserpunktmolnet, att utvärdera lägesnoggrannheten för överfarterna och slutligen att utvärdera hur användbar flödesackumuleringen är som mått för att beskriva spännvidden på överfarten.

Skillnaderna mellan de två höjdmodellerna var liten. Eftersom det krävs mer tid att hantera punktmolnet och skillnaderna bedömdes som väldigt små är det inte ekonomiskt försvarbart att skapa egna höjdmodeller enbart för att skapa ett avrinningsnätverk. Dock kan 1-meters höjdmodellen som vi skapade från punktmolnet användas för att beskriva broar eller som bakgrundsbild, då detaljer framträder bättre.

Det visade sig även att det skapade avrinningsnätverket håller hög kvalitet när det gäller lägesnoggrannheten. 83 av 86 överfarter återfanns vid fältbesök. Vi valde två tröskelnivåer utifrån referensdata för att beskriva spännvidden och för att dels kunna hitta för trummor och dels för att hitta broar. Nivåerna sattes till 24 hektar för mindre flöden (Trummor) och 300 för större flöden (Broar). Tröskelnivån för att hitta trummor var relativt bra lagd. Där vi karterat en trumma fanns nästan alltid en trumma. Dock vet vi inte om vi missar några trummor med metodiken. Nivån för att definiera broar var också lagd. Vi fångar många av broarna men får med några som inte är över 2 meter i spännvidd. En fundering som vi inte får svar på i detta projekt är om dessa nivåer går att återanvända på andra platser i Sverige, där exempelvis topografin skiljer sig från vårt studieområde.

De felkällor som fanns för lasermetodiken var plana marker, exempelvis myrar, som återfinns på båda sidor om vägen. Diken som var vinklade rätvinkligt mot väg men inte gick under vägen var en annan felkälla.

Ytterligare en felkälla var vintervägar i NVDB som givetvis inte hade någon trumma eller bro när de passerade ett vattendrag.

Vid fältbesöken av bropunkterna hittade man 12 stycken broar som ej fanns beskrivna hos bolagen i deras broregister.

Förslag på fortsatt arbete för att öka nyttan med denna typ av analyser och för att prioritera fältbesök av broar är att bättre kunna beskriva längd och bredd på broarna. Att kunna avgränsa broar runt 2 meter samt broar större än 9 meter skulle vara av nytta för skogsbruket. Avgränsningen på 2 meter behövs främst för att kunna avgränsa bro från trumma. Vid 9–11 meter blir broar känsligare för fordon, typ vid ett införande av fordon med maximalt tillåten bruttovikt på 74-ton.

Slutsatser

- Att finna överfarter med båda metodikerna går alldeles utmärkt.
- Utmaningen är inte att finna överfarterna utan att klassa dem i storleksklasser.
- Att använda vattenyteskiktet för att ta fram överfarter resulterar nästan alltid i en bro, men eftersom skiktet baseras på att vattenytan är minst 6 meter i bredd riskerar mindre broar att missas.
- Lasermetodiken är mer tidskrävande än kartmetodiken.
- Lasermetodiken är en kontinuerlig klassning och möjliggör anpassningar i efterhand.
- Ska man inte använda laserdata till något annat än att ta fram avrinningsnätverk är kartmetodiken att föredra då den är mindre resurskrävande.

Referenser

Jenson, K. & Domingue, O. 1988. Extracting Topographic Structure from Digital Elevation Data for Geographic Information System Analysis, 1988.

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB-624, Riskinventering vid väg med hjälp av Nationell höjdmodell och andra databaser, 2014.

Trafikverket, Broprojektering; en handbok - publ 1996:63.

Bilaga 1. Övriga mätningar

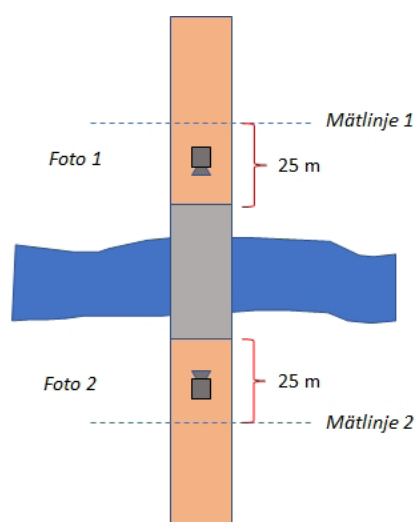
Fältmätning av omgivande vegetation

Vid inventeringen i fält togs även mätningar av omgivande vegetation för att vid tolkning av ortofoto kunna analysera eventuella överskuggningar på vägen.

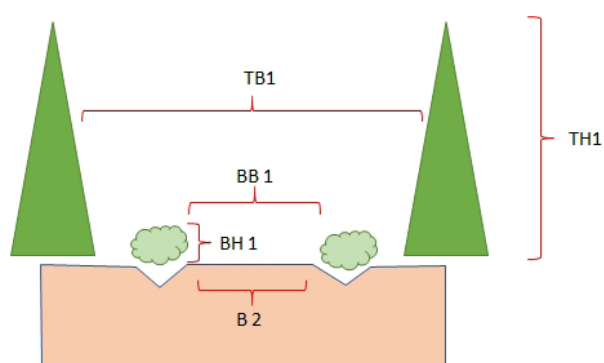
Mätningarna utfördes med två stycken mätlinjer som placerades 25 m från brokant alternativt 25 m från centrum av trumma eller rörbro. Mätlinjerna placerades vinkelrätt från vägmitt. I varje mätlinje beskrevs trädhöjd i omgivande bestånd samt avstånd mellan träden (väggatans bredd). Även vägbuskarnas höjd och avstånd mättes.

Detta kompletterades med körbanebredd och fotografi. Se figur 19 & 20.

Detta data användes dock inte i analysen.



Figur 19.



Figur 19.

Väggatans bredd	TB1	m	Bredd mellan träden i väggatan
Trädhöjd	TH1	m	Väggatans höjd
Bredd mellan buskar	BB1	m	Avstånd mellan vägbuskar
Buskhöjd	BH1	m	Buskarnas höjd till körbana
Vägbredd	B2	m	Körbanans bredd