

Innehåll

Sammanfattning.....	3
Inledning	5
Bakgrund.....	5
Syfte	6
Mål.....	6
Finansiering	6
Arbetsgrupp.....	6
Material & metoder	7
Definition av vägnätsanknutna företeelser	7
Område.....	10
Försöksled	11
Facitnämning	12
D-GPS.....	13
Efterdigitalisering av DGPS-mätning.....	16
Digitalisering mot satellitbildsbakgrund	16
Utvärdering av lägesnoggrannhet	18
Resultat.....	20
Inmätta vägar.....	20
Lägesnoggrannhet.....	20
Arbetsmetodik	22
Tidsåtgång.....	23
Diskussion.....	24
Digitalisering mot satellitbildsbakgrund	24
DGPS	24
Tidsuppskattning och ekonomi.....	26
Andra studier	27
Syntes	28
Sammanfattning	28
Inledning.....	28
Översikt.....	28
Organisation	29
Steg 1: Iordningställande av befintligt data	29
Steg 2a: Komplettering levererad geometri från NVDB.....	31
Steg 2b: Komplettering av företeelser	32
Steg 3: Åjourhållning	33
Referenser	34
Bilaga 1 Förslag till nationellt vägklassificeringssystem.....	35
Bilaga 2 Vägvisa uppgifter	37

Sammanfattning

Det första område där NVDB skall byggas ut är Värmland. Där finns en stor andel privata enskilda vägar och skogsbilvägar ägda av skogsnäringen. Om dataförsörjningen skall lösas på ett smidigt sätt för dessa vägar behövs kostnadseffektiva insamlingsmetoder.

Målet med den här studien var att undersöka inmätning av vägar med hjälp av realtidskorrigerad DGPS och digitalisering mot satellitbildsbakgrund. Respektive metod har utvärderats med avseende på noggrannhet och arbetsmetodik. Därutöver har resultaten legat till grund ekonomiska uppskattningar och ett förslag till hur man kan organisera insamling av vägdata för det enskilda vägnätet.

Den realtidskorrigerade DGPS-utrustningen bestod av en för fältbruk anpassad positionsgivare (fälttålig låda med GPS-kort, radiomottagare för korrektionsdata och batteri), fältdator (Husky FC 486) och antenner. Utrustningen användes i en fyrhjulsdriven jeep.

Digitaliseringen mot satellitbildsbakgrund utfördes med två upprepningar; dels i ARC/INFO och dels i ArcView av två olika operatörer. Satellitbilderna var SPOT XS, 2C-korrigerade och registrerade september 1996.

Försöksområdet var Övertorneå kommun i Norrbotten. I studien ingick 24 vägar, tillkomna mellan sommaren 1993 och september 1996. Elva vägar ingick i noggrannhetsutvärderingen. Totala längden var 44 km, fördelade på 41 länkar.

Försöksleden har jämförts med en mycket noggrann bärvågsunderstödd DGPS inmätning utförd av Lantmäteriverket i Gällivare. Metoden garanterar en noggrannhet på ca 0,5 m.

En jämförelse mellan respektive inmätningsslag och facit visar att DGPS-metoden har ett fel på drygt 2 m och vid digitaliseringen mot satellitbilder är felet knappt 10 m.

Tabell 1.
Översiktlig sammanställning över metodernas noggrannheter

	Digitalisering mot satellitbild	D-GPS
Antal använda facitpunkter	692	689
Medel	7,8	1,7
RMS	9,5	2,3
Max	40,8	8,6

Alla vägar inmättes två gånger med DGPS-utrustningen. Data från DGPS-inmätningen användes som bildbakgrund vid en efterdigitalisering mot skärm. Detta ansågs vara den bästa metoden för uppstädning av data.

Utrustningen i bilen måste anpassas för enmansarbete. Det innebär bl.a. ordentlig hållare för dator, strömförsörjning från bilen samt framför allt en anpassad applikation (programvara) för inmätning av vägdata avseende både geometri och företeelser.

Bedömningar av vissa företeelser förutsätter hög kompetens om vägar och vägbyggnadsteknik. Att registrera alla företeelserna i fält ansågs som ett marginellt extraarbete utöver att mäta in vägens geometri.

Det tog totalt 28 h att mäta in 39 km. Av dessa åtgick knappt 10 h till faktisk inmätning (14,8 min/km). Med en timkostnad på 400 kr/h blir kostnaden 30 öre/m inklusive färden mellan objekten.

Vid satellitbildsdigitaliseringen kunde inga företeelser identifieras. Dåliga kontrastskillnader mellan vissa partier i terrängen (hyggen, bebyggelse) och väg, ger ett dåligt tolkningsunderlag och stora avvikelser på kortare sträckor. En sträckning av bilderna anpassad för vägar och/eller andra sensorer kan i viss mån kompensera för detta. Bilderna kan utgöra grund i ett signalsystem och ger ett gott stöd för efterdigitalisering.

Det går relativt fort att digitalisera vägar mot satellitbildsbakgrund (5,45 min/km i försöket). Den stora kostnaden ligger på inköp av satellitbilder. En nationell täckning av SPOT XS bedöms till 3–4 miljoner kr. Alternativa användningsområden för satellitbilderna är därför ett måste.

Den initiala leveransen av data för det enskilda vägnätet (inkl. komplettering av befintligt data) för hela Sverige, bedöms kosta mellan 20 och 30 miljoner kr. En årlig åjourhållning för motsvarande vägnät bedöms ligga på 1,5 miljoner kr.

För att säkerställa dataförsörjningen för det enskilda vägnätet föreslås en etablering av en regionalt förankrad och skogligt orienterad organisation. Organisationen benämns SVDB. Enskilda dataleverantörer svarar direkt gentemot SVDB och SVDB mot NVDB.

Främsta anledningarna till en SVDB är en regional samordning av främst teknik och kompetens, geografisk samordning samt möjlighet till ansvar för upprepningen av motstridiga uppgifter.

Dataförsörjningen föreslås bygga på tre delmoment:

1. Iordningställande av befintligt data
2. Komplettering av befintligt data
3. Åjourhållning

Moment 2 består av både komplettering av bristande geometri från NVDB samt komplettering av företeelser från moment 1 och som också bedöms vara den största enskilda kostnaden.

Inledning

Bakgrund

Arbetet med NVDB fortskrider. Specifikationen för upphandling av teknisk lösning och kravspecifikation för databasens innehåll är utskickad till anbuds-lämnarna. Parallellt pågår diskussioner om hur data för det område som skall ingå i den första versionen av NVDB skall insamlas. Troligen blir det ett heltäckande vägnät inom Värmlands län. De första kontakterna är tagna.

För området insamlas troligtvis data för hela det statliga, det kommunala samt det enskilda vägnätet.

Enligt tidsplanen kommer datainsamling ske från våren till hösten 1998. I första hand skall redan befintliga data användas. Det har inte beslutats hur data som saknas i dag skall fångas.

Arbetet med Värmland sätter fokus på en rad nya frågor. Förutom hela problematiken med konvertering och geokodning av befintliga register, behöver stora mängder kompletterande data insamlas.

Data som skall levereras till NVDB skall vara kvalitetssäkrat. Reglerna för hur kvaliteten kommer att definieras är i dag inte helt klart. Några huvuddrag kan dock urskiljas; data måste uppfylla en viss miniminivå och data skall ursprungsmärkas. Kraven som ställs på det enskilda vägnätets kvalitet följer i stora drag skogsbrukets krav, även om det är sagt från Vägverkets sida att användaren med de högsta kraven styr. Målet är troligen att hela vägnätet skall ha en absolut noggrannhet på minst 2 meter.

Skogsbrukets viktigaste kvalitetskrav på NVDB är aktualiteten. Dagens takt på Lantmäteriets omdrev av flygfoto uppfyller inte skogsbrukets krav på aktualitet. Nya (och förändrade vägar) måste därför fångas på andra sätt och av skogsbruket självt eller av dem som skogsbruket anlitar.

Problemet är att man i dag har liten eller ingen kunskap om hur aktuell och kvalitetssäkrad data om det enskilda vägnätet kan samlas in med rationella metoder.

På Skogsvårdsstyrelsen i Norrbotten pågår en uppdatering av GSD-Blå vägs geometri för att därmed erhålla en bättre koppling mellan EVDs beskrivande information och GSD-Blå väg. Uppdateringen utförs i ett desktop-GIS med aktuella, korrigerade satellitbilder som bildbakgrund, en metod som även skulle kunna användas av andra organisationer.

Dessutom börjar realtidskorrigerade GPS-mottagare användas i allt större utsträckning för skoglig planering. Erfarenheterna pekar på att samma utrustning även skulle kunna användas för insamling av data om det enskilda vägnätet samtidigt som målnivån på absolut noggrannhet uppfylls.

Om skogsbruket i så stor utsträckning som möjligt skall uppträda på ett enhetligt sätt gentemot Vägverket och NVDB är det viktigt att, för NVDB anpassade insamlingsmetoder, undersöks ur ett skogligt perspektiv. Det bör dessutom stärka skogsbrukets motivation för framtida åtaganden i NVDB.

Syfte

Projektets syfte är att belysa metoder för insamling av data (geometri och beskrivande) för det enskilda vägnätet, anpassade för en skoglig (eller motsvarande) organisation för både initial leverans och åjourhållning av data till NVDB.

Mål

Projektets mål är att utvärdera

- satellitbilder i ett desktop-GIS
- bilburen realtidskorrigerad GPS

ur följande aspekter

- kvalitativt
- ekonomiskt
- organisatoriskt

avseende både inhämtning av geometri och beskrivande information baserat på kraven för NVDB samt identifiera framtida FoU inom området.

Finansiering

Arbetat finansierades av Vägverket (NVDB-projektet) och följande representanter i Skogsbrukets styrgrupp för NVDB:

AssiDomän, Korsnäs, MoDo, SCA, Skogsindustrierna, STORA, Sydved, Sågverkens Riksförbund och Södra.

Arbetsgrupp

Arbetsgruppen bestod av

- Johan Bergström, projektledare, SkogForsk,
- Per Christoffersson, Uppdragsenheten, Skogsvårdsstyrelsen, Norrbotten,
- Johan Eriksson, Utvecklingsenheten, Skogsvårdsstyrelsen, Norrbotten,
- Olle Johansson, vägansvarig på SCA, Norrbottens Skogsförvaltning,
- Martin Osback, vägansvarig på AssiDomän, Älvsby Skogsförvaltning.

Material & metoder

Definition av vägnätsanknutna företeelser

Innan fältarbetet påbörjades, analyserade arbetsgruppen NVDBs specifikation av innehåll (Anon, 1997). Resultaten tillämpades under fältarbetet.

Tabell Error! Unknown switch argument..

De företeelser som definierats på ett nytt sätt och som det inte finns några uppgifter om i dag och som uteslutande bara kan fångas med endera metoden anges med Måste. Uppgifter som kan fångas med alternativa sätt anges med Möjlig

Företeelse	Fältbesök med DGPS	Metod i fält	Sammanställning av befintliga register
Vägkategori	Möjlig	Bedömning	Möjlig
Vägbeteckning	Möjlig, om skyltad	Läsning	Möjlig
Väghållare			Måste
Svängningsrestriktion	Måste	Mätning	
Vägstandard/linjeföring	Måste	Bedömning	
Tillgänglighet	Måste	Bedömning	
Hinder	Möjlig	Mätning	Möjlig, om avstånd angivet i vägregister
Slitlager	Möjlig	Bedömning	Möjlig
Vändplats	Måste	Mätning	
Bidrag			Måste

De omarbetade definitionerna medför en ny vägklassificeringsmodell. Den nya modellen är anpassad att gälla för hela Sverige och är en modifiering av både VMF Syds avlastningsinstruktion och SKS Vägklassificeringssystem. Det nya vägklassificeringssystemet beskrivs separat i bilaga 1. Under ett övergångsskede i framtagandet av NVDB skall alla tre systemen finnas med. Det medför en successiv övergång till ett nationellt system.

Vägkategori

Definitioner till de olika typerna av enskilda vägar under vägkategori har efterlysts. Arbetsgruppens förslag grundas på vägunderhållets intensitet kombinerat med grundkrav på tillgänglighet. Följande tre värden föreslås:

- **Huvudväg**
Årligt återkommande underhållsåtgärder. Tillgänglighet minst B.
- **Normalväg**
Underhåll vid behov. Dock ej årligen. Tillgänglighet minst C.
- **Nollväg**
Restaurering för enskilda händelser. Vägen har inget löpande underhåll för att hållas körbar utan får förfalla fritt tills den åter tas i bruk.

Vägbeteckning

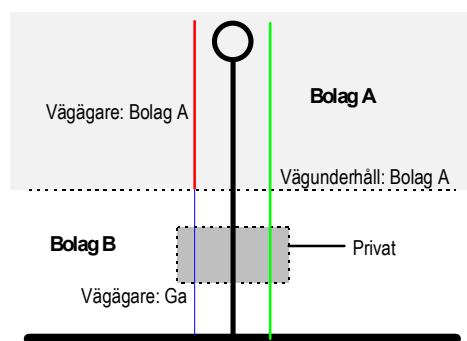
Som vägbeteckning räcker att ett namn anges. Det skall i första hand vara ett skyltat namn och i andra hand vara något lokalt vedertaget. Mall för namnsättning anses inte vettigt. Utbredningen skall vara minst en länk och uppgiften hämtas från vägarkiv eller lokalkännedom. En väg kan ha olika namn från olika håll. Kan vanligtvis fångas på rummet.

Väghållare

Typ är inget problem.

Namn anger vägägare, vilket kan ge motstridiga uppgifter. I första hand anges förening som företräder gemensamhetsanläggning. När flera skogsbolag har innehav längs vägen är vanligtvis en överenskommelse träffad. Bolagens vägansvariga kan lämna information om överenskommen vägägare.

Kontaktperson anger vägunderhållare, vilket ofta är samma som vägägare. Utbredningen kan vara del av länk.



Figur 1.
Schematisk skiss över hur attributen Namn och Kontaktperson kan anges vid en speciell situation.

Juridisk status

Juridiskt status föreslås utgå. En fungerande vägförening framträder under väghållare och alla gamla anläggningar som inte fungerar i praktiken är endast av intresse vid oenigheter mellan vägägarna.

Enkelriktning

Enkelriktning förekommer inte på skogsbilvägar och företeelsen föreslås därför utgå.

Farligt gods

Farligt gods förekommer inte på skogsbilvägar och företeelsen föreslås därför utgå.

Svängningsrestriktion

Endast restriktion för svängning p.g.a. fordonslängd är intressant.

Föreslås beskrivas med största svängningsradie, vilket måste bedömas i fält. Definitioner återfinns i Fälthandbok Projektering av skogsvägar SKS. Utspetsning bedöms okulärt.

Tung trafik

Rekommendationer för tung trafik förekommer inte på skogsbilvägar och företeelsen föreslås därför utgå.

Vägstandard/körbarhet

Den information som finns i dagens register för vägstandard/körbarhet läggs in enligt föreslagen modell (Anon, 1997). Vid komplettering och åjourhållning föreslås däremot en justering. Hinder, svängningsrestriktion och vändplats kommer att registreras separat. Vad som saknas för att täcka standard och körbarhet är ett mått på vägens linjeföring, som till stor del anger hur snabbt det går att färdas efter vägen samt hur långa fordon som kan ta sig fram på den.

Förslag:

Förslaget utarbetades efter fältarbetet. En ny företeelse skapas. Linjeföring bedöms utan att hinder, svängningsrestriktion eller vändplats inverkar. Linjeföringen kan få variera längs en väg men inte delas upp i kortare partier än 1 km, vilket gör att de flesta vägarna inte kommer att få mer än en klass.



Figur 2.
Exempel på lång väg med varierande linjeföring.

Linjeföringen beror av kurvradien, vägbredden och breddökningen i kurvorna.

Tabell Error! Unknown switch argument..

Förslag på företeelsen Linjeförings klassindelning

1	Bra	>100 m kurvradie	Motsvarar standard 1,2
2	Skaplig	50–100 m kurvradie erforderlig breddökning för 25,5 m fordon	Motsvarar standard 3,4
3	Dålig	Går att köra med förkortat släp	5
4	Mycket dålig	Utan släp	6

Förslaget är ett utkast och bör granskas och definieras utförligare av en grupp med vägtekniker.

Tillgänglighet

Tillgänglighet föreslås framgent att bedömas utan nedsättning till exv. broar. Kan få variera fritt efter en väg. Syftet är att kunna identifiera flaskhalsar.

Tillgängligheten uppskattas utifrån underliggande jordart, terrasshöjd och dess beskaffenhet. Vidare undersöks överbyggnadens kvalitet och tjocklek. SKS anvisningar nyttjas som norm.

Hinder

Hinder kommer huvudsakligen att vara broar. Detta föreslås kompletteras med brotyp (enligt Handbok för broinspektion Vägverket -94) och spännvidd. Broar är ett stort bekymmer på det enskilda vägnätet och är därför mycket viktiga att dokumentera. De är ofta en flaskhals. Många broar är byggda under tidigare decennier för 12 tons fordon, men används i dag för 60 ton...

Bedömningen av broars bärighet är möjlig att utföra, men många uppgifter blir osäkra. Detta gäller främst beträffande äldre träkonstruktioner.

Kraftig lutning måste kunna härledas. Om inte mätningarna av z-värden ger tillräckligt bra noggrannhet läggs kraftig lutning in som ett hinder med linjär utbredning och beskrivs med procentuell lutning.

Slitlager

Specifikationens förslag av slitlager är bra.

Vändplats

Vändplats kan vara såväl vändplaner som vändfickor. Bägge anses angelägna att få med. De föreslås beskrivas med största svängningsradie i stället för tidigare klassindelning. Registreras inte i korsningar eftersom dessa beskrivs under svängningsrestriktion. Vändplanens radie mäts enligt SKS anvisning och utspetsning bedöms okulärt.

Bidragsvägar

Bidrag till underhåll finns på 79 000 km i Sverige och dessa är de enda enskilda vägar allmänheten har automatisk rätt att färdas på. Företeelsen bedöms därför som mycket viktig.

Område

Det geografiska området för försöket beslutades vara Övertorneå kommun, som har en blandning av små- och storskogsbruk.



Figur 3.
Bild över vägar (röda) som byggts efter produktionen av GSD-Blå väg. Samtliga kom att ingå i urvalet.

De vägar som byggts efter GSD-Blå vägs digitalisering fram till tidpunkten för registrering av satellitscenerna (september 1996) var 24 till antalet och huvudsakligen grenvägar. Totalt består vägarna av 41 länkar som tillsammans är 44 km långa. GSD-Blå väg är utgiven 1994 och bygger på flygfotografering från 1993. De uppdaterade vägarna utgör således 3 årsmängder nybyggnad. Därutöver förekommer ombyggnad med förändring av geometrin, men några sådana vägar har inte tagits med i försöket.

Försöksled

Studien delades upp i två försöksled

1. Bilburen realtidskorrigerad DGPS med kodmätning.
2. Digitalisering mot satellitbildsbakgrund, med 2 upprepningar.

De två försöksleden jämfördes med noggrann inmätning av vägarna med en avancerad DGPS baserad på bärvägsmätning utförd av LMV i Gällivare.

Facitinmätning

Genomförande/metodik

Väganslutningarna inmättes med 2–5 upprepningar för att säkerställa en hög noggrannhet. Skillnaden mellan respektive upprepning kontrollerades visuellt i den medföljande programvaran. Större avvikelser medförde fler upprepningar. Upprepningarna medelvärdesbildades i efterhand.

Vid inmätning av linjeföringen stannades bilen för inmätning av en position. Antalet stopp anpassades efter den vägens linjeföring och instruktionen nedan. Alla väganslutningar till en väg inmättes med större noggrannhet enligt beskrivningen ovan.

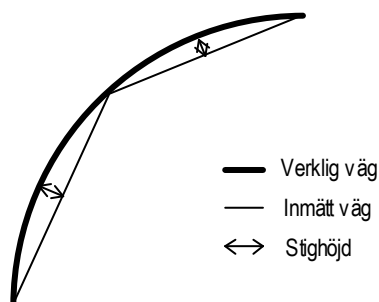
Inmätninginstruktion

Mittlinje

För varje sträckning är det vägens mittlinje som skall mätas in.

Stighöjd

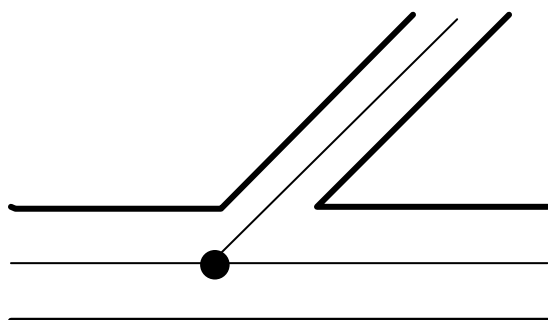
Antalet koordinater längs en väg skall ligga så tätt att stighöjden inte överstiger 1 meter. Detta för att inte linjerna mellan koordinaterna skall gena för mycket i kurvorna (se skiss).



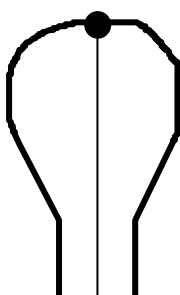
Observera att detta även gäller i höjddled.

Startpunkt

Startpunkten skall inmätas med extra hög noggrannhet. Startpunkten definieras som skärningen mellan mittlinjen för båda vägarna.



Detta gäller främst när vägarna ansluter till varandra i korsningar. För vägar som är utbyggda fortsättningar på gamla vägar (förlängningar) anges startpunkten som slutet på den gamla, även om det var en vändplan (längst bort).



Slutpunkt

Slutpunkten definieras på samma sätt som den gamla vägens slutpunkt enligt ovan.

Utrustning

För facitinsmätningen användes en Ashtech SCA-12 Sensor som bygger på bärvågs-mätning. Mätningarna korrigerades i realtid. Antennerna var monterade på taket på en kraftig fyrhjulsdriven bil.

D-GPS

Tidpunkt

Inmätningen genomfördes måndagen 14/7 till onsdag 16/7. Arbetet påbörjades ca 14.30 på måndag och avslutades ca 10.00 på onsdag.

Utrustning

Inmätningssystemet bestod i ett system bestående av en positionsgivare innehållande GPS-mottagare och RDS-mottagare samt pc med anpassad GIS-programvara.



Figur 4.
DGPS-utrustning monterad i bilen.

Positionsgivare

Positionsgivaren är en fältanpassad låda med de nödvändigaste anslutningarna, batteri samt GPS-mottagare och RDS-mottagare. GPS-kortet var ett Trimble SVEE6 och RDS-kortet ett RDS 3000. Uppskattad kostnad i dag ca 15 000 – 20 000 kr.



Figur 5.
Detaljbild över positionsgivare.

Dator

Datorn var en Husky FC 486. Datorn består av en Intel 486 50 MHz processor med 12 Mb internminne och 175 Mb hårddisk (pc-kort).

Programvara

För hantering av koordinater från GPS samt inskrivning av attributdata, användes en av SkogForsk utvecklad programvara för inventering och datainsamling med helikopter.

Syftet med programvaran är att logga alla koordinater, endera som punkter eller linjer och till dem ange beskrivande data i form av fri text.

Det skedde ingen anpassning av programvaran inför inmätningen. Det innebär bl.a. att inga höjder eller tidskoder lagrades. Brister fanns även när det gäller information om GPS-mottagningen, då behoven av detta är lägre i en helikopter (p.g.a. bättre mätförhållanden). För en optimal inmätning skulle också en modifikation av loggningsfunktionen behöva ske.

Antenner

GPS-antennen var en Trimble DOOM på magnetfot och RDS-mottagarens en vanlig kortspröts AM/FM-antenn på magnetfot, inhandlad på OK i Luleå.

GPSs grundinställning

Systemet har en grundinställning vars alla parametrar måste vara uppfyllda innan registrering av koordinater kunde ske:

- Endast differentiella positioner
- Minst 4 satelliter (3D)
- PDOP <8
- Signalstyrka >4
- Vertikalvinkel >10 °

Genomförande



Figur 6.
Inmätning av väg nr 16.

Inmätningen genomfördes av Johan Bergström, SkogForsk och Per Christoffersson, Skogsvårdsstyrelsen i Luleå. Per har en skoglig vägutbildning och erfarenhet av skogsbilvägbyggnation.

Startpunkt

Startpunkten definierades på samma sätt som vid facitmätningen (se sid 12)

Kurvradien för anslutningen inmättes med tumstock. Värdet registrerades på papper och i datorn.

Slutpunkt

Slutpunkten definierades på samma sätt som i facitinstruktionen. Vändplanens diameter noterades i både dator och på papper.

Inkörning

Vägen kördes i max ca 30 km/h. Positioner registrerades varje sekund. Under tiden bedömdes vägstandard (linjeföring) och tillgänglighet. Eventuella vändmöjligheter, hinder och vägstandard respektive tillgänglighetsförändringar noterades i minnet.

Grenvägar kördes direkt om det ansågs mest effektivt.

Utkörning

Vid transport tillbaka på samma väg registrerades positioner varje sekund. Vändmöjligheter, hinder och vägstandard respektive tillgänglighetsförändringar registrerades i förekommande fall med en position och bilen stillastående. Attributen registrerades därefter.

Mottagningsproblem

När mottagningsförhållandena var sådana att systemet inte registrerade (se **Error! Unknown switch argument.**, sid 15) några positioner, stannades bilen för invänta bättre förhållanden. I vissa fall, när det verkade omöjligt att få in några positioner, kördes bilen fram tills mottagning etablerades. Det innebar dock att vissa sträckor inte mättes in, åtminstone ena vägen.

Efterdigitalisering av DGPS-mätning

Alla registreringar var sparade i systemet som MapInfo-tabeller. Varje väg var i princip inmätt två gånger. Inmätningarna för en och samma väg normaliserades genom att en tredje sträckning digitaliserades på skärm med endast GPS-inmätningarna som bildbakgrund i GIS-programmet MapInfo. Detta genomfördes för alla vägar på en samma gång och dagen efter sista inmätningen.

Digitalisering mot satellitbildsbakgrund

Traditionellt sett har en stor del av digitalisering av lägesbunden information skett med hjälp av analoga kartor på ett digitaliseringsbord. Med hjälp av en cursor (puck) och digitaliseringsbord har informationen överförs till digitala databaser. Från att ofta ha varit den helt dominerande datafångstmetoden har den allt mer ersatts av andra alternativ.

En tydlig trend är att datafångsten flyttas från specialister till källan. GPS växer snabbt som datafångstmetod i de fall objekten besöks i fält. Bruket av fjärranalysinformation, t.ex. ortofoton och satellitbilder, ökar också. En enkel form är att använda digitala bilder för att registrera olika företeelser på rummet. Bilden används som bakgrund på skärmen och kombineras med annan information, såsom vägar, fastighets- och beståndsgränser m.m. Sedan används t.ex. musen för att avbilda de objekt som identifieras i bilden.

Utvecklingen har gjort att standardverktyg och maskinvaror i dag kan användas. På Skogsvårdsstyrelsen i Norrbotten används detta arbetssätt på samtliga 14 distriktskontor.

Tekniken

Digitaliseringen av vägarna har skett på Skogsvårdsstyrelsens kansli av en erfaren karttekniker som fått hjälp av personal med kunskaper om vägar vid oklarheter. Arbetet skedde i en ARC/INFO-applikation som skrivits speciellt för ändamålet. Applikationen kördes på en DEC Alpha med OSF1 som operativsystem. Hårdvaran klarade att återge maximalt 256 färger.

De nya vägarna hade erhållits på analoga skisser eller utritade på markägarkartan. Underlagsmaterialet varierade, men utgjordes ofta av topografiska kartan som i området är i skala 1:50 000. På skärmbilden ritades satellitbilden, GSD-Blå vägs vägnät, kommungränser och storrutor. I applikationen var 1:30 000 den minsta skala som digitalisering fick ske i. De olika toleranser som kan ställas vid digitalisering i ARC/INFO var anpassade för skalområden 1:10 000 – 1:20 000.

Bilddata

Satellitbilderna som användes var SPOT XS (multispektrala, ”färg”) med 20 meters upplösning registrerade i september 1996. Scenerna var precisionskorrigerade till nivå 2C på Satellitbild. Nivå 2C omfattar korrigering med hjälp av digital höjdmodell från LMV, vilket motsvarar en ortogonalisering och medför en lägesnoggrannhet på ca halva pixelstorleken.

Scenerna hade slagits ihop till en bild (mosaikats), som sedan sträckts för att efterlikna en IR-bild flygbild och samplats om till 10 meters upplösning. Detta hade utförts på Skogsvårdsstyrelsens kansli med bildbehandlingsprogramvaran ErMapper. Bilderna var sträckta för att passa distriktens

löpande användning. Tonvikten hade lagts på att skillnader i skogen skulle framträda så bra som möjligt. För optimal tolkning av vägar skulle bilderna förmodligen sträckas lite annorlunda.

Arbetsinstruktion

Arbetet baserades på de generaliseringsregler i NVDB som är tillämpliga med den här arbetsmetoden samt vedertagna digitaliseringsinstruktioner för att avbilda vägnätet så väl som bildinformationen tillåter. Den nya geometrin skulle dessutom anslutas (konnekteras) till GSD-Blå väg.

Upprepning

Digitaliseringen gjordes om av en annan person som inte varit med vid första digitaliseringen. Han hade inte stöd av den tidigare digitaliseringen. Syftet var att se hur stor skillnad i lägesnoggrannhet det blev med olika operatörer samt att identifiera svårtolkade områden. Upprepningen utfördes med samma applikation på en pc med Windows NT och bättre grafik (miljoner färger).

Utvärdering av lägesnoggrannhet

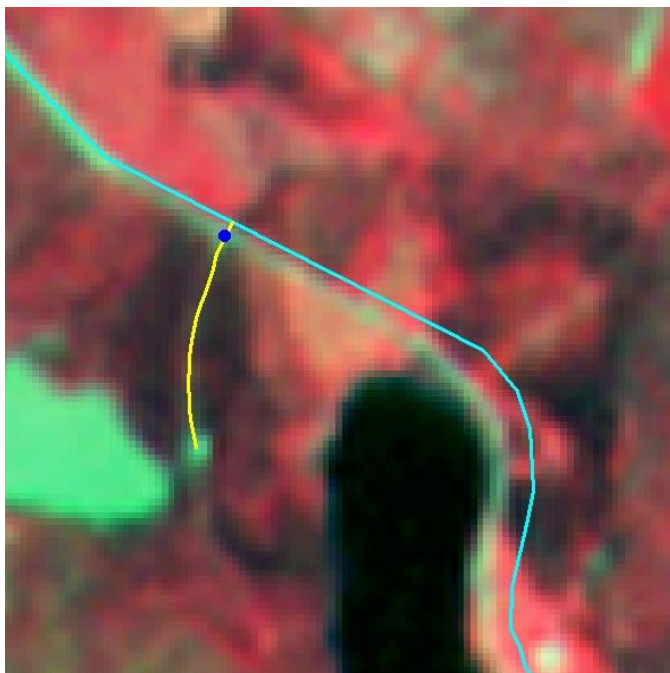
Uteslutna facitnämätta koordinater

Linjeföring

Vid utvärderingen uteslöts en del facitkoordinater av olika orsaker. Några exempel är att början på en väg tolkats olika vid de olika mätningarna eller att inte samma väg besökts. Facitpunkter vars avstånd till den digitaliserade vägen uppenbart påverkats av konnekteringen mot GSD-Blå väg togs bort från utvärderingen av linjeföringen.

Väganslutning

Vid digitaliseringen med satellitbildsbakgrund har det nya vägnätet konnekterats mot GSD-Blå väg. GSD-Blå väg har en lägesnoggrannhet på ca 20 meter. Därutöver förekommer s.k. kartografisk undanhållning vid exempelvis vattendrag, vilket på kortare sträckor ger avvikelser på uppemot 100 meter. För att isolera felen beroende på tolkningssvårigheter i satellitbilden från effekter från konnekteringen mot GSD-Blå väg gjordes en separat utvärdering av väganslutningar. Elva väganslutningar analyserades för sig.



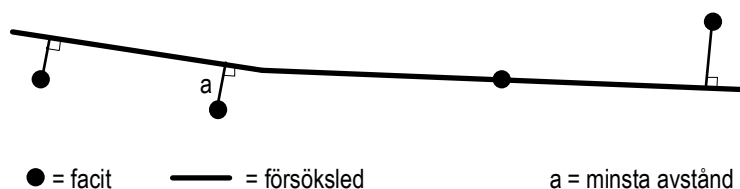
Figur 7.

Bilden visar ett tydligt exempel på undanhållning och effekten på väganslutningen mot GSD-Blå väg (turkos). Avståndet från den facitnämnda väganslutningen (blå punkt) till den digitaliserade gula linjens anslutning är dryga 23 meter.

Linjeföring

Vid beräkningen av lägesnoggrannheten bestämdes avståndet i plan från facitpunkterna till närmaste punkt på linjen enligt nedanstående figur. De enda entydigt bestämda platserna längs linjerna är start, slut och korsningar.

Avstånden beräknades med ”spatial join” i ArcView varvid en kolumn läggs till på facitpunkternas tabell med kortaste avstånd från punkten till linjen som avbildar vägen. För väganslutningarna beräknades motsvarande avstånd till noderna som utgjorde väganslutningen till GSD-Blå väg. Tabellerna togs därefter in i Excel och avstånden analyserades vägvis och totalt med hjälp av pivottabeller.



Eftersom inga höjdvärden förelåg från skärmdigitaliseringen eller DGPS-mätningen har endast avstånden i plan beräknats.

Resultat

Inmätta vägar

Av olika anledningar kunde inte alla vägar inmätas. Främst tog facitinmätningen längre tid än budgeterad en vecka. Nedan är en sammanställning över inmätta vägar och orsaken till frånfall i respektive försöksled.

Tabell Error! Unknown switch argument..

Alla utlottade vägar. Till fulla inmätta vägar för respektive försöksled anges med (X). Helt utelämnade vägar p.g.a. tidsbrist eller okänd anledning anges med (-). I övrigt kommenteras anledningen i klartext

Väg	Facit	Digitalisering mot satellitbild	DGPS
1	Bom	X	X
2	X	X	X
3	X	X	X
4	X	X	X
5	X	X	Halva, under konstruktion
6	X	X	X
7	X	X	X
8	X	X	X
9	X	X	X
10	Halva, annan bedömning	X	X
11	X	X	X
12	-	X	X
13	-	X	X
14	X	X	X
15	Bom	X	Bom
16	-	X	X
17	-	X	X
18	-	X	Tillfälligt hinder
19	-	X	X
20	-	X	X
21	-	X	X
22	-	X	X
23	X	X	Ej hittad
24	Ofarbar	X	Ofarbar

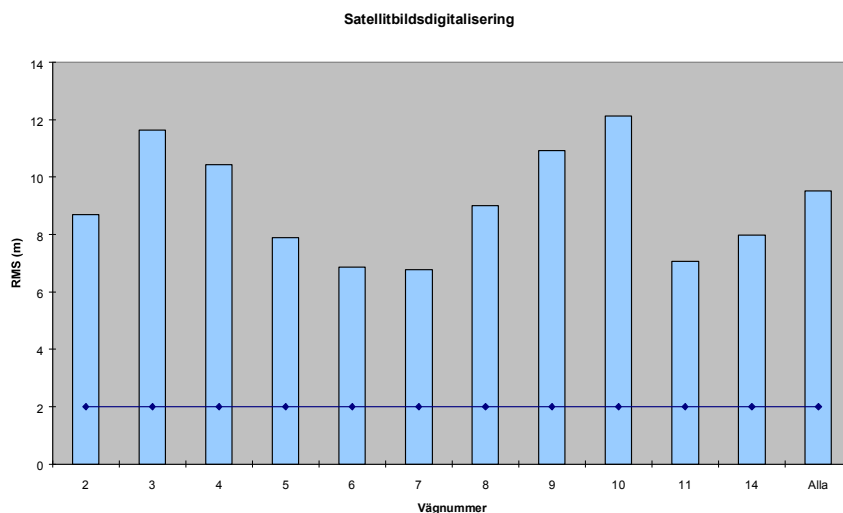
Av 24 identifierade nya vägar i Övertorneå kommun facitinmättes 12 vägar. Av dessa kunde en (väg 23) inte återfinnas vid DGPS-mätningen, varför 11 vägar slutligen ingick i utvärderingen.

Lägesnoggrannhet

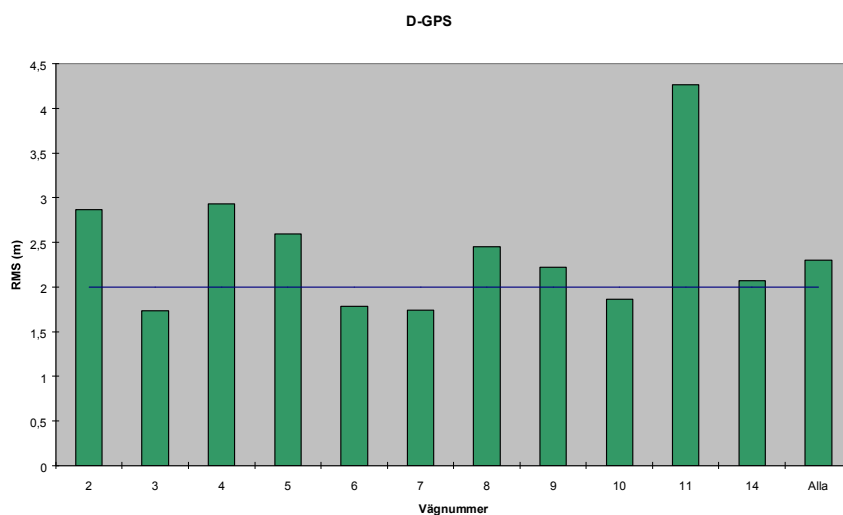
I bilagan finns sammanställningar per väg med kommentarer till resultaten.

Tabell Error! Unknown switch argument..
**Översiktlig sammanställning över metodernas
 noggrannheter**

	Digitalisering mot satellitbild	D-GPS
Antal använda facitpunkter	692	689
Medel	7,8	1,7
RMS	9,5	2,3
Max	40,8	8,6



Figur 8.
 Diagrammet visar RMS per väg och sammantaget för satellitbildsdigitaliseringen. Referenslinjen är LMVs 2 meters nivå. Observera skalskillnaden mellan diagrammen.



Figur 9.
 Diagrammet visar RMS per väg och sammantaget för DGPS-mätningarna. Referenslinjen är LMVs 2 meters nivå.

Felen vid digitalisering mot satellitbild ligger på ungefär halva pixelstorleken (10 m) och på dryga 2 m vid DGPS-mätningen.

Maxvärdet från digitaliseringen mot satellitbild kommer från ett område där bilden ger överslag vid odlingar och bebyggelse. Upprepningen av skärmdigitaliseringen gav likartade värden.

Vissa mätpunkter med DGPS-metoden gav ibland stora avvikelser. Den största var drygt 200 m. De flesta tydliga avvikelserna var ca 10–20 m. Avvikelserna uppträder som ”spikar” vid inmätningen.

Väganslutningar

De elva väganslutningarna hade ett RMS på 41 meter och ett maxvärde på ca 100 meter. Värdena kan närmast betraktas som uppgifter på GSD-Blå vägs lägesnoggrannhet, men antalet observationer är så få att tolkningen bör ske med försiktighet.

Arbetsmetodik

Digitalisering mot satellitbildsbakgrund

Det stora flertalet nybyggda vägar framträdde mycket tydligt i bilderna. Skisserna gav god vägledning i tveksamma fall. Svårigheter med tolkningen uppstod främst över nyupptagna hyggen och åkrar. Avslutningen på vändplanen upplevdes svårtolkad i större skalor. Digitaliseringen har främst skett i skalområdet 1:10 000 – 1:20 000.

DGPS

Projektets fältarbete utfördes av två personer. Bedömning är att både GPS-mätning och insamling av fältdata kan utföras av en person med samma effektivitet.

Tillgången på tillräckligt många satelliter som minst motsvarade grundinställningen för inmätning, uppfylldes inte alltid. För flertalet av vägarna förekom någon form av avbrott i inmätningarna. Programmet angav bara översiktligt orsaken. Troliga orsaker kan vara dålig P3-mottagning, för få satelliter eller ogynnsam avskärmning av skog eller topografi. Inmätning av en väg båda vägarna kunde i samtliga fall kompensera för luckor i inmätningarna.

Vissa vägar var av så undermålig kvalitet att några klassades som vintervägar. Att framföra en vanlig personbil hade på dessa varit en omöjlighet. En fyrhjulsdriven bil med hög markfrigång kan kompensera för detta.

Företeelser

Det var i princip inget merarbete att samla in och registrera alla företeelser när geometrin ändå fångades i fält. När geometrin inmäts framfördes bilen i en låg hastighet och från båda hållen. Det innebar gott om tid att bedöma många av företeelserna. De allra flesta företeelserna gällde för hela sträckan. Den enda särregistreringen var vändplatser. Programmet tillät att avbrott i

inmätningen av linjeföringen för punktinmätning av dessa. Samtidigt registrerades vändplatsens svängningsradie.

Försöket visar på nödvändigheten att administrativa uppgifter inhämtas före fältmätning eftersom låsta bommar och pågående vägarbeten kan förhindra inmätningen. Fältarbetet skall utföras under den tid på året som medger personbilstrafik utan att körskador uppstår.

Registreringen av många företeelser grundas på sammanställda bedömningar av flera faktorer. Bedömningen av dessa förutsätter en hög kompetens inom området och erfarenhet från vägbyggnadsteknik är en fördel.

Under fältarbetet påträffades många vägar med stora brister i väganslutning och vändplatser. Några hade dessutom allvarliga fel i utläggningen. Utförligare kommentarer hittas i bilaga 2.

Tidsåtgång

Satellitbildsdigitaliseringen

Den första digitaliseringen var redan utförd när studien startade så några tidsmätningar fanns inte att tillgå. Vid upprepningen tog digitaliseringen totalt 4 timmar för samtliga 24 vägar av totalt 44 km längd.

DGPS

Total tid för fältinmätningen uppgick till 27 timmar. På 25 km av de inmätta skogsbilvägarna registrerades en tidsåtgång på 373 minuter, vilket skulle innebära att ungefär 9 timmar och 40 minuter ägnades åt inmätning av 39 km. Observera att samtliga vägar kördes tur och retur vilket underlättade efterdigitaliseringen av GPS-registreringarna betydligt. Efterdigitaliseringen tog totalt 1 h att utföra.

Övriga 17 h 20 min användes till att färdas mellan objekten och natthärbärgena.

Diskussion

Digitalisering mot satellitbildsbakgrund

Lägesnoggrannhet

Bildernas geometri är mycket bra. Huvuddelen av avvikelserna vid digitaliseringen beror på tolkningsosäkerhet. Tilläggsinformation som vegetationskartan, skogskarta och vägskisser är till stor hjälp vid tolkningen av bilden. Speciellt ägoslagsgränserna är värdefulla.

Olika bildbehandlingsmetoder, såsom filtrering och andra metoder som förstärker skillnader i bilder ökar väsentligt möjligheten att identifiera vägar (Berube, 1997).

Scener från SPOT XS (20 m) användes. Huvuddelen av de nytillkomna vägarna går relativt lätt att urskilja medan några inte är lika tydliga. Pankromatiska SPOT (10 m) eller IRS1C-scener skulle underlätta tolkningen högst väsentligt. IRS 1C satellitens pankromatiska sensor har en geometrisk upplösning på 5,6 m. Med en lägesnoggrannhet på subpixelnivå (2–3 m) borde en digitalisering av vägnät kunna ge ett mycket bra resultat. Prispbilden motsvarar ungefär data från SPOT.

Arbetsmetodik

Jämförelsen med facitnämningen har gett många insikter som kan förbättra tolkningen av satellitbilder. Ett exempel är att kanten på vändplaner kan bestämmas säkrare i bilden än vad som klarats av i försöket. Vid digitalisering mot bilder med högre upplösning kan datafångsten ske med större skala utan att bilden upplevs suddig.

DGPS

Lägesnoggrannhet

Det i försöket använda GPS-kortet anses i dag vara relativt enkelt och gammalt (3 år). Med ett modernare GPS-kort och relativt sett lite dyrare, antas flera av de större spikarna kunna undvikas i framtiden. Det bättre kortet förbättrar troligen även noggrannheten generellt.

Vissa svårigheter med mottagning av GPS-signaler kompenserades i försöket genom att inmätning skedde båda vägarna. Dessutom ger två inmätningar ett bättre stöd för efterdigitalisering.

De ojämna inmätningar för en del vägar och avsaknaden av tekniker att i dag medelvärdesbilda GPS-mätningarna till en bra representation av linjeföringen, gör att en manuell efterdigitalisering är nödvändig. Metoden innebär ett extra arbete som enklast utförs på rummet, med en ordentlig pc med mus (eller motsvarande). I försöket bedömdes efterdigitaliseringen som relativt begränsad och enkel att utföra. Metoden tillvaratar lokalkännedomen som

personalen tillskansat sig i samband med inmätningen, vilket också understryker att samma person utför båda momenten.

Vägar som lämpligast inmäts en gång (genomfartsvägar) bör, för att undvika luckor, invänta bättre mottagningsförhållanden vid avbrott. Vid en efterdigitalisering av vägar inmätta en gång, bör någon form av aktuellt bildstöd användas som komplement till GPS-inmätningen. Ett bildstöd är givetvis bra även för vägar som inmäts två gånger.

Arbetsmetodik

Försöket utfördes av två personer. En utvecklad och för ändamålet anpassad GPS-utrustning medför att mätningarna kan utföras av en person. Några direkta åtgärder kunde identifieras under försökets gång:

- Fordonsdatorn bör endera vara fast monterad eller kunna anslutas i en dockningsstation anpassad för fordonet. Hållaren medför att datorn inte skadas lika lätt och att skärmen kan placeras i närheten av förarens blickfång. Det är bra om den fälttåliga datorn som används vid fältarbete även kan användas i bilen.
- I försöket användes en DGPS-mottagare anpassad för fältbruk. För att även passa inmätning av vägar måste mottagaren tillåta strömförsörjning från bilbatteriet via cigarettändaruttaget.
- Om möjligt bör kablaget mellan de på taket placerade antennerna (både GPS och RDS) anpassas så att man slipper dra dem genom bilens sidofönster. Det vore bra om bilens fasta radioantenn eventuellt kan utnyttjas.
- Det allra viktigaste är dock att applikationen (programmet i datorn) helt anpassas för inmätning av vägdata. En viktig aspekt är ljudkommunikation från program till föraren. Genom olika ljudsignaler underrättas föraren om GPS-status, problem och annan viktig information. Det medför att föraren helt kan koncentrera sig på bedömning av företeelser samtidigt som bilen körs.

Som framgår av tabell 1, sid 7 bygger datafångsten av flertalet företeelser på subjektiva bedömningar i fält. Data som skall levereras till NVDB måste vara kvalitetssäkrat. Ett sätt att kvalitetssäkra subjektivt uppskattade data är att certifiera den personal som skall utföra mätningarna. Certifieringen sker lämpligast genom en standardiserad utbildningsverksamhet som garanterar att alla personer som genomgått och klarat av utbildningen har samma gemensamma baskunskaper.

Flera av företeelserna bedöms som relativt svåra att uppskatta på ett adekvat sätt. För personal med liten kunskap om vägar och vägbyggnadsteknik blir utbildningsbehovet säkert större. Det är inte enbart en gemensamt synsätt som då skall läras ut, utan även mer grundläggande kunskaper.

Tidsuppskattning och ekonomi

I nedanstående diskussion behandlas endast tidsåtgången för insamling av geometri och företeelser som kan bedömas i fält. Administrativa uppgifter t.ex. väghållare ingår således inte.

DGPS

Om tidsåtgången delas upp på tid för inmätningen och övrig tid kan en diskussion föras om hur koncentrationen av vägar som skall uppdateras påverkar tidsåtgången.

Under försöket var tidsåtgången 14,8 minuter per inmätt kilometer vilket motsvarar dryga 4 km/h. Observera då att samtliga vägar kördes tur och retur och att hastigheten max var 30 km/h.

Totala tidsåtgången för försöket var 28 timmar. Tiden för inmätningen utgjorde således 34,5 % av totala tiden. I tiden finns inte förberedelser inkluderade.

I Övertorneå finns 165 000 ha skogsmark, vilket är 0,733 % av landets skogsmark. Försökets 39 km inmätt väg skulle motsvara 5 330 km på riksnivå.

Vägbyggandet i landet har minskat drastiskt under 90-talet. Från en nivå på ca 3 700 km 1990 byggs det i dag ca 1 500 km skogsbilvägar (siffrorna inkluderar fullständiga förbättringar). Kraven på färskare råvara tros dock kunna öka vägbyggandet.

Vägoncentrationen i försöket skulle därmed motsvara ca 3,5 års uppdatering.

Ett års ajourhållning beräknat på 4 km/h och 1 500 km tar ca 375 inmätningstimmar. Om vi uppskattar övrig tid till 5 gånger inmätningstiden skulle det medföra 1875 timmar/år.

Den geometri som NVDB kommer att bygga på har redan från starten en bristfällig aktualitet. GSD-Ekonomiska kartan kan vara mer än 10 år gammal.

I de fall inmätningen bara berör företeelser och inte geometri kommer tidsåtgången att minska. I vilken omfattning finns inget underlag för att bedöma.

Kostnader

Beräknat på 400 kr/h skulle ovanstående resonemang ge följande kostnader för en årlig ajouurföring:

- Inmätning: 100 kr/km
- Inmätning inkl. restid mellan objekten: 600 kr/km

På riksnivå motsvarar det knappt 1 miljon kr/år för åjourhållning av 1 500 km enskild väg.

Digitalisering mot satellitbildsbakgrund

Den använda bilden är en mosaik av fyra satellitscener. Total kostnad för dessa ligger på 80 000 – 110 000 kr beroende på rabattsatser. De fyra scenerna täcker även stora delar av omgivande kommuner. För att få en rättvisande bild av kostnaderna får jämförelsen göras för större områden. En bedömning är att en heltäckning av landet med SPOT-scener skulle kosta ca 3–4 miljoner kr. Prisutvecklingen på bilddata bedöms bli gynnsam.

Arbetstiden i försöket var 5,45 min/km. På riksnivå skulle det motsvara ca 140 timmar.

Det bör observeras att inga företeelser hämtades in vid digitaliseringen.

Jämfört med DGPS är metoden lämplig om det är många års geometri som behöver digitaliseras och inget behov av uppdatering av företeelser föreligger. Bildkostnaden är som synes den stora kostnaden i det här fallet. Är digitalisering av något års nytillkomna vägar den enda användningen man har av bilden blir det sannolikt för dyrt. Finns andra användningsområden för bilderna fördelas kostnaden på flera tillämpningar.

En situation där bilden är till stor nytta i det här sammanhanget är som grund i ett signalsystem.

Andra studier

Ett pågående examensarbete av Jörgen Norén (1997) undersöker bl.a. realtidskorrigerad DGPS för inmätning av vägar. Med en realtidskorrigerad Trimble GPS Pathfinder Pro XL™ erhöles 1,4 m (95 % konfidensintervall) i plan. En förklaring till det lägre felet jämfört med denna studie kan vara att enbart statliga vägar mättes. Statliga vägar har mycket bredare väggator och därmed mindre påverkan av angränsande skog. En annan förklaring kan vara att en bättre GPS-mottagare användes.

Syntes

Sammanfattning

- För regioner i Sverige skapas en skogligt orienterad organisation för dataleverans till NVDB (en så kallad SVDB).
- Den initiala kostnaden för att inhämta data enligt NVDBs kravspecifikation uppgår till 21,5 – 31,5 miljoner kr.
- Den årliga åjourhållningskostnaden uppskattas till 1,5 miljoner kr.

Inledning

Försöket har praktiskt utvärderat två metoder att inhämta geometrier och företeelser. Vid digitalisering mot satellitbilder är det endast möjligt att erhålla geometri. Med fältbesök och DGPS är det möjligt att inhämta båda.

Utvärderingen visar att DGPS-utrustning använd på rätt sätt och tillgång till färsk satellitbilder gör det möjligt att relativt kostnadseffektivt inhämta stora mängder data.

Det räcker emellertid inte enbart med acceptabel teknik. Bakom måste det finnas en ordentlig organisation samt personal, kunskap, planering och resurser. Utifrån erfarenheterna i föreliggande arbete, erfarenheterna från arbetet med EVD på Skogsvårdsstyrelsen i Norrbotten samt erfarenheter från BasVäg (Bergström, 1997) föreslår arbetsgruppen ett koncept för insamling av vägdata på en nationell nivå. För att realisera en del av de konsekvenser av konceptet, har arbetsgruppen uppskattat kostnaderna för vissa konkreta moment.

Ambitionen är att ge för- och nackdelar med respektive moment samt rekommendationer där så är möjligt. Förhoppningen är dock att bakgrundsinformationen skall vara så omfattande att respektive organisation/aktör kan bilda sig en egen uppfattning.

Översikt

Konceptet för dataförsörjning för det enskilda vägnätet kan grovt indelas i tre steg:

1. Iordningställande av befintligt data
2. Komplettering av befintligt data
3. Åjourhållning

Steg 1 och 2 skall ses som en investering – i data. Steg 3, den rena åjourhållningen, är ett upprätthållande moment för att data, investeringen, inte skall degenerera. För varje steg finns flera alternativa lösningar. Nedan presenteras respektive steg och hur olika lösningar hänger ihop mellan stegen.

Organisation

Det föreslagna dataförsörjningskonceptet kräver en organisation, ett slags ramverk som utgör plattformen för effektivitet både nationellt och lokalt. Arbetsgruppen föreslår att dataförsörjningen bör administreras och utföras på regional nivå. Inom regionen skapas utrymme för en skogligt orienterad organisation med ansvar för dataförsörjning för det enskilda vägnätet. Vi kallar organisationen för SVDB.

Inom regionen svarar de lokala skogliga aktörerna direkt mot SVDB. SVDB administreras, samordnar, koordinerar, migrerar och normaliserar data samt i vissa fall även utför fältmätningar. SVDB svarar mot NVDB, främst genom dataleverans i NVDB-anpassat format.

I beskrivningen av de tre stegen i konceptet förutsätts en SVDB vara etablerad. Där alternativa lösningar har identifierats anges detta.

Fördelar

- Lokalkännedom, anpassning av organisationen efter regionala förhållanden.
- Lättare att erhålla en kritisk massa i arbetsmängd med bättre möjlighet att upprätthålla en kompetent personal och teknisk lösning.
- Enklare och klarare kommunikation med NVDB.
- SVDB kan uppträda som både sammanställare av inlevererat data och med egen fältorganisation.
- Ett måste för uppstädning av motstridiga uppgifter och oklarheter.

Nackdelar

- Ytterligare en organisatorisk enhet mellan NVDB och dataleverantör.
- Kräver en kostnad- och ersättningsmodell som alla aktörer inom regionen accepterar.
- Enklare att åstadkomma SVDB i regioner med bolagsskogsbruk.

Steg 1: Iordningställande av befintligt data

Skogsbruket har på olika sätt och i varierande utsträckning investerat i data om både egna och andras vägar. Kännetecknade för det befintliga data om det enskilda vägnätet är:

- Låg aktualitet p.g.a. bristande àjourhållning utom i undantagsfall
- Nästan ingen koppling till geometri, varken analog eller digital, utom för Virkesmätningsföreningarnas data
- Befintliga vägregister är både analoga och digitala.

Även om data kan vara gamla är många av uppgifterna relativt stabila över tiden. Dessutom uppfyller de oftast dagens behov. Därmed kommer en redan gjord investering till nytta om den tas med i NVDB.

Iordningställande av data innehåller 4 delmoment. Beroende på hur ens eget data ligger i dag, kan ett eller flera moment strykas.

1. Stansning/konvertering av befintligt vägregister¹.
Finns uppgifterna i pärm behöver data inmatas. Denna kan endera ske i samband med den geografiska kopplingen (punkten 3) eller separat.
Redan digitaliserade uppgifter (lagrade i t.ex. stordator) kan ev. behöva konverteras till mer allmängiltiga format.
2. Skapande/inhämtande av geometri.
Enligt förslagen från NVDB har man för avsikt att leverera till varje region/dataleverantör så fullständig geometri som möjligt utifrån vad som finns tillgängligt i VDB samt GGD och GSD-Ekonomiska kartans vägar.

Tanken är att data levereras med en tillämpning (programvara) med syfte att understödja datainmatningen/konverteringen av befintligt data till NVDB-format samt tillåta den geografiska kopplingen.

SVDB upprättar arbetsplatser med data och tillämpning från NVDB.

3. Koppling av digitaliserat data (punkten 1) till geometri.
Uppgifter i respektive register kopplas till rätt väg (geometri). Det enda sättet att göra detta, om man inte har någon annan uppgift som anger det geografiska sambandet, är med lokalkännedom. Den av SVDB upprättade arbetsplatsen bör så mycket som möjligt användas i motsats till att skapa flera olika separata arbetsplatser, spridda på flera organisationer.
4. Arkivstädning.
Med data från flera olika leverantörer samlade på ett ställe och på ett enhetligt sätt kan inkonsistens och redundans i data i viss mån elimineras.
Direkta fältbesök och kompletterande uppgiftsinhämtande kan koncentreras till oklara fall.

Befintliga data kan vara mycket heterogent uppbyggt inom ett område. Sammanställning och uppstädning av data bedöms som relativt arbetsintensivt. Det är av största vikt att man tidigt bestämmer sig för vilka data som skall matas in. Genom tillskapandet av en SVDB kan man komma överens regionalt om att stansa data utöver NVDBs specifikation.

Arbetsmängden bedöms till 10 årsverken räknat på 10 regioner, vilket motsvarar ca 7 miljoner kr på riksnivå.

Fördelar

- Samordning av teknisk utrustning.
- Möjligheter finns till regionala lösningar och regionalt data.
- SVDB en förutsättning för en regional uppstädning av data från flera olika leverantörer.

¹ Vägregister avser här beskrivning av en vägs väganknutna företeelser.

Nackdelar

- Arbetsintensiv och därmed kostsam.
- Kräver avtal och ersättningsmodeller mellan SVDB och dataleverantörerna.
- För en leverantör med mycket dåliga befintliga data och som har höga ambitioner för framtiden kan det vara mer kostnadseffektivt att hoppa över steg 1.

Steg 2a: Komplettering levererad geometri från NVDB

Översiktliga bedömningar över GSD-Ekonomiska kartans och GGDs täckning pekar på i genomsnitt 7 års eftersläpning i aktualitet, vilket motsvarar ca 18 000 km enskild väg. I projekt BasVäg framkom att den viktigaste enskilda faktorn för en NVDB för skogsbruket var hög aktualitet, som mest 1 års eftersläpning. Uppgifter från Vägverket antyder att den genomsnittliga åjourhållningstakten av GSD-Ekonomiska kartan och GGD blir 5 år.

Ett realistiskt sätt erhålla en högre aktualitet är att själv komplettera befintlig geometri. Att använda den beskrivna DGPS-metoden utförd med specialutbildade operatörer skulle innebära att både NVDBs krav på kvalitetssäkring och skogsbrukets krav på aktualitet uppfylls.

DGPS-metoden förutsätter att dels en tillräckligt bra teknisk lösning och att ett nationellt och anpassat utbildningspaket finns att tillgå. Det mest kostnadseffektiva är att samordna arbetet på nationell nivå. Om fältarbeten skall kunna påbörjas fältsäsongen 1998 bör det arbetet initieras snarast.

Den totala kostnaden för hela Sverige bedöms till 4,5 miljoner kr.

Steg 2a omfattar 3 delmoment:

1. Bedömning av GSD-Ekonomiska kartans/GGD täckningsgrad.
För en effektiv inmätning av vägar är det av vikt att först identifiera alla vägar som saknas i den av NVDB levererade geometrin. Materialet som ligger till grund för en sådan jämförelse är relativt omfattande och metoden innehåller enklare GIS-analyser. Några datakällor (signalsystem) är
 - jämförelse med GSD-Blå väg,
 - digital geometri direkt från skogsbolagen,
 - avverkningsanmälningar,
 - lokalkännedom (SVS distrikt, VMF),
 - satellitbilder, sannolikt viktiga.
2. Komplettering med DGPS.
När vägarna identifierade besöks alla i fält med nämnda DGPS-utrustning. Väl på plats är insatsen att fånga alla företeelser plus de man ev. kommit överens om regionalt, minimal.

3. Sammanställning i NVDBs tillämpning.
Insamlat data slås ihop med befintligt data (punkten 1–3) i den tillämpning som NVDB tagit fram.

Fördelar

- SVDB är en förutsättning för samordning av identifiering av saknade vägar.
- SVDB och/eller dess fältorganisation innebär samordning av personella och tekniska resurser.
- Aktualiteten motsvarar skogsbrukets krav på NVDB.

Nackdelar

- En koncentrerad kostnad till en kort period.

Steg 2b: Komplettering av företeelser

Ganska lite av befintliga data har i dag den struktur som föreslås under **Error! Unknown switch argument.**, sid 7. För att passa NVDB måste egentligen alla vägar kompletteras vad avser företeelser; det finns i dag inga uppgifter om vändplatser, svängningsrestriktioner eller hinder och det nya förslaget på vägklassificering kräver egentligen en uppdatering av tillgänglighet och linjeföring.

Enligt den nya definitionen för Vägkategori (sid 7) underhålls inte ens nollvägar. Dessa vägar används enbart för specifika åtgärder och är aldrig direkt föremål för olika analyser. Här är behoven av företeelser mycket mindre varmed dessa antagligen skulle kunna lämnas utanför en komplettering. Det kräver å andra sidan att man i förväg kan identifiera dessa (för att exkludera dem i planeringen för inmätning av huvud- och normalväg).

Inmätning av endast företeelser bedöms som effektivare än inmätning av både geometri och företeelser. Dels är vägarna i genomsnitt bättre (om man exkluderar nollvägar) vilket medför en högre medelhastighet och dels är det enklare att endast sätta koordinater för start, stopp och punktobjekt.

En samordning med steg 2a är mycket viktig. Är man väl ute och mäter kompletterande geometri är det lämpligt att samtidigt komplettera företeelserna på närliggande vägar. På så vis hålls tomkörningsandelen nere, vilken i annat fall kan bli betydande.

Om skogsbolagen vill köra sina egna vägar minskas samordningsvinsterna med en gemensam fältorganisation.

Den bedömda nationella arbetsinsatsen baseras på 50 % av 284 000 km (inkl. bidragsvägar, ca 79 000 km), vilket medför en total kostnad på 10–20 miljoner kr.

Fördelar

- Samordning med andra aktiviteter, vilket bör medföra en lägre totalkostnad.
- Nyttan av tillämpningar som baserar sig på en mer komplett NVDB är större i och med att tillgången till mer data är större fortare.
- Mer komplett täckning av företeelserna.

Nackdelar

- En koncentrerad kostnad under kortare period.

Steg 3: Åjourhållning

Data för NVDB skall åjourhållas vid källan. I Sverige byggs det nya och förbättras motsvarande ca 1500 km. Med en redan etablerad organisation som genomfört, eller delar av, steg 1 till 2a och 2b, finns redan teknik, kompetens m.m. De direkta fältmätningarna innebär för en region relativt liten arbetsinsats. Med SVDB finns dessutom förutsättningarna för åjourhållning av rent administrativa uppgifter.

En effektiv åjourhållning kräver dock ett väl utbyggt signalsystem för förändringar. Så även om SVDB handhar själva åjourhållningen förutsätts förändringarna av data (väghållarna, vägägarna) meddela utförda åtgärder. Signalsystemet skulle kunna vara

- kopplat till anmälning om avverkning av väggatan till SVS,
- en överenskommelse mellan aktörerna inom respektive region att alltid meddela förändringar,
- LMV som själva handhar de fastighetsjuridiska förändringarna.
- nytillkomna bidragsvägar från vägverk och kommuner.

Den årliga kostnaden för inmätning i fält och uppdatering av administrativa uppgifter bedöms till 1,5 miljon kr för hela Sverige.

Fördelar

- Åjourhållning vid källan.
- Redan etablerad organisation, teknik och kunskap.
- Det räcker antagligen med en fältorganisation för den relativt sett begränsade arbetsmängden.

Referenser

- Anon. 1997. NVDB Specifikation av innehåll. Vägverket, avd. Väg-informatik och vägtrafikledning.
- Bergström, J. 1997. Slutrapport Basväg - Fältförsök med nationell vägdata-bas. SkogForsk, Arbetsrapport 353. Uppsala.
- Berube, A. 1997. Identification of Forest Roads. Luleå Tekniska Universitet. Examensarbete.
- Norén, J. 1997. The use of DGPS-technique for measuring of the road net to the Swedish National Road Administrations Road Data Bank. Institutionen för Teknik, Högskolan Gävle-Sandviken. Stencil.

Förslag till nationellt vägklassificeringssystem

Körbarhet, standard och tillgänglighet

Körbarhet, standard och tillgänglighet ligger kvar enligt kravspecifikationen. (Anon, 1997). Det möjliggör enkel inläggning av i dag befintligt data.

Nya vägklasser

Hinder, svängningsrestriktion och vändplats kommer att registreras separat. Det som saknas för att beskriva standard och körbarhet enligt dagens definitioner är ett mått på vägens linjeföring.

Linjeföringen anger till stor del anger hur snabbt det går att färdas efter vägen samt hur långa fordon som kan ta sig fram.

Linjeföring

- En vägs linjeföring bedöms **utan** att hinder, svängningsrestriktion eller vändplats inverkar.
- Linjeföringen kan få **variera** längs en väg men inte delas upp i kortare partier än 1 km, vilket gör att de flesta vägarna inte kommer att få mer än en klass.



Exempel på lång väg med varierande linjeföring.

- Linjeföringen **beror** av kurvradien, vägbredden och breddökningen i kurvorna.
- En vägs linjeföring **klassindelas** enligt nedanstående schema:

1	Bra	>100 m kurvradie	Motsvarar standard 1,2
2	Skaplig	50–100 m kurvradie erforderlig breddökning för 25,5 m fordon	Motsvarar standard 3,4
3	Dålig	Går att köra med förkortat släp	5
4	Mycket dålig	Utan släp	6

Tillgänglighet

Tillgänglighet bedöms enligt gamla definitionen. För nyinmätta vägar tillåts däremot tillgänglighetsklasserna **variera fritt** längs en väg. Det innebär att flaskhalsar kan identifieras.

Vägvisa uppgifter

Uppgifterna i nedanstående tabell är ett sammandrag från fältbesöket. Därutöver presenteras varje facitinmätt väg med två kartskisser. Den översta redovisar rådata från DGPS-inmätningen (blå), efterdigitaliseringen (röd) och facit (grön). Den nedre visar resultaten från digitalisering mot satellitbildsbakgrund. Bilden visar satellitbild, upprepning 1 (blå), upprepning 2 (röd) samt facit (vit). Bilder för samma väg har samma skala.

Sammanställning över inhämtade uppgifter

Väg	Standard	Tillgänglighet	Väganlutning	Vändplats	Övrigt	Vägglass (EVD)	Total längd (facit)
1	4	D	4,5	4		4D	
2	4	D	-	9,5	Förlängd	4D	2 169
3	3	D	3,5	8,5		4D	6 075
4	3	C	8	13		3C	4 139
5	4	C	8	-	Ej färdig	4D	1 030
6	4	C	8	10		4C	3 593
7	4	D	6	8		4D	1 131
8	4	D	7	9,5		4D	1 423
9	Vinterbilbasväg		8	6	Felbyggd	4D	1 176
10	4	C	8	7,5		4D	1 160
11	4	D	5	9		4D	351
12	4	D	6	13	Lutning >12%	4D	
13	3	C	-	13	Förlängd	3C	
14	3	B	8	13		3B	5 311
15	Ej tillgänglig p.g.a. bom (ej angivet i EVD)						
16	Vinterbilbasväg				Felbyggd	4D	
17	4	D	-	7	Förlängd	4D	
18	Tillfälligt hinder, kunde ej mätas						
19	4	D	-	7,5	Förlängd	4D	
20	3	C	-	8,5	Förlängd	4C	
21	4	D	-	13	Förlängd	4D	
22	4	D	-	12	Förlängd	4D	
23	Återfanns ej. (kort anlutningsväg, angiven i EVD)						133

Resultatet visar att vägar med tillgänglighet D överlag inte uppfyller normen för anslutningsradie och radie för vändplats. Undantaget är vägar som tillhör storskogsbruket och privata vägar med statligt byggnadsbidrag. Detta tyder på att dessa vägar är byggda för att brukas under perioden med snötäckt mark.

Vidare kan utläsas att vägar byggts utan erforderlig kompetens inom vägbyggnadsteknik. Bland annat är endast väg nr. 4, 13, 14 och 21 byggda enligt SKS norm för standard. Övriga uppvisar olika typer av brister som inverkar på standard och tillgänglighet.

Kontroll har utförts av administrativa företeelser som kan erhållas på rummet. Dessa överensstämmer väl med EVDs uppgifter.

Skillnader mellan EVDs uppgifter och fältbesöket kan förklaras av att markägaren per telefon lämnat uppgift om bl.a. tillgänglighet. Dessutom har fältpersonal inom SVS inte prioriterat datainsamling. Skillnaderna kan åtgärdas genom fältbesök av behörig person.

På det enskilda vägnätet kommer en viss eftersläpning att finnas mellan händelse och registrering, p.g.a. sönderspolning m.m. (se väg 15).

Före det att fältarbetet påbörjades gjordes kontroll i EVD av vilka vägar som inte var tillgängliga p.g.a. bom. Berörda vägägare kontaktades per telefon. Enligt tabellen framgår att detta inte alltid fungerade.

Försöket visar på nödvändigheten att administrativa uppgifter inhämtas före fältbesök genomförs. Därmed minimeras risken med låsta bommar samt att vägägaren informeras om att främmande trafik nyttjar vägen. Fältarbetet skall utföras under den tid på året som medger personbilstrafik utan att körskador uppstår.