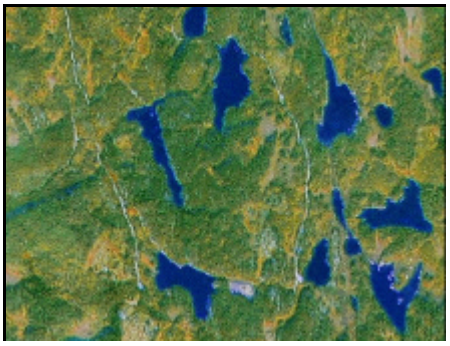
Prosjektrapport

Datafangst fra satellittbilder som metode for etablering, kontroll og ajourhold av skogsbilveger og traktorveger

Oppdrag LFDK 0007 – Skogsveger






STATENS KARTVERK

Sep 2003

Sammendrag **3**

Formål **4**
Effektmål 4
Prosjektmål 5

Organisering av prosjektet **5**

DATAGRUNNLAG **5**

Satellittdata fra IRS-1c **6**
IRS-satellittbilder 6
Feltarbeid Numedal: 7

Satellittdata SPOT 5 (2.5m oppløsning) **10**
Feltarbeid Halden: 10

Satellittdata SPOT 5 (5m oppløsning) **12**

VBASE **14**

SVEG. **14**

Digitalisering **16**

RESULTAT **17**

Teknisk utprøving **17**
VBASE 17
S-VEG 17
IRS-IC 17
SPOT 5 17
Klassifisering 18
Automatiske metoder 18
? "Semi-Automatic revision of topographic maps" – Norsk Regnesentral 1990 18
? "Reconstruction of Geometric Road Data using Remotely Sensed Imagery" - Dr. Dan Klang, Lantmäteriet – Sverige 1999 18
? "Automatic forest road extraction from SPOT5 data" Norsk Regnesentral 2003 18
Diskusjon 19
Veien videre. 19

Vurdering av SPOT 5 satellittbilder brukt i produksjon av VBASE og N50 kartdata **20**
Kvalitetsvurdering 20
Kostnadsvurdering 20
Tilgjengelighet av SPOT 5 satellittdata 21
Produksjonsprosess 22

Sammendrag

Landbruksdepartementet, Norsk Romsenter, Direktoratet for naturforvaltning og Statens kartverk ønsker sammen å vurdere om satellittbilder kan brukes for å kartlegge skogsveier / traktorveier.

Prosjektet er utført av Statens kartverk.

Prosjektet har benyttet data fra satellitten IRS 1C i Uvdal, SPOT5 i Oppdal og Halden. Referansedata har vært Ortofoto i Uvdal og eksisterende VBASE og N50 data i Oppdal og Halden.

IRS-data viser seg å være for dårlig å tolke veinettet på, mens SPOT 5 data synes å være gode og tolke veidata på. Avgjørende er vegetasjon i veibanen, og kontrasten mot vegetasjonen rundt veibanen. Nye skogsbilveger, med ny grus og lite vegetasjon i vegbanen er dermed det beste å tolke. Skygge fra høye trær rundt vanskeliggjør også tolkningen.

Uttesting av SVEG som angivelse av startpunkt for skogsbilvegen skulle gjøres i prosjektet. Koordinatangivelsen synes å være for dårlig i dagens SVEG, og delvis manglende for mange områder. Det anbefales at koordinatfeltet i SVEG leses direkte fra kart/GPS, og kun lovlige verdier kan legges inn, og med kontroll mot Kartblad, slik det fungerer i GAB i dag.

Visuell tolkning på skjerm med FYSAK programvare er testet ut, og fungerer godt også ved skjerm digitalisering. Her kan vi også enkelt legge på eksisterende kartdata fra N50 og VBASE for kontroll. Klassifikasjon etter VBASE's vegtyper eller etter Landbrukets klassifikasjonssystem for Skogsveger er ikke mulig direkte fra Satellittbildet.

Automatiske metoder for linjegjenkjenning er vurdert i prosjektet i samarbeid med Dan Klang og Norsk Regnesentral. Disse krever mer utviklingsarbeid for å få implementert i dagens produksjonslinjer.

Oppløsningen på SPOT5 er 2,5 m (evt. 5m) PAN (Svart-hvitt) og 10 m. MS (farge). Geometrisk korrigering utføres på eksisterende kartgrunnlag.. f.eks VBASE, og kan gi en digitaliseringsnøyaktighet på +/- 5m.

Kostnadene for fargekoda SPOT 5 er beregnet til ca kr 68 pr. km2, men det jobbes med samfinasieringsmodeller både gjennom GEOvekst og Norsk satellittbildearkiv, som kan gjøre dataene enda rimeligere.

BAKGRUNN

Med utgangspunkt i behovet for registrering og overvåking av inngrepsfrie naturvernområder tok Direktoratet for naturforvaltning (DN) i mai 2002 initiativ til å samle Statens kartverk (SK), Landbruksdepartementet (LD) og Norsk Romsenter (NRS) for å se om institusjonene hadde felles interesser i kartlegging av skogsveier vha satellitt.

DN har behov for rask og enkel tilgang til stedfestet informasjon om biologiske verdier og inngrep. DN ønsker om mulig å innhente enhetlige og oppdatert informasjon for store områder vha satellittdata, blant annet skogsbilveger og traktorveger.
NRS har som mål at satellittdata tas i bruk i samfunnet.
DN og NRS samarbeider i SatNat-prosjektet om å utnytte satellitteknologiens muligheter til raskt å innhente arealinformasjon, til å kartlegge naturressurser og til å identifisere forekomst av miljøverdier.

LD forvalter et eget vegarkiv (SVEG). Dette er et administrativt verktøy som landbruksavdelingene i fylkene benytter for å registrere og behandle søknader om tilskudd til skogsveger. LD har fått signaler om at skogsbilveger og traktorveger ikke er ensartet i forhold til DN's inngrepskartlegging. Det er således et ønske om å forbedre SVEG siden inngrepskartleggingen får konsekvenser for den enkelte grunneier. I tillegg er det ønskelig at kartlegging av skogsveger er mest mulig oppdatert og at denne gjøres tilgjengelig for landbruksforvaltningen..

SK har ansvaret for kartlegging av veger i sin alminnelighet. Skogsbilveger inngår i veidatabasen (Vbase), og det er blant annet etablert et samarbeid med landbruksmyndighetene om rapportering av nybygging og endringer. Vbase ligger til grunn for ajourhold av skogsveger i N50 Kartdata. Traktorveger etableres og ajourholdes i FKB-dataene og i N50 Kartdata. SK er interessert i å vurdere satellittdata som en alternativ metode for etablering og vedlikehold av vegdata i de respektive basene.

Etatenes felles behov danner grunnlag for dette utviklingsprosjektet, der en ønsker se på satellittdata som en alternativ metode for datafangst av skogsveger. I et møte mellom etatene 3.juni 2002 ble det bestemt at SK skulle ta ansvaret for å gjennomføre et utviklingsprosjekt. Prosjektets intensjon går også fram av de samlede målformuleringene for prosjektet.

FORMÅL

Teste om satellittbilder kvalitets- og kostnadsmessig er egnet som metode for etablering, kontroll og ajourhold av skogsbilveger og traktorveger.

Effektmål

- At vi får et verktøy og en metode som kan bidra til at skogsbilveger på en kostnadseffektiv måte kan registreres og holdes ajour i Vbase.
- At vi får et verktøy og en metode som kan bidra til at skogsbilveger og traktorveger på en kostnadseffektiv måte kan registreres og holdes ajour i N50 Kartdata.
- At en gjennom regelmessig kartlegging av skogsbilveger og traktorveger kan dokumentere endring av inngrepsfrie naturområder (INON) som er forårsaket av vegbygging.
- At vi får et verktøy og en metode som kan bidra til at SVEG kvalitetsheves og holdes ajour.

? At det opparbeides kunnskap og erfaring med satelittbilder som potensielt verktøy for datafangst av skogsbilveger og traktorveger.

Prosjektmål

1. Gjøre en metodisk vurdering av satellittbilder som innsamlingsmetode for skogsbilveger og traktorveger.
2. Teste visuell tilnærming basert på manuell tolkning og mer hel- og halvautomatiske metoder (j.fr. arbeid utført av Klang, Lisaka).
3. Teste metoden(e) vha flere typer satellittsener (IRS og SPOT5) i utvalgte områder.
4. Teste datafangst av både nye og gamle vegtraseer for å avdekke problemstillinger knyttet til "ferske" og tilgrodde veger.
5. Teste kobling av SVEG-data opp mot datafangsten i satelittbildet for å klassifisere vegstrengen og som identifikasjon på startpunkt vegparsell.
6. Vurdere metoden i forhold til andre kjente datafangstmetoder (når aktuell, når ikke aktuell, kvalitetsforskjeller etc.), og gjøre en kost/nytte vurdering i forhold til operativ anvendelse.
7. Vurdere kvalitet (geometri, klassifikasjon og andre egenskaper) i forhold til ulike brukergrupper.
8. Dokumentere datafangstmetoden(e) og prosessen fram til lagring og forvaltning i de offisielle basene Vbase og N50 Kartdata (flytskjema og arbeidsbeskrivelse).
9. Vurdere krav til kompetanse for alle ledd i produksjonsprosessen.
10. Vurdere behov for utstyr og datakraft for å benytte metoden.
11. Foreslå hvordan etableringen, kontroll og ajourhold av skogsbilveger og traktorveger kan organiseres.
12. Ha dokumentert resultatene av ovenstående prosjektmål i en rapport.

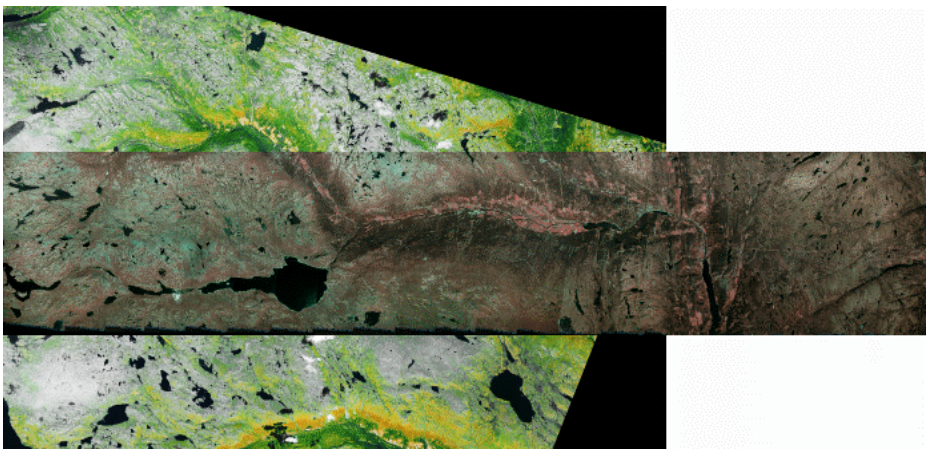
ORGANISERING AV PROSJEKTET

Prosjektet har vært organisert internt i Statens kartverk med følgende prosjektdeltagere: Oddleiv Skilbrei, Geir Brånå, Tom Pettersen , Per Arne Horneland og Hans Rønning.
Per T. Terjesen har fungert som prosjektleder.

DATAGRUNNLAG

Målet ved prosjektstart var å teste ut den da nye satellitten SPOT 5.
I samarbeid med prosjekt "Primærdata Arealdekke" ble det bestillt opptak høsten 2002 for Numedal, Oppdal og Østfold.
På grunn av dårlig vær fikk vi ikke de opptaka vi ønsket. Prosjektet har derfor kun benyttet SPOT 5 data i Østfold og Oppdal, mens vi har benyttet IRS 1C data i Uvdal.

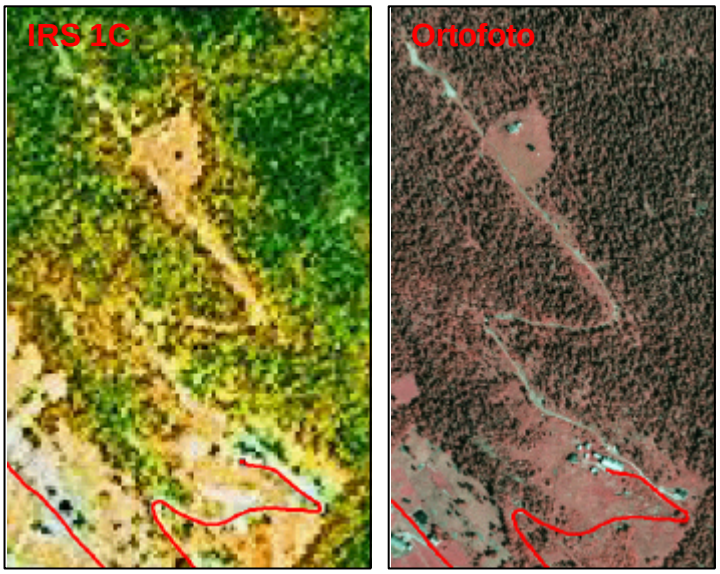
SATELLITTDATA FRA IRS-1C



Figur 1: IRS-data med Ortofotostripa.

IRS-satellittbilder
For Numedal ble benyttet data fra Satellitten IRS1C. Dataene har en oppløsning på 5.8 m i PAN og 23 m i LISS. Datene er et utsnitt fra en scene med opptak i 1999

Ortofoto IR + Farge
Sommeren 2002 ble det tatt opp 2 flystriper i Uvdal. Det er tatt både Infrarød og vanlig farge foto. Bildene er kjørt gjennom areotriangulering og etablert Ortofoto.



Figur2: IRS 1C data sammenlignet med Ortofoto

Feltarbeid Numedal:

17-19 oktober ble det gjennomført feltarbeid i Uvdal sammen med prosjektgruppa for "Primærdata arealdekke". Materiale som var med var:

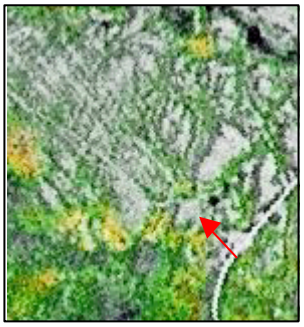
- IRS-satellittbilde fra 1999
- Infrarøde- flyfoto fra 2002
- N50
- Økonomisk kartverk
- Digitalt kamera
- Håndholt GPS

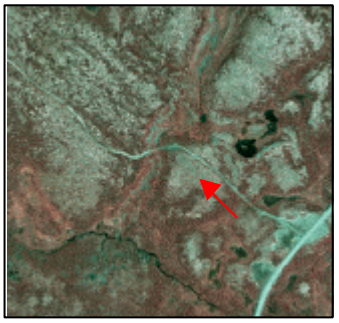


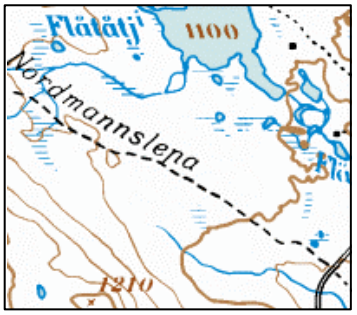
Figur 3: Store Nordmannsslepa NV fra Sønstevann er registrert som sti i N50 og som kjerrevei på ØK.

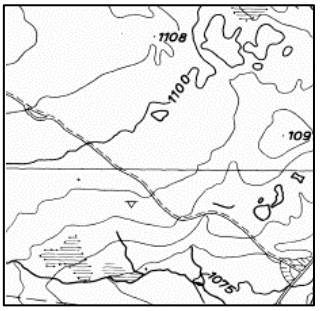
Den er ikke registrert i VBASE.

Visuellt er den synlig i satellittbilde, men synligheten varierer med den øvrige vegetasjonen i området.



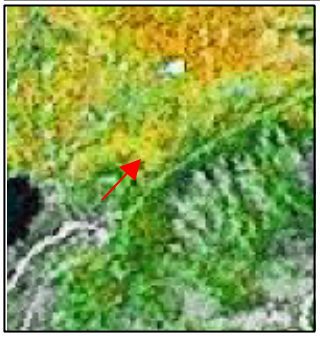




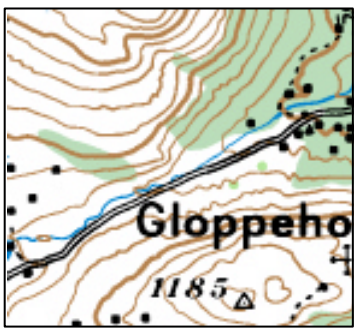


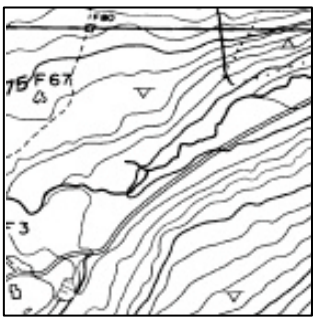


Figur 4:
Privat vei nærmest.
Veien som går ned dalen er godt synlig i satellittbildet.
I VBASE er den registrert som traktorvei.







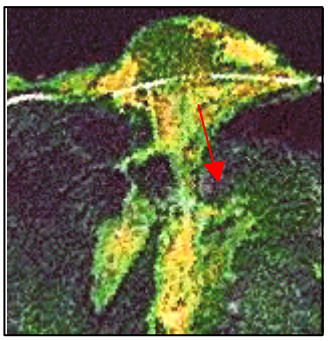




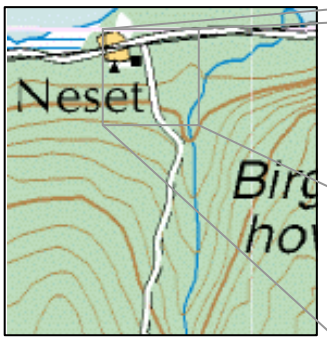
Figur 5:
Bildet viser en gml. vei med vegetasjon i midten. Veien er benyttet i forbindelse med hogst.

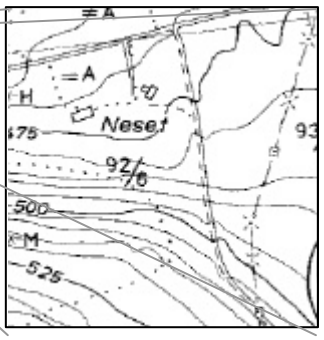
Veien er vanskelig å følge i satellittbildet, pga. vegetasjonen rundt og i midten av veien.

Veien er registrert som Privat vei i VBASE de første 200 m.









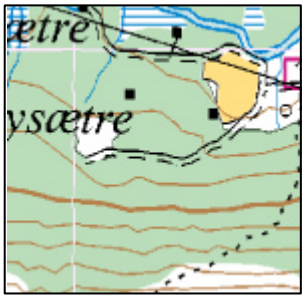


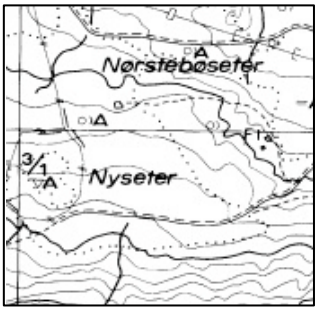
Figur 6:
Bildet viser en gml. vei. Veien benyttes fremdeles for å komme frem til beite. Selv om det er mye vegetasjon i midten kommer den godt frem på satellittbildet pga. stor kontrast med vegetasjonen rundt.

Den er ikke registrert i VBASE., men ligger som kjerrevei i N50 og ØK



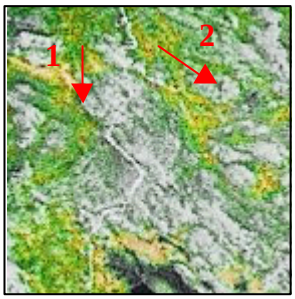




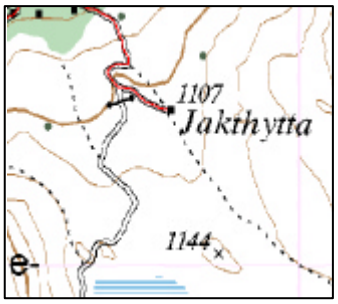








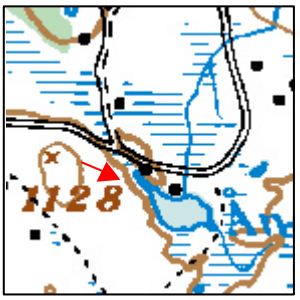




Veien inn til jakthytta (2) er med i VBASE, mens veien forbi bommen (1) er ikke registrert.
Kvaliteten på vei 1 er bedre, og kommer bedre frem på ortofoto, mens begge er vanskelige å følge i satellittbildet. Veiene har vegetasjon i midten, og går delvis gjennom vegetasjon bla. reinlav.







Figur 8:
Grusvei som vises godt i Satellittbildet.

Registrert som Privat vei i VBASE.

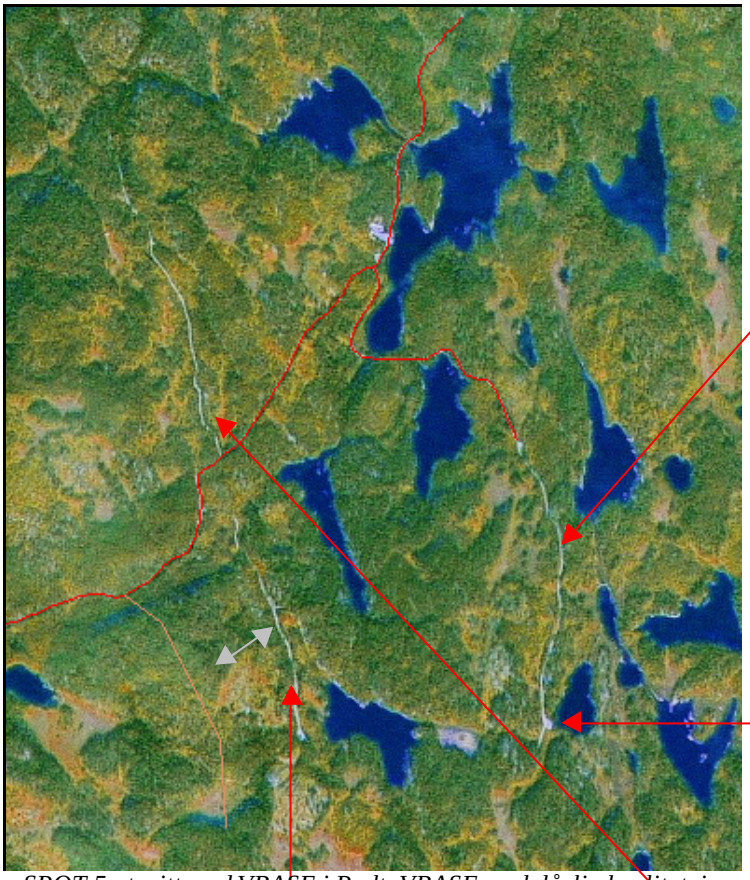
SATELLITTDATA SPOT 5 (2.5M OPPLØSNING)
For Halden ble benyttet data fra Satellitten SPOT 5. Dataene har en oppløsning på 2.5 m i PAN og 10 m i LISS. Datene er et utsnitt fra en scene med opptaksdato 13.09.2002

Feltarbeid Halden:

30. april 2003 ble det gjennomført feltarbeid i Halden sammen med repr. fra Landbrukskontoret i Halden. Materiale som var med var:

- ? SPOT 5 satellittbilde fra 2002
- ? N50
- ? Digitalt kamera
- ? Håndholt GPS

Det ble planlagt feltinspeksjon av et utvalg veier i kommunen der vi i satellittbildet fant veier som ikke var registrert i VBASE.



SPOT 5 utsnitt med VBASE i Rødt. VBASE med dårlig kvalitet i Orange



Skogsbilvei fra 1997 mangler i VBASE



Nylig steinsatt vei vises godt i satellittbildet



Skogsbilvei fra 1998, lagt inn i VBASE etter skisse



Definert som traktorvei, men vises like godt i bildet.





Denne nye veibiten fra 2001 er svært synlig på satellittbildet. Ny grus og åpent lende gjør den lett synlig.





Dette er en bit av lysløypeanlegget i Halden. Traseen er ikke med i VBASE, men gjør et tydelig inngrep i terrenget. Vegetasjonen rundt og delvis vegetasjons rester i veidekket skjuler veien i satellittbildet. Det er kun hugst i vegtraseen som viser at det går vei her.





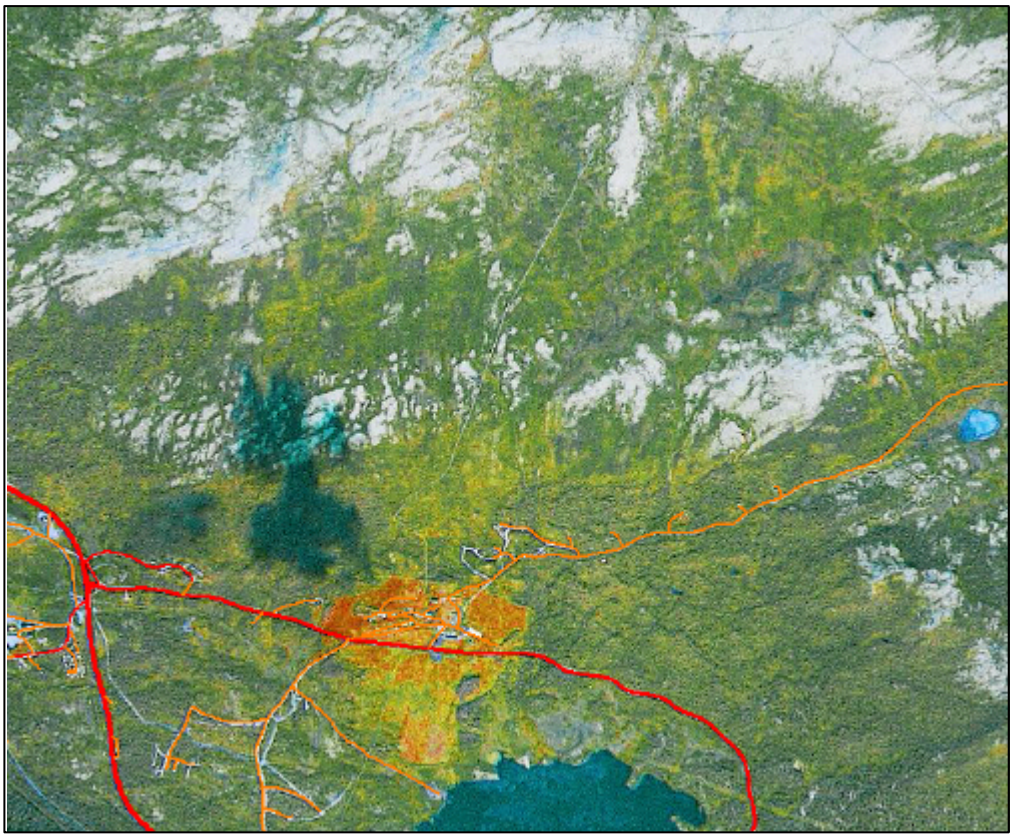
Skogsbilveien er med i VBASE. Traseen vises svært godt, siden den går i åpent lende, med god kontrast til vegetasjonen rundt. Veien er dessuten godt vedlikeholdt uten vegetasjon i vegbanen.

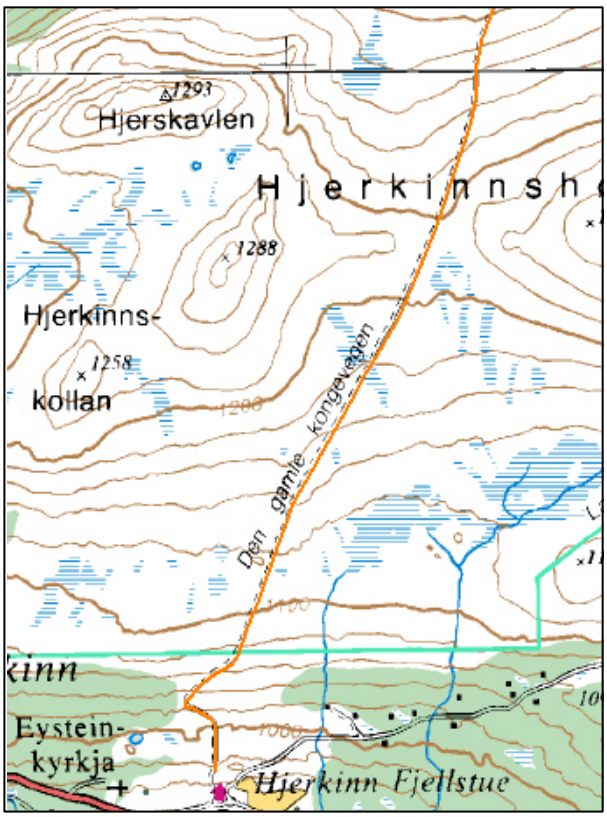




Selv riksveien skjules i satellittbilde av skyggene fra høy skog langs veien.

SATELLITTDATA SPOT 5 (5m OPPLØSNING)
I Oppdal ble det gjort et SPOT 5 opptak med 5 m i PAN 10 m i LISS.
Kartskissene her viser at det også med 5 m pixler er dataene brukelige til å se veier.

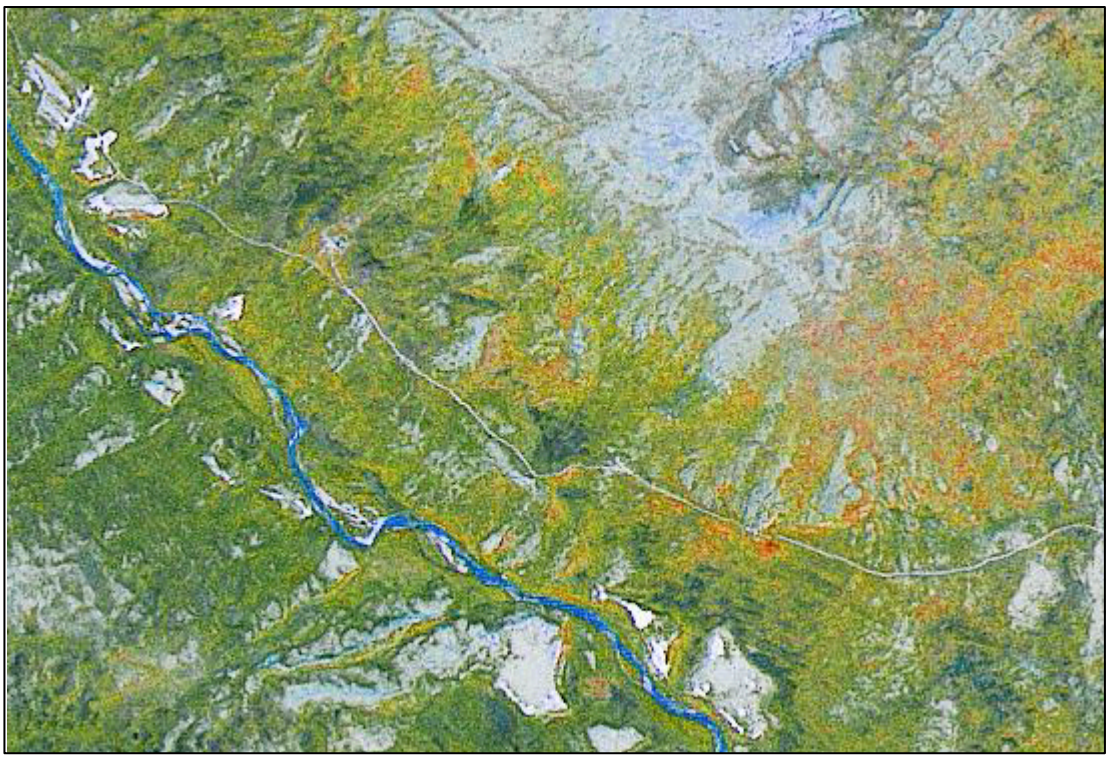


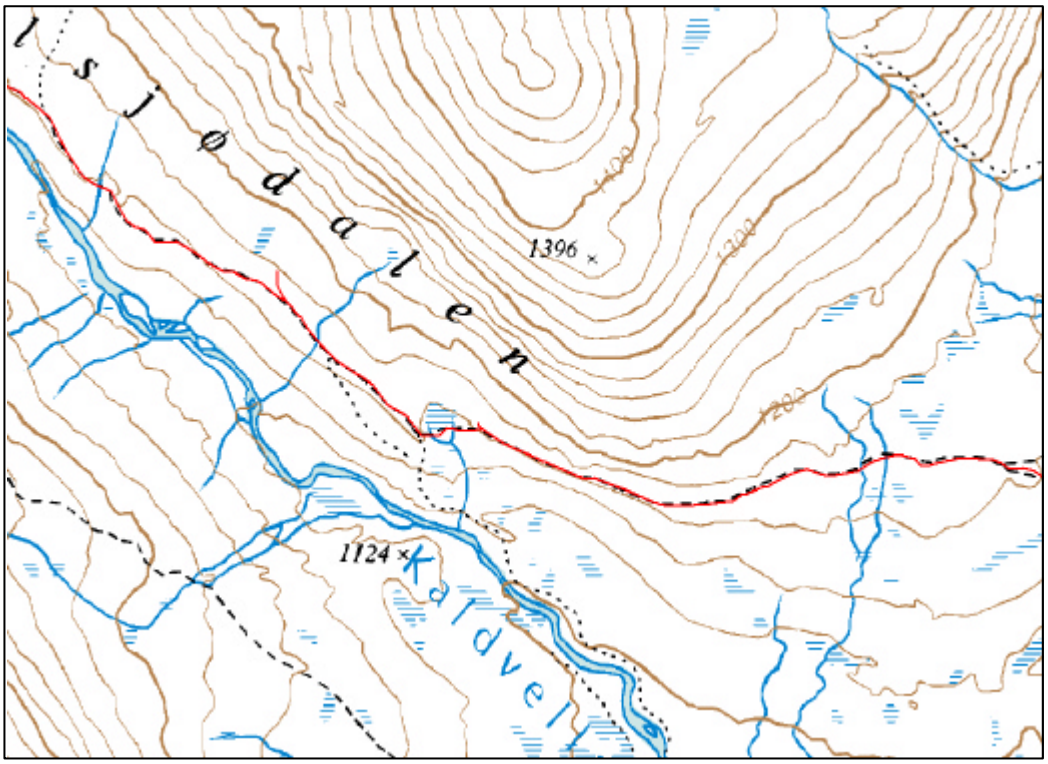


Eksemplet viser Den gamle kongeveien nord for Hjerkinn Fjellstue.

Veien er ikke med i VBASE.
Den ligger som Kjerrevei på N50.

På SPOT 5 bildet kan vi tydelig følge veien.
N50utsnittet viser med orange strek veien digitalisert med SPOT 5 data i bakgrunnen i 1:5000 i Fysak.





Eksemplet viser Stroplsjødalen fra Kongsvoll.
Her ligger ingen vei i VBASE og kun registrert sti i N50.
På SPOT 5 bildet kan vi tydelig følge veien. Nederste N50utsnitt viser med rød strek veien digitalisert med SPOT 5 data i bakgrunnen i 1:5000 i Fysak.

VBASE

Vbase er en landsdekkende digital veidatabase. Basen inneholder såkalt geometrisk senterlinje for samtlige kjørbare veier lengre enn 50 meter i veikategoriene Europa-, riks-, fylkes-, kommunale-, private- og skogsbilveier.

I Vbase er det koblingsnøkler mot Statens vegvesens vegdatabank og mot gatenavn i registeret for grunneiendommer, adresser og bygninger - GAB. Koblingsnøkkel mot landbrukets skogsbilveiregister (SVEG) er også en del av Vbase.

I tillegg til koblingsnøkler inneholder Vbase informasjon om bruer, tunneler, veioverbygg, veier under jernbane, planoverganger, låste bommer, fysiske stengsler, fergeleier og de bilferger som er en del av det statlige veinettet.

Vbase har en nøyaktighet på +/- 2 meter (noen områder har +/- 5 meter). Ajourholdet, som enten skjer gjennom plantegninger/ferdigmålingsdata, fotogrammetrisk konstruksjon eller ved hjelp av GPS/gyro montert i bil, foregår i en årlig syklus. Ved større veianlegg er målsettingen at Vbase er oppdatert med dette veianlegget når den åpnes.

Landets kommuner, Statens vegvesens fylkesvise vegkontor, Kartverkets fylkeskartkontor, fylkesmannsembetet ved deres Landbruksavdelinger, Landbruksdepartementet, Vegdirektoratet og Kartverket sentralt samarbeider om ajourholdet av Vbase.

Erfaringer fra feltarbeidet i dette prosjektet viser at det i overgangen fra privatvei/skogsbilvei til traktorvei er tatt en avveiing om veien skal være med i VBASE eller ikke. Denne er subjektiv, og kan variere noe fra sted til sted.
VBASE inneholder kun veikategorier, noe som ikke sier noe om veikvaliteten. Dermed kan f. eks en Privat vei variere sterkt i forholdt til det visuelle inntrykket den gir i satellittbildet.

SVEG.

LD har opprettet og vedlikeholder SVEG, en egen base med egenskapsdata og administrative data for bilveger med landbruksinteresser.

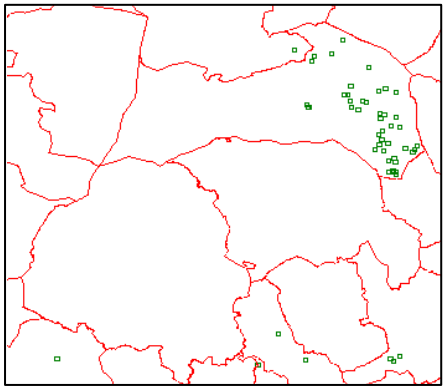
Skogsbilveg i VBASE er private veger som har søkt tilskudd fra Landbruksdepartementet via FMLA (fylkesmannnens landbruksavd.). Landbruket leverer "manus" til SK med hvilken ident og hvilken parsell den enkelte skogsbilveg skal ha. Landbruket bruker denne skogsbilvegidenten som koblingsnøkkel til sitt vegregister som heter SVEG.

Eierskapet til en skogsbilveg kan være rent privat / kommunalt / statlig eller en blanding av to eller alle tre av kategoriene. Hvem eieren er tar ikke VBASE hensyn til.
Dette er en svakhet da det for flere aktører kan være av interesse å se hvem som er "vegholder" (vedlikeholdsansvar).

SVEG ble mottatt fra Fylkesmannens Landbruksavdeling i Buskerud som EXCEL regneark.

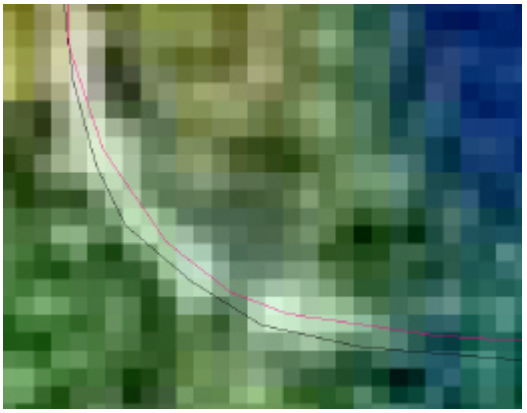
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	KOMMNR	Godkj_AAR	SOKNAD_AAR	SOKN_TYPE	SOKN_NR	TIDL_SOKN	VEI_NR	PARSELL_NAVN	VEI_KL	KART_REF	INT_ANT	BEV_STAT	GKJ_STAT	GKJ_DATO	STATUS
7	0633	1994	1992	L	012			FJELLSETVEGEN I	3	1615-1 880-027	1	1	1	11.11.1994	1
8	0633	1994	1992	L	042			GRÅNÅSET-MYRSET	7		3	1	1	08.06.1994	1
9	0633	1994	1992	S	047			SOTSTIEN	7		3	1	1	08.06.1994	1
10	0633	1994	1993	L	020			LAUVÅSVEGEN	7	1615-2 690-109	2	1	1	24.06.1994	1
11	0633	1994	1994	L	002			HVÅLSHAGEN	7	1615 2 012-703	1	1	1	26.09.1994	1
12	0633	1994	1994	L	005			KRAVIKKÅSIN II	7	1615 2 031-656	1	1	1	05.12.1994	1
13	0633	1994	1994	L	008			SVÅSTULVEGEN	7	1615 2 994 715	1	1	1	18.11.1994	1
14	0633	1994	1994	L	009			SOLHEIMROE	7		1	1	1	02.12.1994	1
15	0633	1995	1987	L	029		0199	NYKÅSVEGEN	7		1	1	1	24.05.1995	1
16	0633	1995	1992	L	011			STORLIVEGEN	4	1615-2 770-029	3	1	1	24.05.1995	1
17	0633	1995	1992	L	025			NEPEDALSVEGEN	7	1615-2 001-792	1	1	1	06.02.1995	1
18	0633	1995	1992	L	027			MURUGARDSVEGEN	7	1615-1 846-984	1	1	1	23.06.1995	1
19	0633	1995	1992	L	029			GRYTINGSETERVEGEN	7		1	1	1	24.05.1995	1
20	0633	1995	1992	L	030			KRAVIKKÅSIN	4	1915-2	1	1	1	12.06.1995	1
21	0633	1995	1994	L	004			LISETVEGEN	4	1615 2 736-995	12	1	1	27.10.1995	1
22	0633	1995	1994	L	007			TRYTERUDTJERNVEGEN	4	1615 2 046-755	2	1	1	21.09.1995	1
23	0633	1995	1995	B	003			SLEMDALSVEGEN	7	1615 2 788 962		1	1	11.09.1995	1
24	0633	1995	1996	B	001			BAKKANVEGEN	7		1	1	1	17.11.1995	1
25	0633	1996	1988	S	010		0182	MIDTLIV. IV	3		11	1	1	10.12.1996	1
26	0633	1996	1992	S	007			KULEBREKKVEGEN	4	1615-2 989-798	17	1	1	01.02.1996	1
27	0633	1996	1993	L	001			TRYTERUDTJØNNLIA	3	1615-2 029-024	2	1	1	03.07.1996	1
28	0633	1996	1996	L	008			JØNNBUVEGEN	7	1615 1 957 940	1	1	1	06.12.1996	1
29	0633	1996	1996	L	009			SKOMAKERGARDSVEGEN	7		3	1	1	06.12.1996	1
30	0633	1996	1996	L	010			VERGJELIA 2	7		1	1	1	06.12.1996	1
31	0633	1997	1988	S	004		0217	NYSETERVEGEN	3		22	1	1	31.12.1997	1
32	0633	1997	1991	S	026			DAMHYTTEVEGEN	3	1615-2 091-686	3	1	1	31.12.1997	1
33	0633	1997	1992	L	021			BJØNNDALSVEGEN II	3	1615-2 014-650	3	1	1	31.12.1997	1
34	0633	1997	1993	L	006			MYRSETHV. M/SIDEV.	3		9	1	1	31.12.1997	1
35	0633	1997	1993	L	012			SÆLEBEKKSETERVEGEN	7		2	1	1	31.12.1997	1
36	0633	1997	1995	B	002			STOREROVEGEN	7	1615 4 900 837	1	1	1	31.12.1997	1
37	0633	1997	1995	B	010			BERGERUDSETERVEIEN	7		1	1	1	31.12.1997	1
38	0633	1997	1995	L	001			BAKKEKULTVEGEN	7		2	1	1	21.11.1997	1
39	0633	1997	1995	L	007			SYVERUDVEGEN	3		2	1	1	05.11.1997	1

Kolonnen med KART_REF er en kombinasjon av N50 kartbladnavn og 100m- angivelse i UTM-rutenettet.
Denne referansen er ikke konsekvent, og må manuellt omkodes for å få gyldig UTM-koordinatet.
Bla. er det benyttet 3 ulike måter å skille N og Ø koordinatene (’-’ , ’/’ , ’ ’)
Ved hjelp av Excel ble det generert UTM koordinater .



44 av referansene traff innenfor kommunegrensene (58.4 %)
8 av referansene inneholdt feil og traff utenfor kommunen. (9.1 %)
(3 av disse var byttet om X og Y)
25 av referansene mangler koordinat (32.5 %)

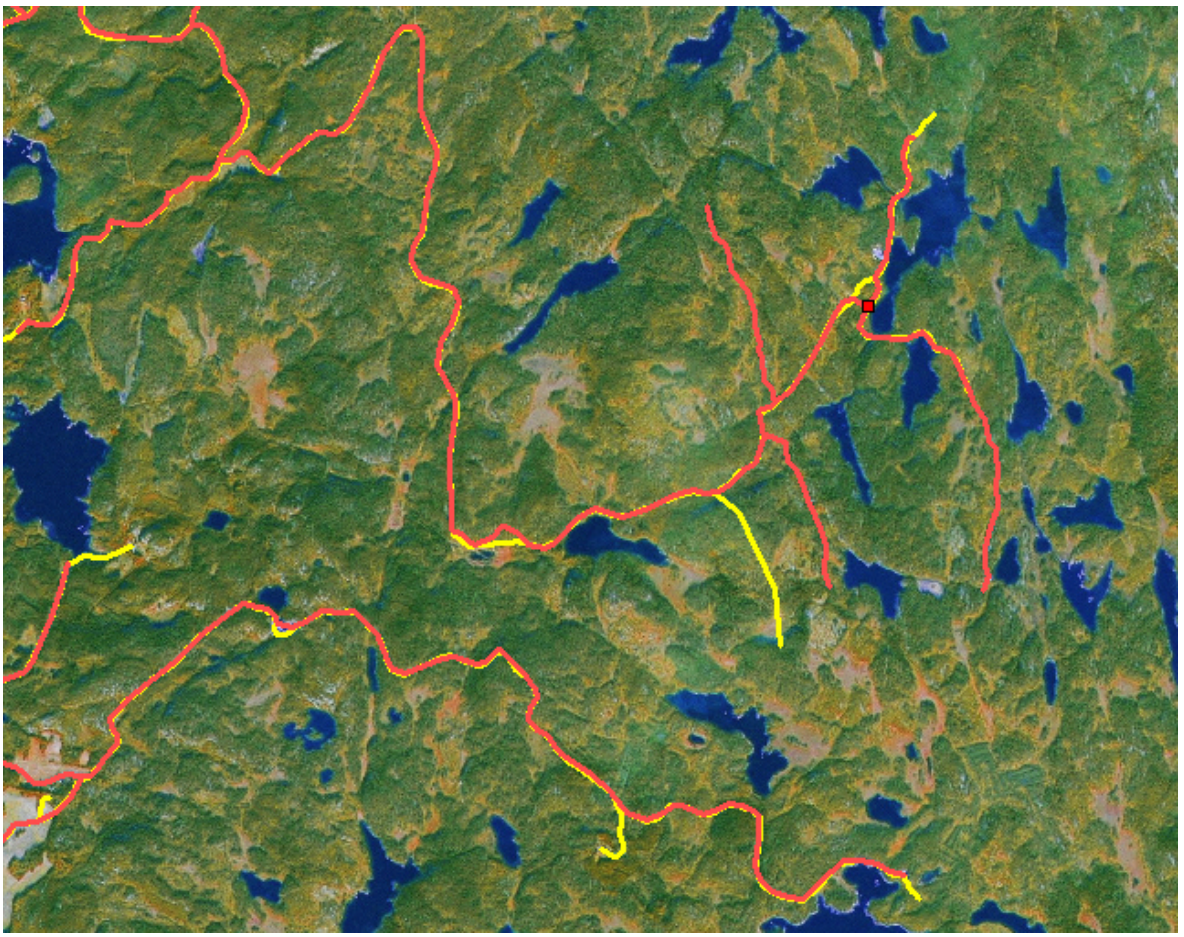
DIGITALISERING



Svart strek viser VBASE
Rød strek viser midtlinje vei skjermdigitalisert med SPOT 5 bakgrunn.
Pixelstørrelse 2.5 m.

Eksemplet viser en differanse på max 2,5 m mellom VBASE og veilinje digitalisert fra SPOT 5 bildet.

Satellittbildet under viser VBASE med gul strek og vei digitalisert fra SPOT 5 med rød strek. Veiene er stort sett overlappende.
Noen uoverensstemmelser skyldes feiltolking i satellittbildet, mens andre skyldes feil i VBASE.



RESULTAT

TEKNISK UTPRØVING

Prosjektet testet satellittdata fra IRS-1C i Numedal og SPOT 5 i Østfold og Oppdal. SPOT 5 dataene gir med sine 2.5 m oppløsning i PAN (5 m i Oppdal) og 10 m i LISS et betraktelig bedre visuelt bilde av skogsbilveiene enn IRS 1C.

VBASE
Feltobservasjonene i Nore og Uvdal viser at tolkning av veier er ulikt praktisert i VBASE. Mange veier av tydelig lik kvalitet er blitt vurdert ulikt.

S-VEG
SVEG er i første omgang tenkt brukt i forbindelse med søknad om tilskudd til bygging av ny skogsbilvei. Feltene som angir koordinatene er mangelfullt utfylt. I Uvdal er feltet fylt ut delvis. I Halden er disse feltene etter det som er opplyst ikke fyllt ut. Feltet med Kart_Ref bør inneholde UTM koordinater f.eks fra GPS med spesifisert koordinatsystem og Datum. Da vil den kunne importeres inn som et kartlag med punkter i et GIS_system.
En kvalitetssikring kunne være å ha kartbladkontroll ved innlegging, slik det i dag er i GAB.

Fil med Koordinatverdier for startpunktet på veiene var i utgangspunktet tenk å være nyttig ved automatiske metoder for veideteksjon, men vi vil se dette som et nyttig datasett også ved manuell oppdatering, for å gi signal om at her er ny vei bygd, som må ajourføres i VBASE og N50.

IRS-IC
IRS-1C vil vi vurdere som for dårlig geometrisk oppløsning til å tolke veistrengen. Erfaringene i Numedal tilsier at vi på skogsbilveier har vanskeligheter med å følge veistrukturen i bildet.

SPOT 5
Prosjektet undersøkte ulike veityper visuelt med SPOT 5. Det viste seg å være merkbart bedre å bruke SPOT 5 data å tolke på i forhold til IRS 1C.

Avgjørende for hvordan veiene syntes i bildene var bla. :

Veidekke
Dette er avgjørende for hvor godt veiene synes i bildet. Eldre skogsbilveier der vegetasjonene er begynt å komme opp i veien blir vanskelige å se i bildet. Blir veien skrapt og evt. gruset på nytt vil veien igjen fremstå som nybygd.

Vegetasjon
Tett kronedekke langs veien gjør det vanskelig å se ned til selve veilegemet.
Skygge fra vegetasjon rundt, gjør det vanskelig å se veien.
Kontrasten mellom veidekket og vegetasjonen rundt er med andre ord avgjørende for hvor godt veiene visuelt ses i bildet.

Klassifisering
Der det er mulig å identifisere nye veier/traktorveier, vil det være umulig å klassifisere veiene etter LD's klassifikasjon for landbruksveger og også etter standard Vegtyper som VBASE og N50 benytter.

Automatiske metoder
For dette prosjektet har vi sett på ulike metoder/rapporter for automatisk vegdeteksjon basert på satellittdata.

? "Semi-Automatic revision of topographic maps" – Norsk Regnesentral 1990
Gjennom samarbeidsprosjekt med bla. Kartverket etablerte Norsk Regnesentral i perioden 1988-90 en prototype på et verktøy for revisjon av den topografiske hovedkartserien basert på multispektrale SPOT-data med 20 meters oppløsning.

Flere metoder ble testet ut, og best resultat på veier ble oppnådd med segmentering av bildedataene og deretter linjeføling.

Prosjektet konkluderte med at det er mulighet for å bruke satellittdata til å lage en grov oppdatering av enkelte temaer (inklusive veier) i målestokk 1:50.000.

Tilgjengelig bildeoppløsning og datakraft rundt 90-tallet tilsier at dette prosjektet var "nybrottsarbeid" – og erfaringene har blitt brakt videre i påfølgende prosjekter. Systemet

? "Reconstruction of Geometric Road Data using Remotely Sensed Imagery" - Dr. Dan Klang, Lantmäteriet – Sverige 1999
Metoden kan i korthet beskrives i fire deler:

1. Filtrering av presisjonskorrigert satellittbilde for å fremheve lineære strukturer (veier og lignende). Veibredden (avledet fra vegbasen eller fra operatør) brukes for å styre filtreringsprosessen.
2. Veikryss og vei-ender gjenkjennes, basert på ulike algoritmer for "matching" av eksisterende digitale veidata mot satellittbilde.
3. En metode kalt "snakes" brukes for å bestemme linjen mellom to punkter. Som input brukes vegdataene, satellittbildet og "kunstige" bilder som fremhever bla. veikryss. I prosessen ligger også algoritmer for glatting av linjer.
4. Beregning av nøyaktighet.

Metoden er utviklet som en del av Dr. Klang's doktorgradsarbeid som ble avsluttet 1999.
Systemet er senere videreutviklet og vil nå kunne brukes på alle typer bilder, også flybilder. Det er også mulighet til å kartlegge vegkanter (nå kartlegges senterlinje vei) når bildeoppløsningen er stor nok.

? "Automatic forest road extraction from SPOT5 data" Norsk Regnesentral 2003
Som en del av skogsbilveiprosjektet anmodet vi Norsk Regnesentral om å utføre en enkel test av automatisk vegdeteksjon basert på tilgjengelige satellitt- og veidata fra Aspern i

Østfold. Prosjektet begrenset seg til å teste ut enkelte deler av en tenkt produksjonslinje basert på tidligere prosjekter, samt dokumentere resultater og gi anbefalinger.

Det ble testet ut både spektral klassifikasjon, kant-deteksjon og segmentering av skogsbilveier. Erfaringen fra uttestingen er at ved bruk av filtreringsmekanismer på det pankromatiske bildet oppnår man det beste resultatet.
Eksisterende veg-data ble ikke brukt i uttestingen, men Regnesentralen ser for seg at disse dataene går inn som ”masker” til satellittbildet for å identifisere tilstanden for vegene i området (kartlagt, ikke kartlagt).

Diskusjon.

Felles for alle rapportene vi har sett på er at analyse baseres på segmentering med påfølgende deteksjon av veielementer i ett eller annet stadium i prosessen. En mer ”tradisjonell klassifikasjon” av spektrale data (her: SPOT XS) gir ikke godt nok resultat - grunnet ulik stråling fra veien (asfaltdekke, grusvei, lys/skygge mv.). Videre ser en at god bildeoppløsning er viktig for å oppnå et godt resultat.

Metoden som er utviklet av Dr. Dan Klang er et ”interaktivt system” der en operatør blir ”hjulpet til” med å justere eksisterende veier som er feilplassert og eventuelt tegne inn/forlenge nye veier. Samtidig dokumenteres kvaliteten på den kartlagte/oppdaterte veien. Det som gjør denne metoden unik er at systemet fungerer i et raster/vektor-miljø, der veidataene hele tiden vil være i vektorform. De andre systemene vi har sett på krever en ”rasterisering” av vektordataene før analyse. Da vil en måtte kreve en tilbakeføring til vektorformat igjen for oppdatering av basen.

Grunnet liten kameravinkel vil presisjonskorrigerte satellittbilder gi en god geometri over et område (men dog en lav oppløsning), mens for flybilder/ortofoto vil kameravinkelen være såpass stor at en får for mye feil mot bildekantene. Dette er et kjent problem, og i Klang’s videreføring av denne metoden ser han for seg en 3D-integrering der systemet bruker to digitale flybilder (stereopar) og vektordata Ved å kun se på det ene bildet, men la datamaskinen bruke bildepar i algoritmene – vil en kunne få en langt bedre kvalitet på dataene. En slik metode vil medføre mindre behov for avanserte arbeidsstasjoner, og sikrer at ulike operatører gir samme kvalitet.

Veien videre.

Norsk Regnesentral har for tiden andre lignende prosjekter, og har gitt uttrykk for at dette er et fagfelt de har fokus på.

Dr. Klangs metode virker tilrettelagt for den type arbeidsmiljø som Kartverket besitter, der mye av arbeidet blir å oppdatere og legge inn nye vektordata. For Norske forhold vil et slikt system kunne implementeres i Fysak ved å integrere flere funksjoner i ”Leadtools”-teknologien (rasterbiten i Fysak) som Statens kartverk allerede har utviklingsmuligheter i.

Begge fagmiljøene stiller seg positivt til å bli kontaktet for en videre utredning og eventuelt videreføring av skogsbilveiprosjektet.

VURDERING AV SPOT 5 SATELLITTBILDER BRUKT I PRODUKSJON AV VBASE OG N50 KARTDATA

Kvalitetsvurdering

SPOT 5 data geokorrigeres etter eksisterende kartdata.
For scenene i Oppdal og Østfold er VBASE data benyttet til geokorreksjon.
I fjellområder der det finnes lite veier , er det benyttet andre referansedata som er tolkbare i bildet, eksempelvis vannkontur. For å øke den geometriske nøyaktigheten vil det være aktuelt å benytte eksisterende flystriper, evt. registrere passpunkt med GPS i felt.

På de testscenene vi har benyttet i prosjektet vil være mulig å digitalisere nye veier med nøyaktighet på +/- 5 meter.

Kostnadsvurdering

	SPOT5 2,5 m PAN 10 m MS	SPOT5 5 m PAN 10 m MS	Ortofoto 1:30000	Ortofoto 1:40000
Oppløsning	2,5 m	5 m	1m *)	1m *)
Kb pr km2	Ca 30	Ca 10	Ca 180 *)	Ca 180 *)
Pris pr. km2 Geokorrigert	NOK 40-60,-**)	NOK 40-60,-**)	NOK 150,-	NOK 100,-

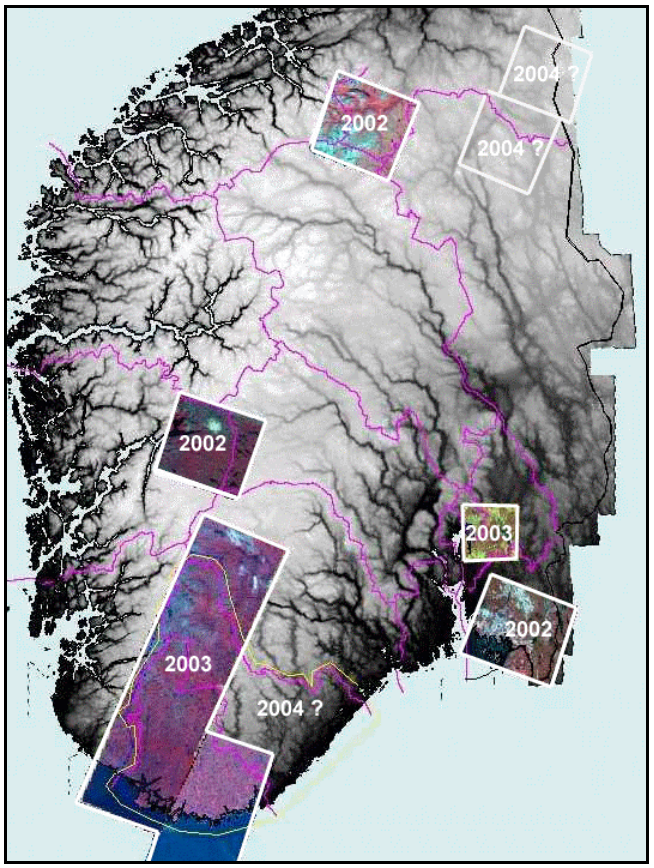
*) Oppløsningen er bedre, men erfaring tilsier at en komprimering til 1m ikke gir kvalitetsreduksjon ved bruk i FYSAK.

**) Prisen er avhengig av hvor stort områder som fargekodes og korrigeres samtidig.
Minstearealet ved innkjøp er en scene på 60 x 60 km

Det arbeides for tiden med en plan for kommunedekkende satellittbildekart for Aust-og Vest-Agder etter Geovekst modellen. Dvs. at en samfinasiering av SPOT 5 innkøp gjør disse dataene tilgjengelig til en langt lavere kostnad enn ved enkelt kjøp som er angitt i tabellen.

Tilgjengelighet av SPOT 5 satellittdata

Gode SPOT 5 satellittdata er avhengig av skyfrie opptak. Satellitten går i bane som kan programmeres til å holde øye med forhåndsdefinerte områder. Siden hver scene dekker 60 x 60 km kan det bli vanskelig å få gode opptak. Sommeren 2003 ble det bestillt opptak over hele Aust-Agder og Vest-Agder. Store deler av Aust-Agder gjenstår pga. skydekke



SPOT5 opptak 2002:
- ? Østfold
- ? Hardangervidda Vest
- ? Oppdal

SPOT5 opptak 2003
- ? Agder (Geovekst)
- ? Andøya (Norsk Romsenter)
- ? Østmarka (Kvart scene)

Ønskede opptak 2004
- ? Resten av Agder (Geovekst)
- ? Tydal



Scenen fra Andøya tatt 2003.

Produksjonsprosess

Vi har i prosjektet testet bruk av satellittbilde som raster bakgrunnsbilde i FYSAK.
SPOT 5 bilde for Halden kommune blir 62 Mb i JPG. Dette er overkommelig datamengder å arbeide med ved digitalisering.

I tillegg til veidataene vil en samtidig kunne få et raskt overblikk om det er andre tema der det er skjedd store endringer og bør oppdateres.
Tema som er enkle å tolke er dyrka mark, tettstedsavgrensing, vann, bre
Avgrensingen for skog og myr kan være vanskeligere, særlig ved overgangen mot buskvegetasjon i fjellet.

