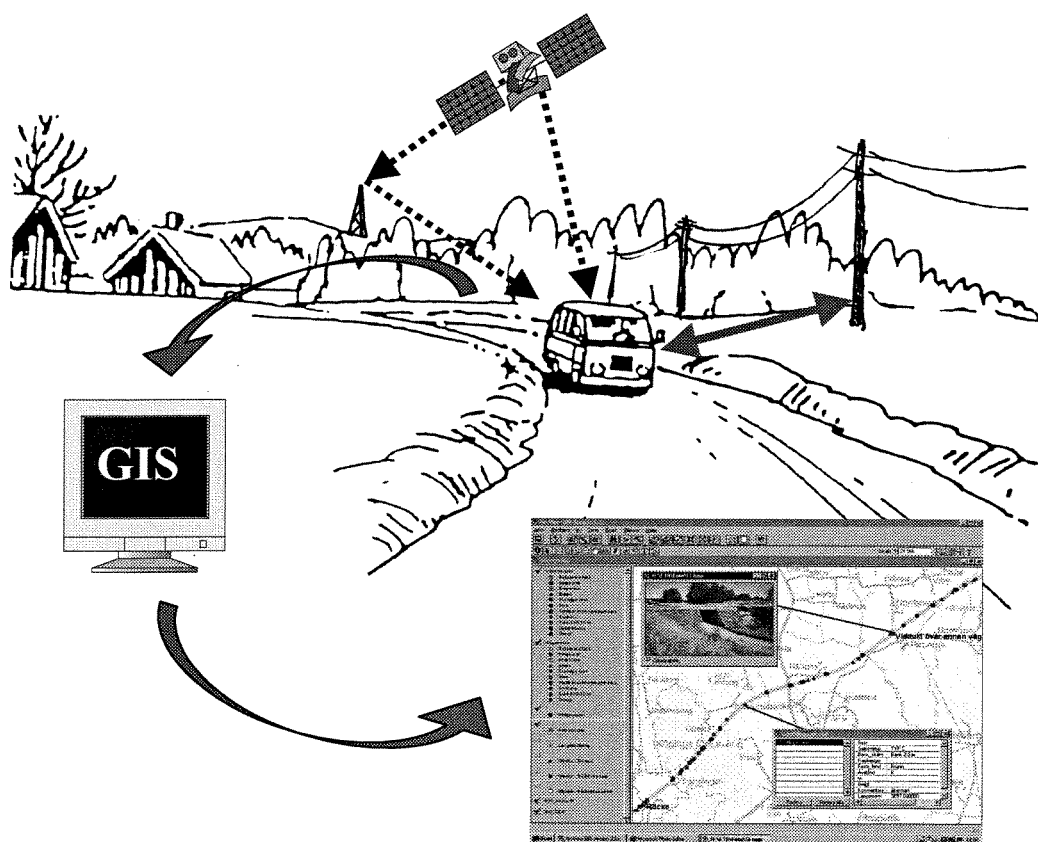


INVENTERING AV VÄGARS SIDO- OMRÅDEN MED HJÄLP AV GPS



Andreas Eriksson

Institutionen Vatten Miljö Transport
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg 2000

FÖRORD

Detta examensarbete är utfört i ämnet Vatten Miljö Transport (tidigare Väg- och trafikplanering) vid Chalmers Tekniska Högskola, i samarbete med J&W Mark och Anläggning, Örebro. Arbetet visar på en metod för inventering av området vid sidan av vägen, som ger underlag för trafiksäkerhetshöjande åtgärder utmed det befintliga vägnätet.

Jag vill tacka mina handledare Gunnar Lannèr, högskolelektor vid Vatten Miljö Transport (tidigare avdelningen för Väg- och Trafikplanering) CTH samt Lars Kallrén, J&W Örebro. Jag vill även tacka Ann Grengmark och André Westerberg, J&W, som gett mig goda råd på vägen.

Ett speciellt tack till det trevliga sällskapet vid fikarasterna på J&W, Perry, vänner och alla andra som på något sätt har medverkat.

Örebro i mars 2000

Andreas Eriksson



SAMMANFATTNING

Inventering av området vid sidan av vägen syftar till att identifiera farliga trafikmiljöer i närheten av densamma. Träd och andra hårda föremål i vägens närhet leder årligen till att människor omkommer i samband med trafikolyckor.

Detta examensarbete handlar om att utforma en metod för inventering av området vid sidan av vägen. I det ingår att efter vissa specifika förutsättningar utforma rätt kombination av inventeringsutrustning avseende hårdvara, mjukvara, samt praktiskt genomförande. Inledningsvis görs en litteraturstudie över de normer som finns eller är under framtagande. De ligger till grund för bedömningen av utformningen av vägens närområde. Därefter studeras befintliga metoder för datainsamling, samt metoder under utveckling.

Inventeringsprocessen handlar om att samla in, bearbeta och presentera information. Den inbegriper också metoder att organisera data. För datainsamlingen valdes en fordonsbaserad metod, där inmätningen sker med hjälp av satelliter (GPS), kompletterad med ett system för mottagande av korrektionsdata (sk DGPS). Dessutom användes en laseravståndsmätare för noggrann bestämning av sidomått. En fältdator med databashanteraren *Access* användes för att i fält lagra information om sidområdets utformning. För presentationen av inventeringen användes dels tabeller, dels ett geografiskt information system (GIS). Inventeringsmetoden testades på en tre mil lång vägsträcka, väg E18 mellan Köping och Västerås, i samband med ett vägrevisionsprojekt sommaren och hösten 1999.

Metoden möjliggör att ungefär 15 km vägsida per dag kan inventeras. Användandet av DGPS vid inmätning visar på ett fel av ca 5 m i vägens längdled och meternoggrannhet i sida, vilket är fullt acceptabelt. Konceptet fungerar väl för den här typen av inventeringsjobb och kännetecknas av en låg investeringskostnad, effektiv datainsamling, enkelt handhavande, samt att information lagras på ett strukturerat sätt redan vid fältinventeringen. En del brister kan också påvisas. Antennen med vilken korrektionsdata för GPS-utrustningen tas emot fungerar inte tillfredsställande. Följden blir att GPS-mätningar tidvis ej kan genomföras och att ett reservsystem med digital trippmätare får användas. Om GPS-mottagaren kan kommunicera med *Access*-databasen, skulle arbetsmomentet med att koppla koordinater till beskrivande information kunna göras automatiskt i fält. GIS-redovisningen erbjuder många möjligheter, men visar också på svårigheten att grafiskt redovisa mycket information samtidigt. Ett försök med en alternativ, mer detaljerad GIS-redovisning gjordes därför för en del av sträckan, med lyckat resultat.



SUMMARY

The purpose of a roadside inventory is to identify dangerous designs in the roadside environment, in order to improve the run-off safety on current roads. Every year, fatal run-off accidents occur, where vehicles collide with obstacles near the road.

This study deals with the design of a method for roadside inventory. This comprises the joining of hardware as well as software equipment and the realization of the concept in a field study. At first, a documentary research of the road design standards is being done in order to determine those factors in the roadside design, essential to the outcome of a run-off accident, worth collecting information about. Furthermore, methods for collecting information are also being studied, as a part of the documentary research.

The inventory process can be divided into three separate segments; the gathering, the structuring and the presentation of information. It also comprises methods for organizing data. The concept used for collecting data consists of a vehicle, equipped with a GPS receiver capable of receiving correction signals (DGPS) for positioning, and a portable telemeter with high accuracy, used for measuring the distance between the road and the obstacle. The vehicle is operated by two persons. A laptop computer equipped with *Access*, a software utility used for database handling, was also part of the concept. The data collected in the field inventory can be presented in various ways. In this study, the information is being presented in tables and in a geographic information system (GIS). To verify the performance of the method used, a roadside inventory was carried out in the fall of 1999, on a 29 km long strip of the Swedish national road *E 18*, between the cities of *Köping* and *Västerås*.

The method used makes it possible to carry out a roadside inventory at the speed of approximately 15 kilometers per day (one way). The usage of DGPS for positioning indicates an accuracy of approximately 5 meters alongside the road. The concept is well suited for this kind of traffic safety projects, making it possible to perform a roadside inventory at a low cost, with efficient gathering of information, easily handled equipment and structural storage of data. During the field study, the DGPS antenna sometimes failed to receive data correction signals, leaving the GPS receiver unable to deliver a reliable position. A secondary system with a digital trip meter was then being used. GIS is a powerful tool in presenting data, even though the GIS presentation easily becomes complex because of the amount of information shown. Some alternative methods for presenting data in GIS were also studied here, with promising results.



BEGREPPSFÖRKLARING

Attributdata	Data/information som beskriver egenskaper hos ett objekt.
Bank	Då befintlig väg, inklusive överbyggnad, befinner sig ovanför omgivande terräng, sägs vägen gå på bank.
DGPS	Differentiell GPS. Med hjälp av referensstationer med känd position på marken kan noggrannheten på lägesbestämningen ökas till någon centimeter. (Se även GPS).
Geografiska data	Data (information) relaterad till ett läge i rummet
GIS	Geografiskt Information System. Ett system som behandlar såväl geografiska data som attribut. Kan förenklat liknas vid en databashanterare med möjlighet till analys och grafisk redovisning.
GPS	Global Positioning System. Satellitbaserat system för positionsbestämning. Satelliter skickar signaler till en GPS-mottagare på marken, som sedan anger position.
Knutpunkter i VDB	Referenspunkter i VDB, oftast i form av väg- och broanslutningar.
Koordinater	Sifferangivelser (X och Y, Z) för lokalisering i rymden utifrån någon känd referenspunkt, eller referenssystem.
Mobile Mapping-teknik	Metod för datainsamling med hög grad av mobilitet och ofta även med avancerad teknik.
Mobilitet	Rörlighet
Radiomodem	En ”enhet” som möjliggör att datainformation kan skickas och tas emot via radiosignaler.
Noggrannhet	Anger hur väl något som man t ex mäter in överensstämmer med verkligheten.
RT 90	Regionalt referenssystem för koordinater i Sverige (Rikets Triangelnät 1990).
Sidoområde	Den del av vägområdet som inte är trafikeringsområde, dvs utrymmet utanför typsektion som behövs för vägens brukande.



Sidoområdestyp	Anger i fyra olika nivåer (A, B, C eller sämre än C) sidoområdets standard med hänsyn till vält- och skadegradsrisk i VU 94.
Skärning	Då befintlig väg, inklusive överbyggnad, befinner sig under omgivande terräng, säger man att vägen går i skärning.
Säkerhetszon	Enligt VU 94 som <i>"en zon närmast vägbanan, där oeftergivliga föremål kan placeras endast i undantagsfall"</i> .
Trafikeringsområde	Består av vägbana och i förekommande fall av gång- och cykelbanor samt stöd-, mitt- och sidoremsor.
VDB (Vägdatbanken)	Databas som innehåller information om det svenska vägnätet. Innehåller även information om broar, räcken, olyckor
VTI	Statens väg- och transportforskningsinstitut. Nationellt forskningsinstitut som bedriver forskning inom transportområdet.
VR	Referenshastighet. Används vid vägutformningssammanhang och är lika med vägens skyltade hastighet.
VU 94	Vägutformning 1994. VU 94 innehåller Vägverkets regler för vägutformning och består av flera publikationer .
Vägområde	Det område som behövs för vägens brukande, består av trafikeringsområde samt sidoområden (2 st, en på var sida).



INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. INLEDNING	1
1.1 Bakgrund.....	1
1.1.1 Allmän bakgrund.....	1
1.1.2 Olyckor i sidoområdet.....	1
1.1.3 Åtgärdsprinciper.....	2
1.1.4 Bakgrund till undersökning.....	2
1.2 Problemformulering.....	3
1.3 Syfte.....	4
1.4 Avgränsningar.....	5
2. TRAFIKSÄKER SIDOMILJÖ	7
2.1 Allmänt	7
2.2 Vägutformning 94 (VU 94)	8
2.2.1 Släntutformning.....	9
2.2.2 Säkerhetszon.....	10
2.2.3 Fasta hinder	11
2.3 Utveckling av normer	12
2.3.1 Nivå 1	12
2.3.1 Nivå 2	12
2.3.3 Förstudierapport Förbättring av vägens sidoområde.....	14
2.4 Andra Organisationer.....	14
2.5 Att mäta trafiksäkerhet.....	14
2.6 Sammanfattning.....	15
3. INVENTERINGSMETODER - METODVAL	17
3.1 Processen	17
3.1.1 Datainsamling.....	17
3.1.2 Bearbetning av data.....	18
3.1.3 Presentation av data.....	18
3.2 Befintliga insamlingsmetoder	19
3.2.1 Traditionella metoder	19
3.2.2 FIKS-systemet.....	20
3.2.3 Videofilmning	21
3.2.4 Mobile Mapping teknik.....	22
3.2.5 Utländska erfarenheter	24
3.2.6 Sammanfattning.....	26
3.3 Val av metod.....	27
3.3.1 Förutsättningar.....	27
3.3.2 Beskrivning av ingående komponenter	28
3.3.3 Sammanfattning.....	30
4. INVENTERINGSMODELL	33
4.1 Insamling av data.....	33
4.1.1 Geografiska data.....	33
4.1.2 Attribut data.....	37
4.2 Bearbetning av data	40
4.3 Presentation av data	41



4.3.1 GIS redovisning.....	41
4.3.2 Tabell redovisning.....	43
4.3.3 Alternativ redovisning.....	43
4.4 För- och nackdelar med vald metod	44
4.5 Analysmetod för vald metod.....	45
5. INVENTERING – RESULTAT	47
5.1 Insamling av data.....	47
5.1.1 Allmänt.....	47
5.1.2 Geografiska data.....	48
5.1.3 Attributdata.....	49
5.2 Bearbetning av data	49
5.3 Presentation av data	49
5.3.1 GIS.....	50
5.3.2 Tabellredovisning.....	53
5.3.3 Alternativ redovisning.....	53
5.4 Kostnader	56
5.5 Begränsningar	57
5.5.1 Insamling	57
5.5.2 Bearbetning	58
5.5.3 Presentation	58
6. DISKUSSION OCH SLUTSATSER.....	59
6.1 Granskning av resultat	59
6.1.1 Metodval.....	59
6.1.2 Ändamål	60
6.2 Insamling av data.....	61
6.2.1 Geografiska data.....	61
6.2.2 Noggrannhet	62
6.2.3 Kostnader.....	62
6.2.3 Attributdata.....	62
6.3 Bearbetning av data	63
6.4 Presentation av data	63
6.4.1 GIS redovisning.....	63
6.4.2 Tabellredovisning.....	64
6.4.3 Alternativ redovisning.....	64
6.5 Sammanfattning	65
7. ARBETET VIDARE.....	67
7.1 Behov av ytterligare studier/ förbättringar.....	67
7.1.1 Insamling av data.....	67
7.1.2 Bearbetning av data	67
7.1.3 Presentation	67
7.1.4 Övrigt.....	67
7.2 Andra användningsområden	68
REFERENSER.....	69
BILAGOR.....	71



1. INLEDNING

I detta första kapitel ges en bakgrund till examensarbetet. Den grundläggande bakgrunden är strävan att göra vägarna mer säkra enligt riksdagens mål och riktlinjer. Vidare beskrivs i korta ordalag trafikolycksstatistik i sidoområden i förhållande till totala antalet fordonsolyckor, samt vissa principer för att åtgärda olyckor i sidoområdet. Därefter redogörs för en problemformulering som leder fram till det specifika syftet med detta examensarbete. Sist beskrivs några viktiga avgränsningar som görs i detta arbete.

1.1 Bakgrund

1.1.1 Allmän bakgrund

I oktober 1997 beslutade Sveriges riksdag att nollvisionen skall utgöra det långsiktiga målet för säkerheten inom vägtransportsystemet. Den innebär på lång sikt att ingen skall dödas eller allvarligt skadas till följd av trafikolyckor. För att detta skall uppnås krävs enligt Vägverkets Trafiksäkerhetsrapport 1998 [1] insatser av såväl systemutformarna av vägsystemet som av dess brukare. Därför utgör vägtransportsystemets utformning en viktig parameter i trafiksäkerhetsarbetet. Vid nyproduktion av vägar utgör VU 94 det dokument som säkerställer att säkerheten tillgodoses. Den standard som VU 94 förespråkar är således högre än de normer som var gällande vid byggandet av många av Sveriges befintliga vägar. Trafiksäkerhetsmässigt behandlar denna rapport de delar av vägområdet som finns utanför själva vägytan, som till största delen utgörs av det s.k. sidoområdet.

1.1.2 Olyckor i sidoområdet

I en rapport från VTI [2] skriver Göran Nilsson och Jan Wenäll att nära en tredjedel av de polisrapporterade trafikolyckor (exkl. viltolyckor) som sker varje år klassas som singelolyckor. Dessa resulterar nästan alltid i att fordonet kommer utanför vägbanan. Var femte dödsolycka sker pga kollision med föremål vid sidan av vägen. Enligt Göran Nilsson [3] är hälften av dessa föremål träd. Utformningen av vägens sidoområde och de hårda föremål som kan finnas där bestämmer i hög grad vilka konsekvenser olyckan får. Nilsson och Wenäll beskriver vidare att de svåraste olyckorna inträffar när stora nivåskillnader förekommer i sidområden utan vägräcke och/eller när fordonet träffar ett hårt föremål. Med hårda föremål avses vanligen räcken, träd, stolpar, staket, stenar, trummor, brunnar, bergväggar, vägmärken och viadukter. Fenomenet vägmiljö som ett angeläget trafiksäkerhetsproblem belyses även av Per Lövsund [4], som påtalar det viktiga i att vidtaga förbättringsåtgärder inom avkörningszonen i syfte att minska skaderisken vid singelolyckor.

1.1.3 Åtgärdsprinciper

För att minska olycksriskerna av ovan nämnda typ, eller lindra konsekvenserna av desamma, kan man tillämpa två skilda principer:

1. **Ta bort hindret.** Den första metoden innebär att sidoområdet rensas från hårda föremål i säkerhetszonen. Alternativt görs hindren ofarliga (eftergivliga stolpar, stödfyllning mot trummor mm). Metoden att avlägsna objektet används oftast vid enstaka hinder.
2. **Avskärma hindret.** Tillämpas den andra principen låter man sidoområdet förbli orört. Istället används någon typ av räcke för att förhindra fordon att lämna körbanan. Ofta är detta enda alternativet för att säkerställa trafiksäkerhetsstandarden. Det kan vara vid broar, höga bankar, höga bergskärningar eller när utrymme vid sidan om vägen av andra skäl saknas för att skapa en fri säkerhetszon.

För att kunna genomföra förbättringar längs en väg avseende sidosäkerheten är det viktigt att veta hur området vid sidan av vägen ser ut. Detta examensarbete behandlar framtagandet av en metod för inventering av detta område och de riskobjekt som kan finnas där.

1.1.4 Bakgrund till undersökning

Som ett led i regeringens ambition att höja trafiksäkerheten på landets vägar, har Vägverket omfördelat resurser till förmån för detta ändamål. På regional nivå har Vägverket Region Mälardalen i ett inledande skede valt att studera delar av de större vägarna såsom motorväg och motortrafikled. Mot bakgrund av dessa satsningar uppkom möjligheten för undertecknad, i samarbete med J&W Mark och Anläggning, Örebro, att närmare studera utformningen av en metod för effektiv inventering av vägens närområde. Den sträckning som studerades var E18 mellan Köping och Västerås, som idag utgörs av en 29 km lång, 13 meter bred tvåfältig motortrafikled.

1.2 Problemformulering

En viktig del av trafiksäkerhetsarbetet längs våra vägar består i att analysera vilka faktorer som kan ha betydelse för olycksförloppet. Utformningen av och egenskaper hos området vid sidan av vägen är en viktig sådan faktor. Eftersom vägarna oftast utgörs av långa sträckor innebär detta att sidoområdets utformning kommer att variera med den växlande miljö och terrängtyp som vägen skär genom

Inventeringsprocessen kan delas in i följande problemområden; insamling, bearbetning och presentation av data.

1. Vid datainsamlingen är ett av problemen att göra en optimal avvägning mellan *noggrannhet* och *effektivitet* vid datainsamlingen.

Noggrannheten kan sägas vara tvådelad med följande krav:

Att **lokaliseringen** av objekten sker med högsta möjliga noggrannhet som mätmetoden erbjuder. Samtidigt skall mätmetoden och den noggrannhet som följer med den, korrespondera mot ställda krav på inmättningsnoggrannhet.

Att alla objekt mäts in. Med det menas **mättet av riktighet** som metoden erbjuder. Det är viktigare att alla objekt registreras snarare än att dess avstånd till vägrenen är inmätt med centimeternoggrannhet. Denna aspekt är särskild viktig i trafiksäkerhetssammanhang, då en förbisedd vägtrumma kan leda till svåra konsekvenser vid en olycka.

För att metoden skall vara effektiv krävs att datainsamlingen sker snabbt och att endast relevant information samlas in.

För att öka snabbheten i datainsamlingen bör en mobil mätmetod eftersträvas.

Genom att endast samla in relevant information vid inventeringen sparas tid i såväl fält- som efterarbetet. Fältinventeringen blir dessutom effektivare då man vet vad som skall samlas in och registreras.

2. Bearbetningen av insamlad data utgör en oönskad del av inventeringsarbetet. Problemet består därför i att försöka minimera behovet av efterbearbetning av insamlad information. Ett sätt kan vara att lagra attributdata på "rätt" ställe redan i fält. Ett annat problem som kan uppstå hänför sig till de format som olika data (främst geografiska) kan anta. Inmätningen av ett objekt genererar geografiska data med ett visst format. För att kunna använda dessa data i presentationen, måste antagligen vissa justeringar på formatet göras.
3. Presentationen av insamlad data utgör den sista delen av inventeringsprocessen. Problematiken här är att informationen skall redovisas på ett lättbegripligt och överskådligt sätt.

1.3 Syfte

Huvudsyftet med detta examensarbete är att utforma en metod för inventering av området vid sidan av vägen. I stora drag kan inventeringsprocessen sägas vara uppbyggd av tre huvudkomponenter; datainsamling, bearbetning samt presentation av insamlad data. Det innebär att det huvudsakliga syftet kan delas upp i mer avgränsade delsyften. Att studera metoder för effektiv datainsamling och överskådlig presentation av insamlat material utgör examensarbetets delsyften.

Ett steg i att studera metoder för effektiv datainsamling är att gå igenom vilka metoder som används idag, eller är under framtagande. Dessutom har normer för väg- och sidoområdesutformning studerats för att urskilja vilka parametrar som kan anses vara nödvändiga att samla information om, vid en inventering.

1.4 Avgränsningar

Vid utformning av metoder för inventering av området vid sidan av vägen måste hänsyn tas till flera olika faktorer. För att inte metoden skall bli för avancerad/komplicerad måste vissa förenklingar göras. Verkligheten måste beskrivas i en förenklad bild som ramar in väsentligheterna. Därför har vissa avgränsningar gjorts.

1. Inventeringen sträcker sig till att omfatta området vid sidan av och i anslutning till vägen. Utformning av och fasta hinder inom säkerhetszonen har noterats. För klassificering av sidoområdets utformning har Vägverkets dokument för vägutformning, VU 94, använts.
2. Vägytans geometri och linjestandard har **inte** studerats.
3. Åtgärder i form av räcken eller avlägsnande av hinder studeras **ej**.
4. Studien avgränsas till att omfatta väg E18 mellan Köping och Västerås.

2. TRAFIKSÄKER SIDOMILJÖ

Här följer en mer detaljerad beskrivning av gällande normer och föreskrifter som upprättas av Vägverket, vilka definierar vad som utgör en trafiksäker miljö. Dessutom görs en studie av hur dessa normer kan tänkas se ut i framtiden, dvs hur utvecklingsarbetet sker i dag. Till sist beskrivs kort något om andra involverade organisationer, samt något om problematiken kring att mäta trafiksäkerhet.

2.1 Allmänt

Som tidigare nämnts har utformningen av vägens sidomiljö en stor betydelse för hur allvarliga konsekvenserna blir då ett fordon kör av vägen. Oeftergivliga föremål vid sidan av vägen utgör exempelvis ett stort trafiksäkerhetsproblem. Det kan därför vara av vikt att studera vilka krav samhället ställer på sidoområdets utformning.

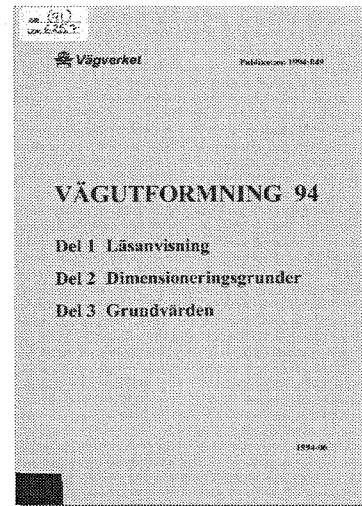
Vid nyprojektering av vägkonstruktioner utgör VU 94 [5] det dokument som beskriver vilken utformning som erfordras utifrån olika faktorer. Ansvarig för denna norm är Vägverket, som är statlig väghållare. Här beskrivs önskvärd utformning av vägen med hänsyn tagen till trafiksäkerheten. Den utgör också modell för klassificering av befintliga vägars sidoområden då även dessa bör uppvisa högsta möjliga standard.

Arbetet med att göra säkrare sidoområden längs befintliga vägar är relativt nytt. Vid Vägverket pågår för närvarande arbete med att ta fram dokument och normer för såväl utformning av säkra sidoområden som översiktlig inventeringsmetodik.

2.2 Vägutformning 94 (VU 94)

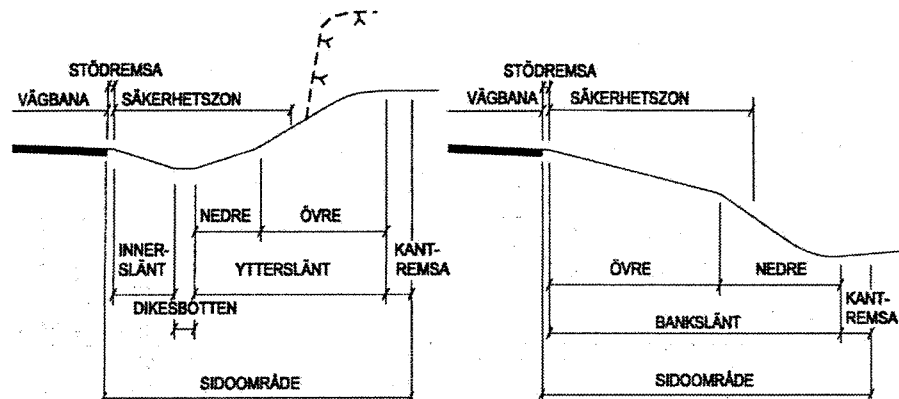
VU 94 består av ett flertal delar som beskriver trafiktekniska krav på vägutformning och vägutrustning:

1. Läsanvisning
2. Dimensioneringsgrunder
3. Grundvärden
4. Trafikteknisk standard
5. Sektion
6. Linjeföring
7. Korsningar
8. Trafikplatser
9. Sidoanläggningar
10. Gång- och cykeltrafik
11. Vägmarkeringar
12. Vägmärken
13. Trafiksignaler
14. Vägbelysning
15. Övrig vägutrustning
16. Ritningar



Utöver dessa delar ges även supplement ut.

Del 5 behandlar utformandet av vägens sektion, och i kapitel 5.8 redogörs för detaljutformning av vägens sidoområde. För att exemplifiera ges här några definitioner, hämtat ur kapitel 5.8.1.



Figur 1: Definitioner.

2.2.1 Släntutformning

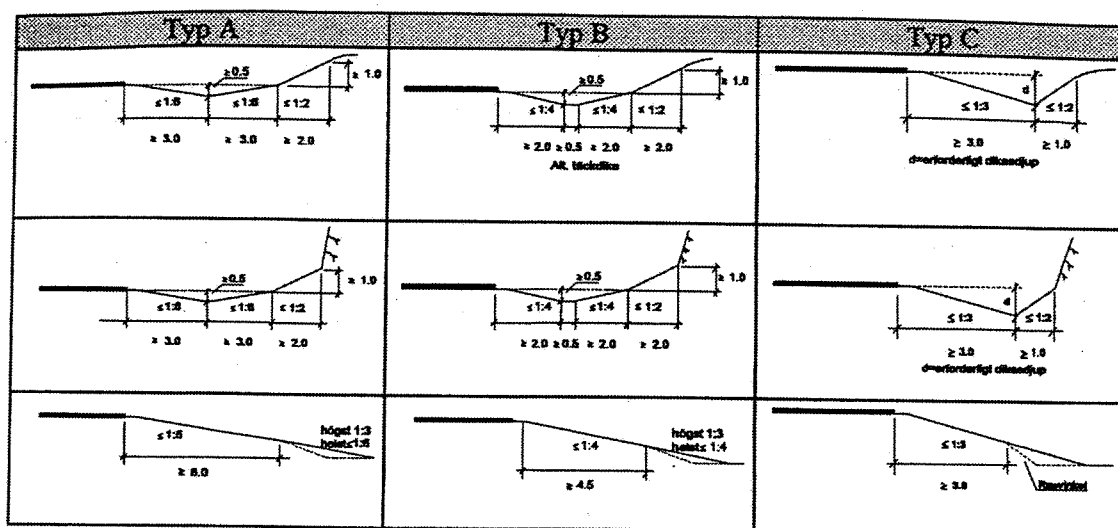
Sidoområdestypen indelas efter släntutformningen i tre typer och bestäms utifrån slänthlutning och vältningsrisk för ett avkörande fordon.

Sidoområdestyp enligt VU 94 – Supplement 1, Avsnitt 5.3:

Sidoområdestyp	Slänthlutning	Släntutformning	Risk för vältning
A	1:6 eller flackare	Mjuka slänter, täckdike	Mycket liten
B	1:4 eller flackare	Mjuka slänter, Avrundat dike (täckt el. öppet)	Liten
C	Normalt 1:3 innerslänt och 1:2 ytterslänt	Öppet dike	Viss

Figur 2: Samband mellan utformning av sidoområde och risk för vältning.

I VU 94 - Supplement 1 figur 5.3-1, ges exempel på utformningar av sidoområdestyp A, B och C för god trafiksäkerhetsstandard.



Figur 3: Exempel på utformning av sidoområdet enligt VU 94.

Dessa grundutformningar kan modifieras efter behov utifrån lokala förhållanden (broar, känsliga kulturmiljöer m.m.). I ett nyttgivet dokument beskrivs även sidoområdestypen A_{min} , som är en variant av sidoområdestyp A med något ”lägre” standard. Generellt kan man säga att slänter är säkrare ju flackare de är och ju större avrundningsradie som används.

2.2.2 Säkerhetszon

I kapitel, 5.8, VU94, ges en definition på säkerhetszonen som ”en zon närmast vägbanan, där oeftergivliga föremål kan placeras endast i undantagsfall”. Dessa undantagsfall kan bestå i att räckte finns uppsatt. Säkerhetszonens bredd beror på den trafiksäkerhetsstandard och typ av sidoområde som eftersträvas, vilket kan ses i tabell 5.8.1-1.

VR		Standard		
		God	Mindre god	Låg
50	Sidoområdestyp Säkerhetszonens bredd	A >6 m	A eller B 2-6 m	A, B eller C <2 m
70	Sidoområdestyp Säkerhetszonens bredd	A >7 m	A eller B 2-7 m	A, B eller C <2 m
90	Sidoområdestyp Säkerhetszonens bredd	A >9 m	A eller B 3-9 m	A, B eller C <3 m
110	Sidoområdestyp Säkerhetszonens bredd	A >10 m	A eller B 4-10 m	A, B eller C <4 m

Figur 4: TABELL 5.8.1-1, VU94, Sidoområdets trafiksäkerhetsstandard

Eftersom bredden på säkerhetszonen ökar med ökande VR (vägens referens hastighet = vägens skyltade hastighet), sidoområdestyp och trafiksäkerhetsstandard är det svårt att generellt visa på en lämplig bredd. I sitt examensarbete ”Olyckor med fasta sidohinder”, [6] slår Gunilla Lundström och Mattias Sandell fast att man bör eftersträva ett helt fritt sidoutrymme som sträcker sig ca åtta meter från väggkant. De grundar sitt påstående utifrån en VTI-rapport från 1977, där studier gjorda i USA visade att 90 % av fordonen stannar inom åtta meter från vägbanan vid en avkörning. Studien avser avkörningsolyckor på olika vägar då fordonet inte krockar med något sidohinder. I förstudierapporten ”Förbättring av vägens sidoområde” [7] nämner man att vid ca 10 m från vägen är risken att ett fast föremål träffas vid avkörning ca 10%. Man grundar detta på studier av rapporter och undersökningar som gjorts i Europa och USA.

Enligt VU 94 kan avsteg från säkerhetszonens bredd i tabell 5.8.1-1 göras. I fallet med vägbank rekommenderas att området även utanför säkerhetszonen helst bör göras fri från oeftergivliga föremål. Vid vägskärning däremot, kan säkerhetszonen göras smalare, förutsatt att ytterslanten upp till minst 1 meters höjd ovanför vägytan utformas mjukt, se VU 94, kapitel 5.8.1.

2.2.3 Fasta hinder

Fasta hinder i vägens sidoområde utgör en stor skaderisk vid avkörningsolyckor. I VU 94 används termen *oeftergivliga föremål*. Med oeftergivliga föremål avses enligt VU 94, kapitel 5.8.5.1:

- × Bropelare
- × Kort betongfundament högre än 0,2 meter
- × Rörstälstolpe med diameter större än 0,10 meter
- × Fackverksstolpe, kraftledningsstolpe, el- eller teleskåp
- × Jordfast sten högre än 0,2 meter
- × Träd med diameter större än 0,10 meter. Trädets diameter mäts i brösthöjd.

Till denna lista på oeftergivliga eller hårda föremål kan läggas vägtrummor som förenar diken på båda sidor om vägen. Dessa behandlas i VU 94 i kapitel 5.8.4.2 under avsnittet skyddsåtgärder.

I förstudierapporten ”Förbättring av vägens sidoområde” [7] nämns olyckor mot träd, stolpar och bropelare som särskilt allvarliga. Skälet till detta är att risken att skadas här är större än vid kollision mot andra krockobjekt. Även räcken och räckesändrar sägs också utgöra hinder som medför ganska allvarliga konsekvenser vid en olycka. Dessutom redogörs för den skadereduktion (30-50 % lägre antal dödade och skadade) som eftergivliga stolpar innebär jämfört med oeftergivliga. Man grundar dessa påståenden på studier av rapporter som jämfört skadeföljder och kostnader vid olyckor mot olika hinder. I de utformningsråd som ges i avsnitt 8.1 i rapporten [7] räknas följande hinder som fasta:

- × Träd med större diameter än 10 cm i brösthöjd.
- × Stubbar, betongfundament, brunnar, bergklackar, stenar etc högre än 10 cm
- × Oeftergivliga stolpar (el/tele/belysning)
- × El- och teleskåp
- × Brostöd
- × Väganordningar med rördiameter större än 10 cm
- × Farliga trumändrar på trummor längs och tvärs vägen
- × Övriga oeftergivliga objekt såsom grindstolpar, stenmurar, milstenar, bullerplank mm.

2.3 Utveckling av normer

Vägverket Konsult har på uppdrag av Vägverket i Borlänge drivit ett projekt som behandlar frågor kring förbättring av vägars sidoområden. Bakgrunden är att regeringen givit direktiv till Vägverket att vid brister i det befintliga vägnätet, skall det utredas, som alternativ till nybyggnation, om befintlig väg kan förbättras så att trafikmålen uppnås. Projektet, som ännu pågår, har genererat ett remissmaterial till Vägverkets regioner bestående av följande tre dokument; Nivå 1 [8], Nivå 2 [9] och Förstudierapport – Förbättring av vägens sidoområde [7].

2.3.1 Nivå 1

Här har en sammanställning gjorts av regionernas inventering och klassificering av krockvåld i sidoområdet. Inventeringen, som i detta stadium utgörs av en ”skrivbordsinventering”, har utförts på det nationella vägnätet och övriga vägar med mer än 2000 fordon / dygn. Då klassificeringar av och kriterier för trafiksäkerhet i sidoområdet skiljer mellan regionerna, innehåller detta dokument även förslag på en inventeringsmetodik för verksamhetsplanering och uppföljning. Där presenteras kriterier för hur sidomiljön skall värderas och hur kriterierna skall vägas samman i den sammantagna bedömningen av regionens vägar. Skälet till detta är att försöka erhålla ett så objektivt och jämförbart instrument som möjligt vid bedömningen av sidomiljön i alla regioner.

2.3.1 Nivå 2

Nivå 2 innebär förslag på regional inventering med utgångspunkt i Nivå 1. Detta dokument syftar till att ta fram en metod för inventering och prioritering av såväl objekt som åtgärder. Här redogörs för en beräkningsmodell som resulterar i en prioriterad åtgärdslista baserad på följande faktorer:

1. Risken för avkörning (risk för singelolycka)
 2. Risken för skador (beroende på sidoområdestyp och/eller hinder)
 3. Effekten av åtgärder (grov bedömning av förväntade effekter)
 4. Kostnader för åtgärder
-
1. Risken för avkörning baserar sig på normalolyckskvoten (*polisrapporterade singelolyckor/miljoneraxelparkilometer*), som finns tabellerad för olika vägmiljöer. Sedan korrigeras för kurvighet (VR 90 och 110) och för längd lutning (VR 70, 90 och 110) på studerad vägsträcka. Slutligen multipliceras värdet med trafikflödet på studerad vägsträcka. Då fås ett värde på risken för singelolyckor (antal singelolyckor/km och år).

2. Den andra punkten utgår från skadeföljden för singelolyckor (*antal skadade /polisrapporterad olycka*) som finns tabellerad för olika vägmiljöer. Detta värde viktas sedan uppåt eller nedåt med en faktor, som beror på utformningen av sidoområdet. En hög vägbank genom skog anses farligare än en grund skärning i öppen terräng, och får därmed en högre farlighetsfaktor och vice versa. Kriterier för val av farlighetsfaktor finns beskrivet i en bilaga till Nivå 2-dokumentet. Värdet på farligheten baserar sig på undersökningar Vägverket Konsult gjort genom bla insamling av uppfattningar i Vägverkets regioner och redovisas nedan:

<i>Sidoområdesutformning</i>	<i>Farlighetsbedömning</i>	
Skog	Låg bank	10
	Hög bank	9
	Grund skärning	7
	Djup skärning	4
Öppen Terräng	Låg bank	1
	Hög bank	3
	Grund skärning	2
Berg	Djup skärning	4
		13
Oeftergivliga föremål	11	
Bankdike vid hög bank	6	
Närliggande vatten	10	
Gamla räcken	5	
Brant slänt 1:2	8	

3. Förväntade effekter av åtgärder redovisas i en bilaga till Nivå 2 dokumentet och anges som minskat antal döda och svårt skadade i singelolyckor (i %) per år. Eftersom effekterna av olika åtgärder är svåra att uppskatta ligger det en stor osäkerhet i de angivna siffrorna.
4. Den sista punkten, kostnader för åtgärder, finns också redovisad med schablonvärden för olika åtgärder.

Förenklat kan man säga att den vägsträcka som först bör åtgärdas är den som erhåller högst värde från punkt 1 och 2 ovan. Sedan väljs den åtgärd som ger störst effekt enligt punkt 3 för minsta möjliga kostnad enligt punkt 4.

2.3.3 Förstudierapport Förbättring av vägens sidoområde

Nuvarande projekteringsråd och regler (VU 94) är i första hand riktade mot ny- och ombyggnad av vägar. Med hänsyn till Vägverkets framtida inriktning mot investeringsåtgärder på befintliga vägar, finns ett behov av motsvarande projekteringsråd även för dessa. Syftet med förstudierapporten är därför att ge underlag för ett nytt supplement till VU 94. Den innehåller bla litteraturstudier och utformningsråd. I det färdiga supplementet är det tänkt att Nivå 2-dokumentet skall ingå som ett eget kapitel.

2.4 Andra Organisationer

Utöver Vägverket arbetar andra organisationer med att påvisa lämpliga utformningar av vägkonstruktioner. Kommunförbundet och VTI redovisar med sin forskning hur man med olika utformningar kan påverka trafiksäkerhetssituationen. VTI krocktestar olika trafikobjekt som tex. stolpar (fasta och oeftergivliga) och olika räcke typer. Resultaten från dessa försök, tillsammans med andra studier av bl.a. olycksstatistik, presenteras regelbundet i de skriftliga meddelanden och rapporter institutet ger ut.

2.5 Att mäta trafiksäkerhet

För att kunna genomföra en inventering måste man veta vilka krav som måste ställas på en säker trafikmiljö. Ovan angivna dokument anger den utformning som bör eftersträvas med hänsyn tagen till trafiksäkerheten. Ett sätt att ytterligare skapa sig en bild över trafiksäkerhetssituationen längs en vägsträcka, är att studera de olyckor som inträffat. Enligt Nivå 2 [9] bör denna koppling till olyckor lämpligen göras i ett inledande skede som en "skrivbordsinventering". Att sträva efter att välja olyckor, där det är statistiskt möjligt, som urvalskriterium för åtgärder i sidoområdet understryks också i *Trafiksäkerhet – en kunskapsöversikt* [4] då man skall bedömma trafiksäkerhet. Även vid en mer detaljerad inventering kan statistik över olyckor användas som ett komplement till övrig datainsamling. Dock bör man vara försiktig med att dra slutsatser utifrån olycksstatistik på den här nivån. Olyckor sker ofta slumpmässigt och ofta, helt eller delvis, som ett resultat av omständigheter som är oberoende av sidoområdets utseende.

2.6 Sammanfattning

Vi kan nu lista ett antal viktiga parametrar som är önskvärda att notera då man skall bedöma statusen hos ett sidoområde. Dessa objekttyper kommer också att ligga till grund för den inventering som skall göras. Sidoområdet kan förenklat beskrivas utifrån förekomsten av:

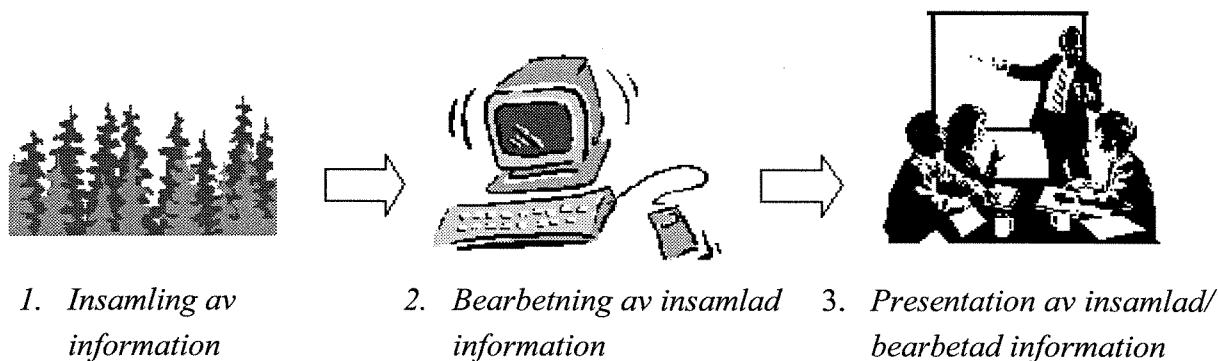
- ✘ Fasta hinder (oeftergivliga föremål i säkerhetszonen)
- ✘ Bank eller skärning (jord eller berg)
- ✘ Släntlutningar (inner och ytterlänt)
- ✘ Befintliga räcken (utsträckning och omfattning, *för underlättande av åtgärdsförslag*)
- ✘ Omgivande terrängtyp (skog eller öppen)

3. INVENTERINGSMETODER - METODVAL

I detta avsnitt förs ett generellt resonemang kring inventeringsprocessen och dess delkomponenter. Därefter redogörs för de idag vanligast förekommande metoderna, samt de som är under utveckling. Till sist presenteras översiktligt den modell som valts att arbeta med i detta examensarbete.

3.1 Processen

Ordet inventera betyder enligt Svenska Akademiens Ordlista genomgå, granska och förteckna. Dessa tre beskrivningar stämmer väl in på inventeringsprocessen, som kan sägas bestå av tre skilda delar:



3.1.1 Datainsamling

Den första punkten, *insamling av information*, inbegriper insamlandet av information i fält om objekts läge och egenskaper. Kännetecknande för den här typen av datainsamling är att den mängd information som skall samlas in ligger spridd över ett stort geografiskt område. En effektiv metod för datainsamling är därför en förutsättning för att hela inventeringsprocessen skall vara effektiv.

Några nyckelord vid datainsamling är mobilitet, noggrannhet, lokalisering samt till viss del lagring.

- ✘ Med mobilitet avses hur effektivt och snabbt insamlingen av data kan göras. En metod med hög mobilitet (jfr rörlighet) medger en högre insamlingshastighet av data jämfört med en mätmetod med lägre mobilitet. Dvs att en längre vägsträcka per tidsenhet kan inventeras.

- × Noggrannheten beskriver här hur väl man kan bestämma ett objekts läge i rummet. Den beror av vilken mätmetod som används. Ofta innebär en hög noggrannhet att metoden blir kostnads- och/eller tidskrävande. Därför är det viktigt att använda en metod med en noggrannhet som motsvarar kraven på noggrannhet som ställs, för att optimera inventeringen. Dvs varken för låg eller för hög noggrannhet.
- × Lägesbestämningen av objekten är viktig för att kunna relatera objekten till en känd geografisk punkt. Vid genomförandet av åtgärder, som framkommit vid inventeringen, är det viktigt att objekten lätt kan lokaliseras ”på plats”. Därför måste någon form av hänvisning göras till kända referenspunkter.
- × Lagringen av den data som samlas in kan göras på olika sätt. Vilken struktur som används vid datalagringen har betydelse för kommande steg i inventeringsprocessen. Genom att lagra datan på ”rätt sätt” redan i insamlingskedet, kan tid sparas genom att behovet av efterarbete minskas.

3.1.2 Bearbetning av data

Punkt två, *bearbetning av information*, är den del av inventeringsprocessen där resultaten från inventeringen redigeras på ett eller annat sätt, för att kunna nyttjas vid presentationen. Skälet kan vara att informationen från datainsamlingen måste sorteras, eller att olika delar av inventeringsutrustningen använder olika format. Strävan är att minimera dessa typer av redigeringar, för att spara tid vid efterbearbetningen, samt undvika dubbellagring av insamlad information. Ett sätt att minska efterbearbetningen kan vara att data redan vid insamlingen i fält, lagras i sorterad form.

3.1.3 Presentation av data

Den sista punkten ovan, *presentation av information*, utgör oftast en mindre del av inventeringsprocessen. Eftersom inventeringen kan ha olika syften, varierar utformningen av hur den insamlade datan presenteras. Den information som behandlas vid en inventering av den här typen utgörs av geografiska data, lägesbunden information, samt tillhörande attributdata, som beskriver egenskaperna hos de objekt som mätts in. Därför kan ett geografiskt information system (GIS) vara ett lämpligt instrument för presentationen av dessa data. Fördelarna med ett GIS är att det förutom geografiska data, också behandlar objektens attribut data på ett lätthanterligt sätt. Man kan då samla och redovisa såväl lägesinformation (geografiska data), som information om inventerade objekts egenskaper (attribut data), på ett organiserat och kopplat sätt.

Det framgår av ovan förda resonemang att datainsamlingen är en viktig del i inventeringsprocessen. Det kan därför vara intressant att studera vilka metoder för datainsamling som finns idag, eller som är under framtagande. I följande kapitel redovisas en översikt över några av dessa.

3.2 Befintliga insamlingsmetoder

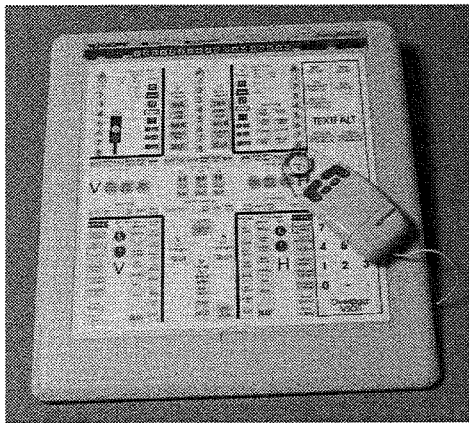
Problematiken med trafikfarliga sidoområden har uppmärksammats i större omfattning först på senare år. Det innebär att effektiva metoder för inventering av dem har saknats. I takt med att medvetenheten kring trafiksäkerhetsfrågor i samhället ökar, har intresset att ta fram och utveckla nya metoder för datainsamling ökat. Detta har lett till att nya medel har gjorts tillgängliga för trafiksäkerhetshöjande ändamål, vilket i sin tur har lett till att marknaden ser möjligheter och behov att ta fram effektiva metoder för insamling av data. Därför är huvuddelen av de metoder som refereras till relativt nya eller under framtagning. Nedan följer en översikt över några metoder som skulle kunna tillämpas vid en fältinventering av sidoområden.

3.2.1 Traditionella metoder

Den enklaste formen av inventering utgörs av en översiktlig okulär besiktning av vägobjektet, dvs att man går eller åker och tittar hur det ser ut. Vill man samla ytterligare information om utformning och befintliga hinder är nästa steg att man med papper, penna och måttband utför en inventering av vägobjektet. Denna teknik är dock ganska tidsödande vare sig man går eller åker längs vägen. Dessutom måste man på något sätt, exempelvis med en trippmätare, kontrollera i vilken längdsektion man befinner sig i. Oftast utgår man då från vägdatabankens koordinatsatta knutpunkter som återfinns i skärningar mellan befintlig väg och angränsande vägar, broar, portaler mm. Alternativt kan man med teodolit mäta in objekt i vägmiljön. Denna metod torde dock vara tidsödande för en vägsträcka utanför tätort. Ytterligare en nackdel med dessa metoder är att mycket efterarbete återstår efter själva fältinventeringen. Anteckningar måste skrivas rent och data sammanställas i tabeller eller databaser som en grund för påföljande åtgärdsförslag.

3.2.2 FIKS-systemet

En utveckling av den traditionella inventeringsmetodiken utgör det s.k. FIKS-systemet utvecklad av Vägverket. FIKS står för "Fält, Inventering, Kontroll, System" och används för insamling av uppgifter till vägdatabanken (VDB) samt inventering för underlag till driftarbeten längs vägnätet. Systemet består av ett pekbord (se bild) kopplad till en fältdator som är monterat i ett fordon försedd med en trippmätare med hög noggrannhet. Syftet med pekbordet är att man snabbt skall kunna mata in iakttagelser i en databas. Således specialdesignas pekbordet för detta ändamål.



Figur 5: Pekbord

Efter avslutad inventering kopplas fältdatorn ur och informationen kan överföras till vägdatabankens databas. Geografisk referens är liksom tidigare vägdatabankens knutpunkter, vilka refereras till med hjälp av trippmätare. Systemet med pekbord och fältdator visar på en förfining av det traditionella metoden. Datainsamlingsprocessen har effektiviserats genom att insamlad data registreras på rätt sätt från början, vilket minskar behovet av efterbearbetning. I en förstudierapport från Vägverket [7] nämns några för- och nackdelar med denna metod. Bland fördelarna kan nämnas att systemet är beprövat, samt medger enhetlig koppling till VDB. Det har vidare god kapacitet (2 personer per mätbil), samt statlig väghållning avser dessutom att vidareutveckla systemet. Nackdelar som påpekades var att systemet kräver utbildning före användning, samt något tungrovt vid igångsättning. Inledande tester har gjorts för att integrera GPS med FIKS-systemet.

3.2.3 Videofilmning

Järnvägsgruppen vid Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI), har på uppdrag av Banverket studerat möjligheten att kartlägga föremål i omedelbar närhet till järnvägsspåret med hjälp av videofilm [10]. Bakgrunden till projektet, som genomfördes 1995, var att identifiera objekt i banvallens närhet som borde beaktas vid en olycka/urspårning med farligt gods. Problematiken kring att samla information och identifiera farliga objekt, liknar den vid en sidoområdesinventering. Metoden gick ut på att utifrån en videofilm identifiera och lokalisera farliga objekt i omgivningen närmast järnvägen. Som studieobjekt valdes den 95 km långa sträckan mellan Mjölby och Hallsberg. Slutsatsen som drogs var att videofilmningen ensam ej var ett tillräckligt omfattande verktyg vid sådana här studier. För att skapa sig en bättre bild av närmiljön kring järnvägen föreslås metoden kompletteras med såväl kart- som fältstudier. Fördelen med videofilmningen är att föremålen i ett inledande skede, med relativ stor noggrannhet kan lokaliseras. Fördelarna med metoden är att den är billig och att resultaten även kan användas för andra ändamål, t.ex. vid planering av banunderhåll. Nackdelarna utgörs av den dåliga precisionen. I rapporten har, exempelvis, objekten redovisats för varje kilometer. Metoden kräver också en hel del efterarbete med genomgång av filmmaterial och bestämning av objektens läge.

3.2.4 Mobile Mapping teknik

Mobile Mapping teknik (MM-teknik) karakteriseras av att datainsamlingen sker mobilt och med hög automatiseringsgrad. Den kan användas i olika sammanhang och i olika delar av inventeringsprocessen, beroende på den detaljeringsgrad och syfte som eftersträvas. Därför skiljer sig metoderna för datainfångst åt. Vid en workshop hösten 1999 [11], som anordnades av Vägverket, presenterades bl.a. några varianter av MM- teknik:

Datainsamlingen med hjälp av:

- ✘ satelliter (automatisk uppdatering av väggeometrier)
- ✘ flyg- och fordonsburen laserscanner (uppbyggnad av digitala terrängmodeller resp. geometrier)
- ✘ flyg- och fordonsburen stereofilmning (för dokumentation och lägesbestämning av objekt i vägmiljön)
- ✘ traditionell markbaserad inventering som genom röststyrd inmätning ökar effektiviteten.

Av dessa metoder är de senare av intresse som alternativ vid inventering av sidoområdet, varför de kommer att beskrivas mer utförligt nedan. Övriga metoder lämnas här åt sidan då de fokuserar sig på datainfångst av väggeometrier för digitala höjdmodeller.

- ✘ **Laserscanning** från fordon skulle kunna utgöra en alternativ mätmetod i dessa sammanhang. Företaget "LKO-teknik" presenterade ett koncept med en fordonsmonterad vertikalställd laser kopplad till GPS. Tekniken har tidigare använts vid besiktning av järnvägstunnlar, för att avslöja stora ojämnheter i tunnelväggarna. Fördelarna med denna metod är att insamlingen av sidoområdets geometri sker effektivt. Dock tillkommer troligtvis mycket efterarbete med tolkning av inscannade sektioner, dvs identifiering av objekt. Metoden känns inte "färdig" utan måste antagligen kompletteras med te.x. filmning eller fotodokumentation för att fungera effektivt.
- ✘ Ett intressant koncept utgör **digital stereofilmning av vägmiljön**. Detta kan ske från såväl mark- som luftburna fordon. Ett doktorandprojekt inom detta område har utförts på KTH. Metoden baserar sig på att vägmiljön filmas digitalt från ett fordon med två parallellt monterade kameror. Genom att filma i stereo kan man sedan mäta i bilderna. Kopplad till GPS kan sedan objektens absoluta lägen bestämmas.

Som ett ytterligare steg i att automatisera datainsamlingen har ett igenkänningsverktyg tagits fram. Genom att ange form och färg för vägs skyltar kan bildbehandlingsprogrammet tolka filmade sekvenser och matcha objekt i vägmiljön mot fördefinierade objekt. Denna metod har sin styrka i sin höga automatiseringsgrad, samt att den medför att efterarbetet med tolkning av materialet minskas. En annan fördel med filmning av vägmiljön är att man även får med annan information än den avsedda. Det kan röra sig om markanvändning, vegetationstyp, förekomsten av betydelsefulla utblickar eller annan geografisk information. Nackdelen med metoden är att den ännu så länge är obeprövad och att dess höga grad av automation gör den relativt tekniskt komplicerad och därmed dyr.

Företaget "AG-COM" är en annan aktör som presenterar produkter inom ovanstående område. Här har fokus istället lagts på att ytterligare förfinas den geografiska mätnoggrannheten. Med hjälp av utvecklad programvara för s.k. differentiell GPS (DGPS) uppnår man stor noggrannhet vid realtidsmätningar.

- ✘ En variant av filmning utgör **vägdokumentation från luften**. Företaget "AIR POWER" har presenterat en metod för bilddokumentation av vägnätet med hjälp av helikopter. Genom att flyga på låg höjd över vägen och med hjälp av både framåt-, bakåt- och lodriktade kameror, dokumenteras föremål i vägmiljön. För lägesbestämningen använder man sig av GPS samt av en gyrostabiliserad lodkamera för inmätning av objekt i bilden med ca 1 m noggrannhet. Fördelar med denna metod är att inventeringen sker snabbt och säkert. Man påverkar ej övrig trafik och man behöver endast flyga vägen i en riktning för att dokumentera båda riktningar. Nackdelar med metoden torde vara att man kan missa objekt som skymms av vegetation. Information om släntlutningar och bankhöjder eller skärningsdjup fås inte heller.

- ✘ "T-Kartor" heter ett företag som lanserat en metod man kallar "**samla data med ljudets hastighet**". "Vocarta" heter applikationen och bygger på en röststyrd inmätningsteknik kombinerad med GPS-teknik. Genom att fördefiniera de objekt man önskar mäta in, kan man sedan med röstigenkännings-teknik prata in informationen ute i fält. Fördelarna med denna metod är att endast en person krävs för att sköta inventeringen, samt att efterarbetet blir litet då den inmätta informationen lagras på rätt ställe från början. En nackdel är att metoden, för att den skall vara mer effektiv än motsvarande mer resurskrävande metoder, har vissa begränsade användningsområden. I stadsmiljöer, som kräver att man står intill objektet

som skall mätas in, har metoden sina största förtjänster. På landsbygd däremot, vid en sidoområdesinventering, får föraren sannolikt svårt att både köra fordonet, sköta inmätning och upptäcka alla hinder vid sidan av vägen. En annan nackdel, som följer av att man redan från början definierat det man avser mäta, är att det blir svårt att i fält registrera annan information än den fördefinierade.

3.2.5 Utländska erfarenheter

Även i våra nordiska grannländer har problematiken med farliga sidoområden uppmärksamats. Mer eller mindre avancerade system för datainsamling finns här att tillgå, eller är under framtagande.

Danska vägverket. Det danska vägverket presenterar i ett produktblad [12] en form av bildregistrering av vägmiljön. Bilderna registreras med en digital kamera för att senare kunna analyseras i ett bildhanteringsprogram (VIMS Video 98). Bilderna registreras i olika intervall, tex var 10:e meter, och kan registrera både höger och vänster sida samtidigt. Bilderna kopplas till en lokal längdmätning och för att kunna mäta avstånd i bilderna har man lagt in en måttsatt linje. Utifrån denna fiktiva linjal kan sedan avståndet till olika hinder uppskattas. Metoden sägs fungera bra men frågan är om detaljeringsgraden är tillräcklig. Sannolikt krävs flera körningar av samma sträcka för att täcka in den information som söks. Dessutom torde släntlutningar och bankhöjder/skärningsdjup vara svåra att uppskatta utifrån bilderna.

Norska vägverket. Inom det norska vägverket pågår studier kring att använda en DGPS-baserad datainsamlingsmetod. 1996/97 genomförde det Norska Vägverket tester där DGPS kompletterad med hjälpsystem användes för positionering av mätbil och insamling av data på och längs vägnätet. Syftet med projektet, som finns beskrivet i en projektrapport [13], var att ge erfarenheter från användandet av DGPS. Noggrannhetskraven på mätningarna var +/- 2 m. Systemet som användes bestod av en GPS-mottagare (Leica) placerad i en mätbil. Denna fick korrektionsdata via FM-nätet (RDS) eller via lokal radiolänk från en lokalt uppsatt referensstation. GPS-systemet kompletterades med hjälpsystem ("död räkning", en form av tröghetsnavigering) som tar över när GPS-mottagaren förlorar kontakt med satelliterna och/eller referensstationerna. Problemet med dålig satellit/radiotäckning är särskilt påtagligt i Norge, med sina höga berg, djupa skärningar och många tunnlar.

Resultaten från genomförda tester visar att DGPS-positionerna i stort sett lever upp till noggrannhetskraven på +/- 2m. Dock påvisades vissa begränsningar med metoden. Dålig satellittäckning i områden med kraftig vegetation, vid höga fjäll, i tunnlar och under broar, gjorde att GPS-systemet inte fungerade. Dessutom var det dålig täckning för radiomottagningen av korrektionsdata. Endast för 30-35% av körd sträcka hade man korrektionsdata som var tillräckligt bra. Användandet av lokala referensstationer och intern radioförbindelse fungerade bra upp till 2-10 km, från referensstationen, beroende på topografi. Hjälpsystemen fungerade olika bra, det bästa föreslås utvecklas vidare och integreras med DGPS, så att DGPS-systemet kan ge korrektionsdata tillbaka till hjälpsystemet. För att förbättra möjligheterna till att sända och ta emot korrektionsdata ges förslag att skicka korrektionsdata via GSM- eller VHF-nätet, alternativt öka radions effekt vid användandet av lokala referensstationer.

Finska vägverket. Ari Kalliokoski på Finnra (Finnish National Road Administration) [14] berättar att man i Finland provar 4 olika metoder för sidoområdesinventering. De metoderna är:

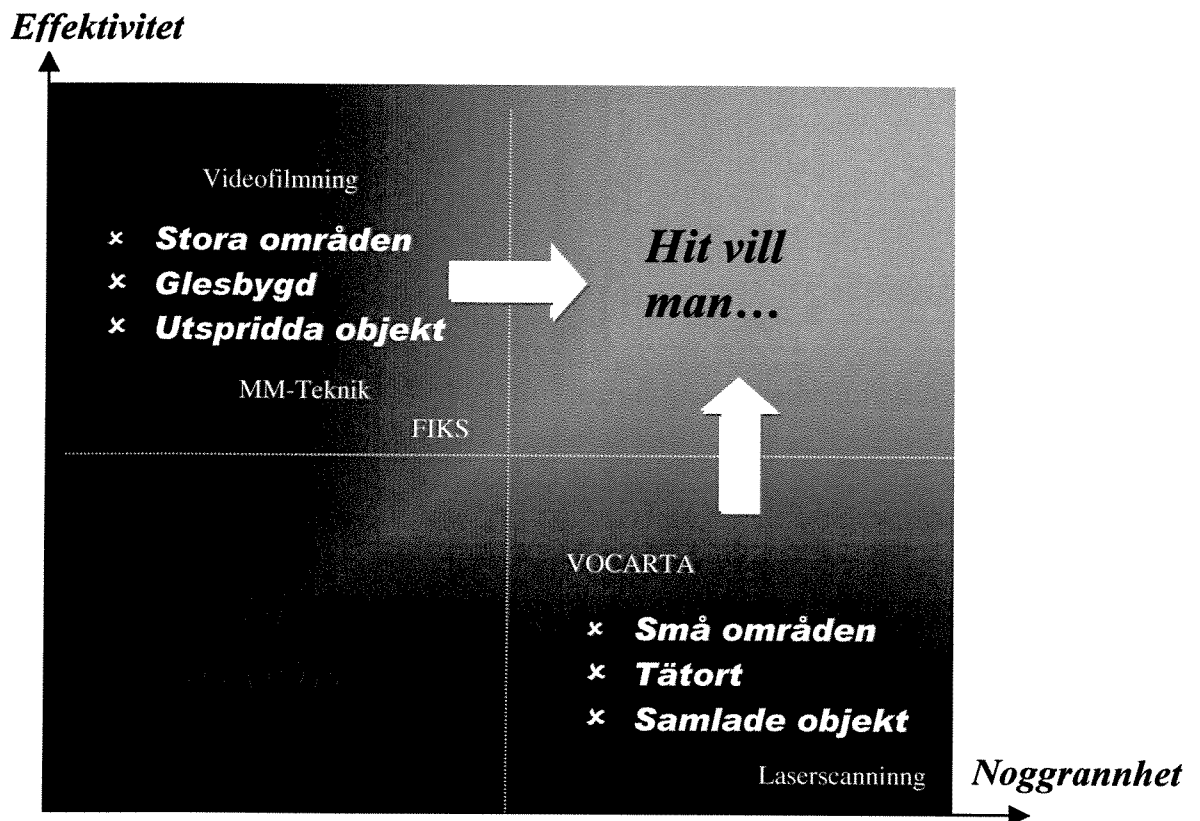
1. Traditionell digital tripmätare och måttband;
2. Fotodokumentation från luften + GIS redovisning;
3. Genomgång av befintliga ritningar och dokumentation av vägen;
4. Videofilmning

Provning av de olika metoderna pågår varför någon utvärdering ännu ej kunnat göra. Enligt Kalliokoski medför dock metod tre att ett alltför klen underlag för inventering erhålles, varför det inte anses vara intressant i dessa sammanhang. Skälet till detta är brist på ritningar och dokumentation över gamla vägar.

3.2.6 Sammanfattning

Som framgår får val av metod bestämmas från fall till fall. En översiktlig inventering kräver inte så stor noggrannhet och kan därigenom göras effektivare och vice versa. Ovan nämnda metoder medger olika grad av noggrannhet och effektivitet. Mobile Mapping tekniken befinner sig i ett utvecklingsstadium, men har stora utvecklingspotential för att bli ett effektivt redskap vid datainsamling. Användandet av DGPS vid insamling av data verkar utgöra ett alternativ, särskilt då mindre mottagare är förhållandevis billiga. Norska erfarenheter visar dock på brister i DGPS-systemet med undermålig satellit- och radiotäckning. Dessa problem är dock i stor utsträckning relaterade till Norges kuperade topografi.

För att illustrera problematiken vid insamling av data kan nedanstående figur användas. De metoder som tidigare beskrivits är tillämpbara i olika delar av figuren. Önskvärt är att samtidigt uppnå hög effektivitet vid datainsamlingen och hög noggrannhet på de data man samlar in. En sidoområdesinventering kännetecknas av de ledord som återfinns i den övre vänstra rutan i figuren nedan. Därför kan motsvarande metoder, eller delar därav, få stå som grund för den metodutveckling som görs i nästa kapitel. Där redovisas det koncept för inventeringsmetodik, som jag valt att tränga djupare in i.



Figur 6: Samband mellan effektivitet och noggrannhet vid datainsamling.

3.3 Val av metod

3.3.1 Förutsättningar

I beskrivningen över inventeringsprocessen i början av detta kapitel, har vissa önskvärda egenskaper hos en effektiv inventeringsmetod formulerats. Utöver dessa generella egenskaper kan även mer specifika krav och förutsättningar nämnas:

Noggrannhetskrav: Då examensarbetet genomförs som en del i ett inventeringsprojekt, där Vägverket region Mälardalen är beställare, ges vissa projektspecifika förutsättningar. Noggrannhetskravet är att objekten på 10 meter när, i vägens längdsektion, skall kunna lägesbestämmas. Motsvarande noggrannhetskrav avseende sidomått till objekten från väggkant var satt till en meter.

Geografiska krav och förutsättningar: Vägobjektet, väg E 18 mellan Köping och Västerås, som skall inventeras utgörs av en nära tre kilometer lång tvåfälts motortrafikled, som går genom flack, obebyggd terräng med omväxlande åkermark och skog. Längs sträckningen finns dessutom tre trafikplatser som skall ingå i inventeringen.

Tidskrav: Den tid som var avsatt till genomförandet av fältinventeringen var ett par veckor.

Investeringskrav: Detta krav kan ses som en begränsning. För att hålla totalkostnaderna låga är kravet på metoden att den skall vara baserad på standardkomponenter.

Funktionskrav: Kravet här består i att metoden skall vara användarvänlig. Med det menas att ingående komponenter lätt skall kunna hanteras och användas av olika personer.

Utöver noggrannhetskravet och de geografiska förutsättningarna, som kan anses projektspecifika, är tanken att utforma en generell metod som kan användas under andra förutsättningar. Dock medför E18-projektet att vissa ställningstaganden måste göras. Framförallt är de geografiska förhållandena en viktig parameter. En flack terräng genom åkermark motiverar användandet av GPS som mätmetod mer än en kuperad skogsterräng. Dessutom medför kravet på noggrannhet att en viss urskiljning av GPS-utrustningar kan göras.

3.3.2 Beskrivning av ingående komponenter

I följande avsnitt redogörs för valet av metod och ingående komponenter utifrån huvuddelarna av inventeringsprocessen; *insamling, bearbetning och presentation av data*.

Insamling av data

Utifrån de nyckelord som presenteras i avsnitt 3.1.1 motiveras valda delkomponenter.

- **Mobilitet:** Eftersom en metod med hög mobilitet är att föredra, framstod en fordonsbaserad metod tidigt klar. Möjligheten att i låg hastighet åka längs vägkanten och stanna till vid intressanta objekt torde vara tillräckligt "noggrann" i dessa sammanhang, där det gäller att identifiera och lokalisera farliga objekt.
- **Noggrannhet:** Med de noggrannhetskrav som föreligger föreföll DGPS-mätning (satellitbaserad mätmetod) vara ett snabbt och enkelt sätt att mäta in sina objekt. De geografiska förutsättningarna med flack terräng torde inte medföra några problem med dålig radio- eller satellittäckning. Som reserv fanns en digital trippmätare installerad i fordonet om GPS-mottagaren inte skulle fungera. För att leva upp till noggrannhetskravet på 1 meter i sidomått, krävs instrument med större precision än vad GPS-mottagaren erbjuder. För att behålla effektiviteten i en fordonsbaserad mätmetod föddes tanken om att kunna mäta avståndet till objekten från fordonet. Detta blev möjligt genom att använda en digital handburen avståndsmätare med centimeternoggrannhet.
- **Lägesbestämning:** Genom att knyta inmätta objekt till kända referenspunkter, här bestående av vägdatabankens (VDB's) knutpunkter, underlättar man lokaliseringen av objekten vid ett senare tillfälle. Kopplingen till VDB görs i efterhand, där knutpunkterna redovisas i en lokal längdmätning.
- **Lagring:** Vid registreringen av objekten används en fältdator där de inventerade objekten lagras i en Accessdatabas. För att effektivt lagra den inhämtade informationen har ett inventeringsformulär utvecklats. Formuläret baserar sig på förvalda komponenter för att underlätta och effektivisera inlagringsprocessen.

Bearbetning av data

Den bearbetning och redigering av data som måste göras består i att anpassa format på filer och tabeller för att underlätta överskådligheten vid ”slutlagring” och presentation av insamlad information. För arbetet med att bearbeta data kan olika kalkyl- och fältmättningsprogram användas. Dessa redogörs för mer detaljerat i nästa avsnitt.

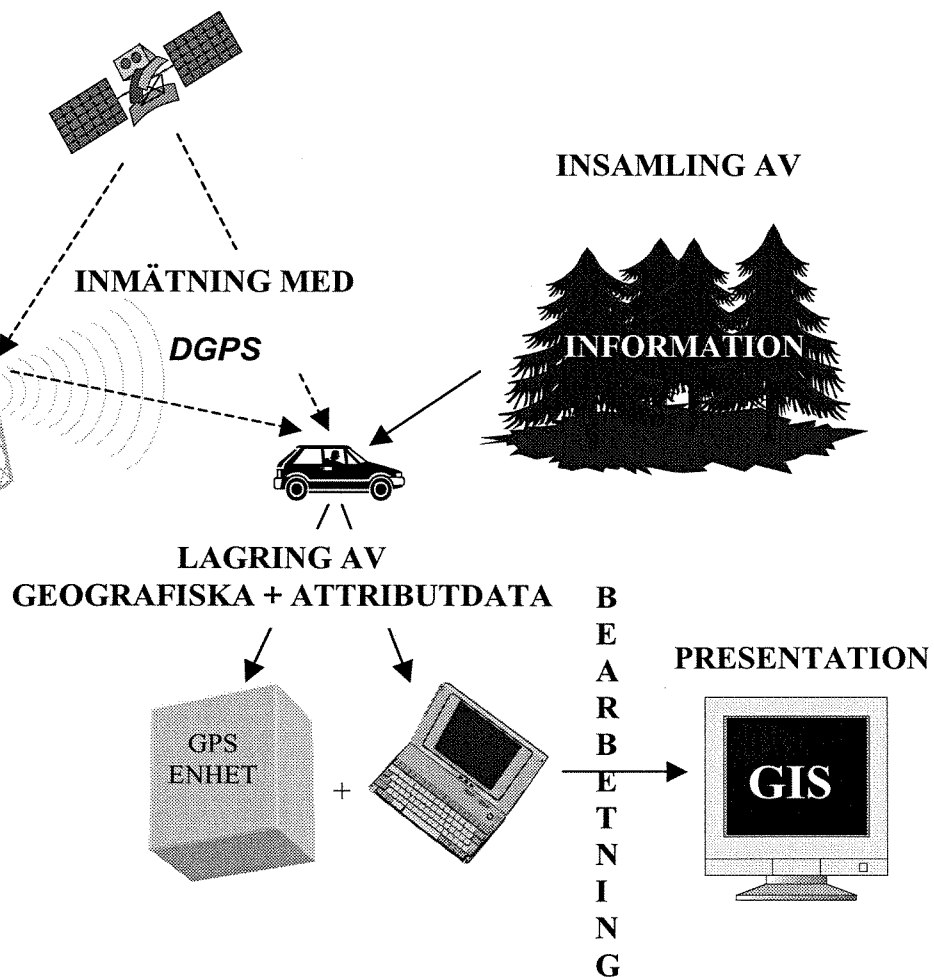
Presentation av data

Som tidigare nämnts utgör användningen av ett geografiskt information system (GIS) ett lämpligt verktyg vid hanteringen och presentationen av insamlad information. Där erbjuds möjligheterna till en illustrativ och översiktlig redovisning av inventeringsmaterialet på en karta. Dessutom kan tabeller och foton över inventerade objekt redovisas, vilket ökar flexibiliteten på presentationsmetoden. För den detaljerade presentationen, som skall ligga till grund för eventuella åtgärdsförslag, kan tabellen som skapas vid lagringen i fält användas. Redovisningen presenteras också mer utförligt i ett senare avsnitt.

3.3.3 Sammanfattning

Den metod som kommer att användas vid inventeringen kan då sägas bestå av följande huvudkomponenter:

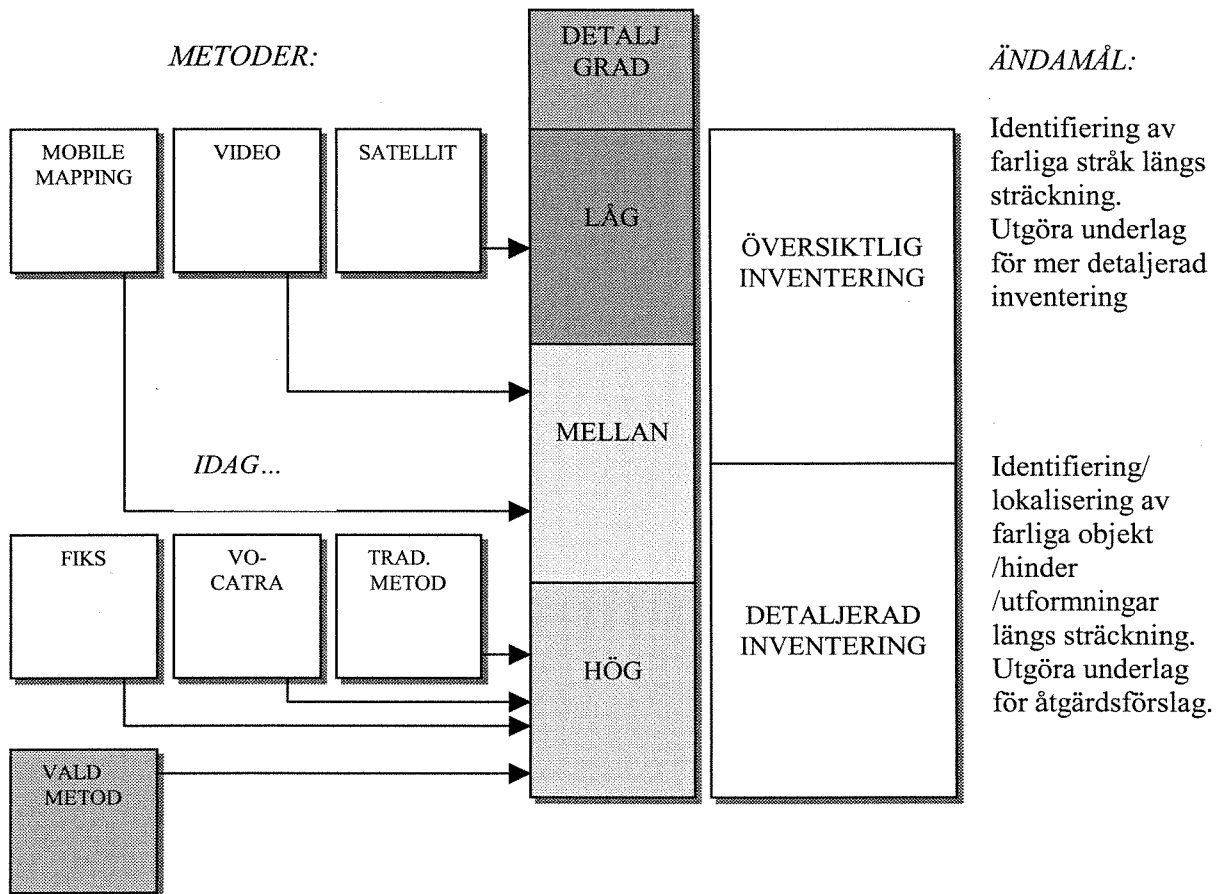
1. Ett fordon utrustad med digital trippmätare.
2. En handburen GPS med radiomodem för mottagning av korrektionsdata.
3. En bärbar dator med programvaran *Access*.
4. Laseravståndsmätare.



Figur 7: Konceptuell bild över vald inventeringsmetod.

Fältinventeringen är tänkt att utföras av två personer. Föraren sköter GPS-mottagaren, medan den andre registrerar och mäter sidoavstånd till objekten längs vägen. Varje registrerat objekt i inventeringstabellen (*Access*) ges ett unikt löpnummer som korresponderar mot en inmätt punkt med samma löpnummer. Därigenom kan objekten och dess koordinater kopplas till varandra.

En jämförelse kan nu göras mellan befintliga och vald metod för inventering, avseende noggrannheten på den data som samlas in (detaljgrad) och ändamål med inventeringen.



Figur 8: Översikt inventeringsmetoder.

Ur figuren ovan kan utläsas att olika metoder korresponderar mot olika detaljeringsgrader i datainsamlingen och därmed även mot olika typer av inventering. I jämförelse med andra metoder är det därför av vikt att ha klar detaljeringsgraden på den data man avser samla in.

4. INVENTERINGSMODELL

I detta kapitel beskrivs mer ingående den valda modellen för inventering av sidoområden. Beskrivningen följer den kronologiska ordningen i vilken de i modellen ingående komponenterna utförs i inventeringen, dvs insamling av data, bearbetning av data, samt presentation av inventeringen. Dessutom ges en närmare definition av de objekttyper som studeras i sidoområdet.

4.1 Insamling av data

Man kan dela upp arbetet med att samla in data i två principiellt skilda moment: lägesbestämning av objekt (geografiska data) samt lagring av information om inmätt objekt (attribut data).

4.1.1 Geografiska data

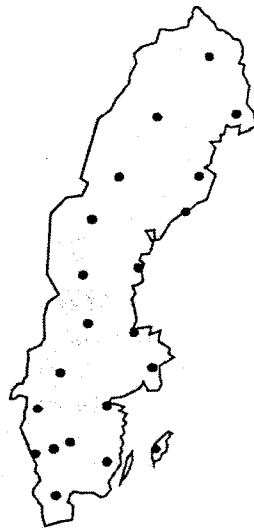
I föregående kapitel har systemuppbyggnaden för vald inventeringsmetod beskrivits. Följande avsnitt redogör mer utförligt för ingående delkomponenter. Till att börja med ges dock en översikt över GPS- och DGPSsystemet.

Positionsbestämning med GPS

Tekniken att lägesbestämma en position med hjälp av satelliter kallas i dagligt tal GPS (Global Positioning System). Systemet är utvecklat av den amerikanska militären och har först under 1990-talet blivit mer utbrett och tillgängligt för civilt bruk. GPS använder 24 satelliter i omloppsbanan kring jorden. Dessa satelliter sänder kontinuerligt signaler mot jorden som kan tas emot av GPS-mottagare. I satellitsignalerna finns uppgifter om satellitens exakta position. Med hjälp av dessa signaler kan en mottagare på marken beräkna avståndet till en satellit. Med samtidiga signaler från minst fyra satelliter gör GPS-mottagaren trigonometriska beräkningar som ger både position och höjd över havet. Positionen anges ofta i latitud och longitud. Signalerna som skickas ut från satelliterna är dock behäftade med fel. Dessa är avsiktligt pålagda i efterhand av den amerikanska militären, som vill behålla högsta möjliga precision för eget bruk. Den störning som amerikanska försvaret lägger på innebär att precisionen med en vanlig civil GPS-mottagare bara blir omkring 100 meter.

För att kunna utnyttja GPS-tekniken även i andra sammanhang där större krav på mätnoggrannhet ställs, kan differentiell GPS användas (DGPS). Då använder man fasta GPS-mottagare som referensstation, vars position är noga bestämd. Genom att jämföra den ”verkliga” positionen med GPS-positionen kan korrektionsdata för satellitsignalerna beräknas.

SWEPOS



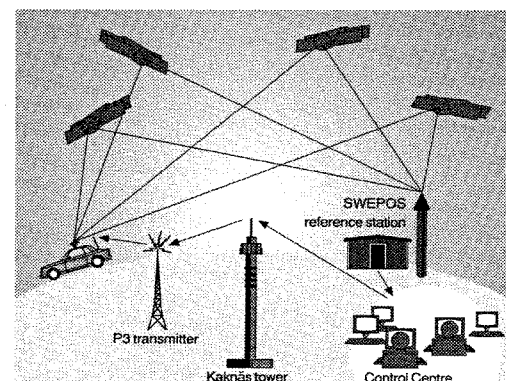
- SWEPOS-station

I Sverige utgör SWEPOS ett nationellt nät av fasta referensstationer för GPS. Planläggning och uppbyggnad av nätet påbörjades 1991. Den 1 juli 1998 nådde SWEPOS IOC-status (Initial Operational Capability), och blev därmed operationellt för navigerings- och positionsbestämningar i realtid med lägre noggrannhetskrav (meternoggrannhet). Lantmäteriverket svarar för drift och vidareutveckling av SWEPOS som idag består av 24 referensstationer fördelade över Sverige.

Figur 9: SWEPOS referensstationer.

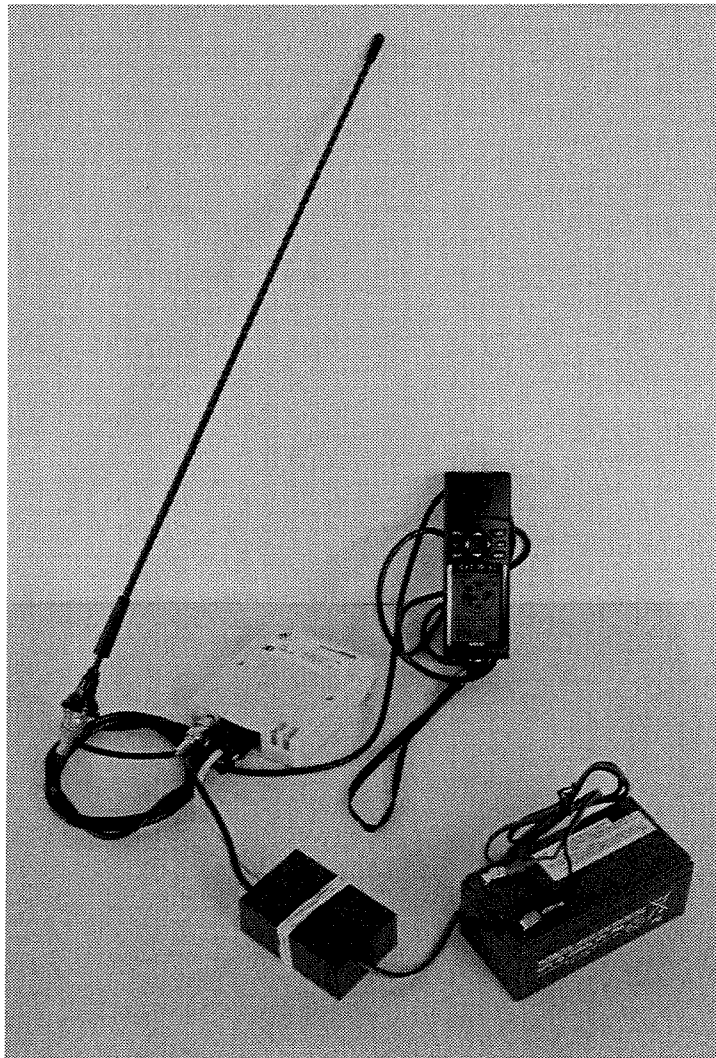
För distribution av korrektionsdata i realtid svarar TeraCom AB, som med sin EPOS-tjänst möjliggör mätningar i realtid. Korrektionsdata skickas ut via RDS-kanalen på FM-radionätet.

Figur 10: Principbild över EPOS-tjänsten.



Enligt ett regeringsbeslut skall kostnaderna för driften av SWEPOS täckas av användaravgifter, varför avgifter tas ut beroende på hur noggranna data man önskar uppnå.

I samband med de mätningar som genomfördes i detta examensarbete nyttjades en EPOS-tjänst, för positionsbestämning i realtid. Noggrannheten med detta abonnemang uppgavs till ca 2.2 m, med den GPS-mottagare som vi använde. Mottagaren utgjordes av en Garmin 12XL, en liten handhållen enhet som kan betraktas som en standardprodukt på marknaden. För att kunna nyttja EPOS-tjänsten fick mottagaren kompletteras med ett radiomodem och antenn, samt ett externt batteri för ökad drifttid.

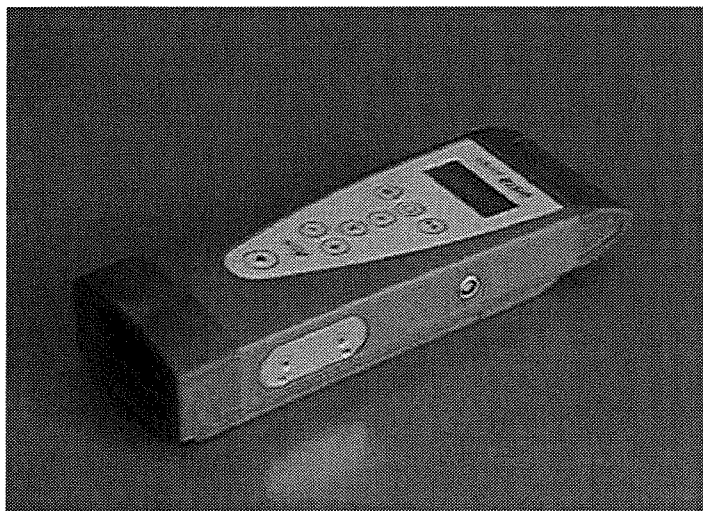


Figur 11: GPS-utrustning.

Positionsbestämning med övrig utrustning

För att komplettera datainsamlingen användes även andra instrument:

- **Laseravståndsmätare.** En handburen laseravståndsmätare av typen Leica Distometer (se figur 12) användes för att bestämma avståndet från vägrenen till det sökta objektet. Avståndsmätaren medger att man med centimeternoggrannhet kan bestämma avståndet till sökt objekt, vilket var tillräckligt då objektens läge i förhållande till vägrenen anges i meterintervall. Oftast kunde denna mätning utföras från bilen, men vid starkt motljus eller liten träffyta på objektet var det lättare att ställa sig vid objektet och mäta mot bilen. En förenkling med denna mätmetod är att hänsyn ej tas till vertikalvinkeln vid mätningen., t.ex. vid hög bank eller djup skärning. Detta kompenseras för i vis utsträckning genom att mäta horisontellt (mot bilen) eller att uppskatta och korrigera för längdförändringen (vinkeln).



Figur 12: Laseravståndsmätare.

- **Digital trippmätare.** I fordonet var monterat en digital trippmätare av märket Coralba C-trip. Den användes som reserv utifall GPS-mottagaren ej skulle fungera. Trippmätaren anger körd sträcka med meternoggrannhet, men kräver kalibrering innan den börjar användas. Detta då däckstyp och ringtryck påverkar hjuldiametern och därmed mätresultaten.
- **Digitalt vattenpass.** För att snabbt och enkelt avgöra släntlutningen användes ett digitalt vattenpass.

4.1.2 Attribut data

Allmänt

För att göra en sådan här metod effektiv kan urvalet av de objekt man vill samla information om definieras i förväg (jmf ”Vocarta”). Man kan då återskapa en bild av förhållandena i fält baserade på dessa objekt. Hur denna prioritering av farliga objekt görs, bestämmer i hög grad hur inventeringsresultatet kommer att se ut. Det är därför viktigt att man vet vilka hinder och/eller utformningar som anses ”farliga”. Genom att använda sig av gängse normer kan inventeringsresultatet lättare relateras till och bedömmas utifrån vedertagna standarder. Sidoområdestyp har angetts utifrån VU-94, där främst släntlutningen är den bestämmande parametern.

I avsnitt 2.6 gjordes följande lista på objekttyper som kan anses viktiga att samla information om vid en inventering:

- × Fasta hinder
- × Bank eller skärning
- × Släntlutningar
- × Befintliga räcken
- × Omgivande terrängtyp

Access

För att på ett strukturerat sätt lagra dessa komponenter beslöts att använda *Access*, ett windowsbaserat program för databashantering. För att förenkla inmatningen av information i fält, skapades ett formulär med förvalda objekttyper (se figur 13). Fördelen med detta är att man slipper skriva så mycket och därigenom kan lagringen ske snabbare. Formuläret, som kan ses på nästa sida, innehåller information om vägobjektet som skall inventeras. Till största delen består det av rullgardinsmenyer som innehåller fördefinierade objekttyper. Dessutom finns två skrivfält där kommentarer och tänkta åtgärder kan skrivas in. En fördel med att använda *Access* för lagring av data är att man därifrån lätt kan föra över information till ett geografiskt information system (GIS), för senare presentation av inventeringsresultatet.

Figur 13: Formulär för lagring av attributdata till Access.

Databasen som beskriver de "sökta" objekten delas upp i flera tabeller, med huvud- och delkomponenter.

Huvudkomponenterna utgörs av olika objekttyper som en första indelning av attributdata. Varje huvudkomponent utgör en post i inventeringsformuläret. Det är även huvudkomponenterna som styr uppbyggnaden av den tabell som ligger till grund för GIS- redovisningen.

Huvudkomponenter	Beskrivning
Avstånd	Avstånd från objekt till vägren
Bank/Skärning	Anger om vägen går på bank eller genom skärning (jord eller berg)
Fasta hinder	Anger typ av hinder
Räcken	Anger räkestyp, typ av räckesände samt viltstängsel
sida	Vilken sida om vägen som objektet ligger
Sidoomrtyper	Anger rådande sidoområdestyp (A, B C eller sämre än C)
VR	Anger vägens skyltade (referens)hastighet
Övrigt	Anger annan information som inte passar i kategorierna ovan

Delkomponentlistan utgör i sin tur en mer noggrann indelning av huvudkomponenterna. I den återfinns de val som kan göras inom varje "huvudkomponentområde". Utöver förvalda attribut finns alltid en post benämnd "övrigt". Den är tänkt att användas då attributen i listan ej räcker till att beskriva verkliga förhållanden.

Huvudkomponent	Delkomponent
Övrigt	Bro över bef.väg
Övrigt	Viadukt över annan väg
Övrigt	Anslutande väg
Övrigt	Rastplats
Övrigt	P-plats
Övrigt	Trafikplats
Övrigt	Trafikkontrollplats
Övrigt	Vändplats väg.h.fo.
Övrigt	Hållplats
Övrigt	Tomtgräns
Övrigt	Skyddszon-gv-inre
Övrigt	Skyddszon-gv-yttre
Övrigt	Fornlämning
Övrigt	Fotopunkt
Övrigt	Slätter/röjning
Övrigt	Övrigt

Huvudkomponent	Delkomponent
Räcken	Typ W
Räcken	Typ Kohlswa
Räcken	Typ Rörprofil
Räcken	Ställineräcke
Räcken	Förankring/avslutning
Räcken	Absorberande räckesände
Räcken	Viltstängsel
Räcken	Övrigt

Huvudkomponent	Delkomponent
Fasta hinder	Bel.stolpe eftergivlig
Fasta hinder	Bel.stolpe fast
Fasta hinder	Portalstolpe eftergivlig
Fasta hinder	Portalstolpe fast
Fasta hinder	El.stolpe eftergivlig
Fasta hinder	El.stolpe fast
Fasta hinder	Övrig stolpe
Fasta hinder	Trumma
Fasta hinder	Brunn
Fasta hinder	Sten
Fasta hinder	Bergklack
Fasta hinder	Trafikanordning/vägmärke
Fasta hinder	Bropelare
Fasta hinder	Betongfundament
Fasta hinder	Staket
Fasta hinder	Skog
Fasta hinder	Träd d>0.10 m
Fasta hinder	Övrigt

Huvudkomponent	Delkomponent
VR	30
VR	50
VR	70
VR	90
VR	110

Huvudkomponent	Delkomponent
Sidoomrty	TYP A
Sidoomrty	TYP B
Sidoomrty	TYP C
Sidoomrty	Sämre än C

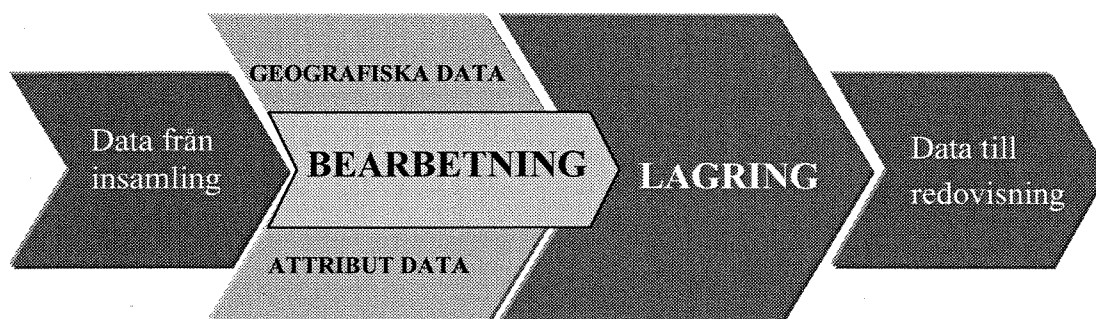
Huvudkomponent	Delkomponent
sida	höger
sida	vänster

Huvudkomponent	Delkomponent
Bank/Skäring	Bank 0-1 m
Bank/Skäring	Bank 1-2 m
Bank/Skäring	Bank 2-3 m
Bank/Skäring	Bank >3 m
Bank/Skäring	Skärning 0-2 m
Bank/Skäring	Skärning 2-4 m
Bank/Skäring	Skärning 4-6 m
Bank/Skäring	Bergskärning 0-2 m
Bank/Skäring	Bergskärning 2-4 m
Bank/Skäring	Bergskärning 4-6 m
Bank/Skäring	Övrigt

Huvudkomponent	Delkomponent
Avstånd	0
Avstånd	1
Avstånd	2
Avstånd	3
Avstånd	4
Avstånd	5
Avstånd	6
Avstånd	7
Avstånd	8
Avstånd	9
Avstånd	10
Avstånd	11
Avstånd	12
Avstånd	13
Avstånd	>13

4.2 Bearbetning av data

Önskemålet är alltså att den data man samlat in lagras på "rätt" sätt direkt i fält. Dock måste olika grad av justeringar ske av såväl attribut- som geografiska data för att dessa skall kunna användas tillsammans. Detta kan ses som en eftergift för att inventeringsmetoden huvudsakligen skall kunna basera sig på standardkomponenter. Man kan tänka sig följande bild när man skall beskriva bearbetningsprocessen av data:



Geografiska data. Den geografiska informationen lagras i GPS-mottagaren som koordinatsatta, nummerade punkter. De kan sedan laddas ner i en pc med hjälp av programvara som medföljer mottagaren. I datorn sparas de inmätta punkterna som koordinatfiler, s.k. pxy-filer. För att kunna användas i nästa steg görs formatet om till textfiler (.txt), som sedan importeras till Accessdatabasen som tabeller. Sammantaget kan nämnas att positionsbestämning i planet räcker för att tillgodose de krav på redovisning som föreligger. Således har de inmätta punkternas höjdläge (z-koordinat) bortsetts ifrån.

Attributdata. Den bearbetning som görs här består i att fylla ut och komplettera inventeringstabellen efter genomförd inventering. Felmatningar kan ha gjorts, samt information om t.ex. knutpunkter och längdmätning måste läggas till.

Lagring av attribut- och geografiska data. För att skapa en plattform för GIS-redovisningen, samt ha all information om inventeringsdatan samlad uniformt, lagras såväl attribut- som geografiska data i en accesdatabas. Attributdata lagrades i två separata tabeller; en för höger sida och en för vänster sida av vägen. Dock sparas inventeringstabellerna även i excelformat, för det senare arbetet med att göra åtgärdsförslag. Skälet till att använda excel är att det anses lättare att jobba i, samt att det erbjuder fler editeringsmöjligheter.

4.3 Presentation av data

Med vissheten om att en dåligt utförd presentation kan göra ett välgjort fältarbete ogjort, utgör redovisningen en viktig del i inventeringsprocessen. Beroende på ändamålet med redovisningen, kan olika metoder användas för att presentera inventerad data.

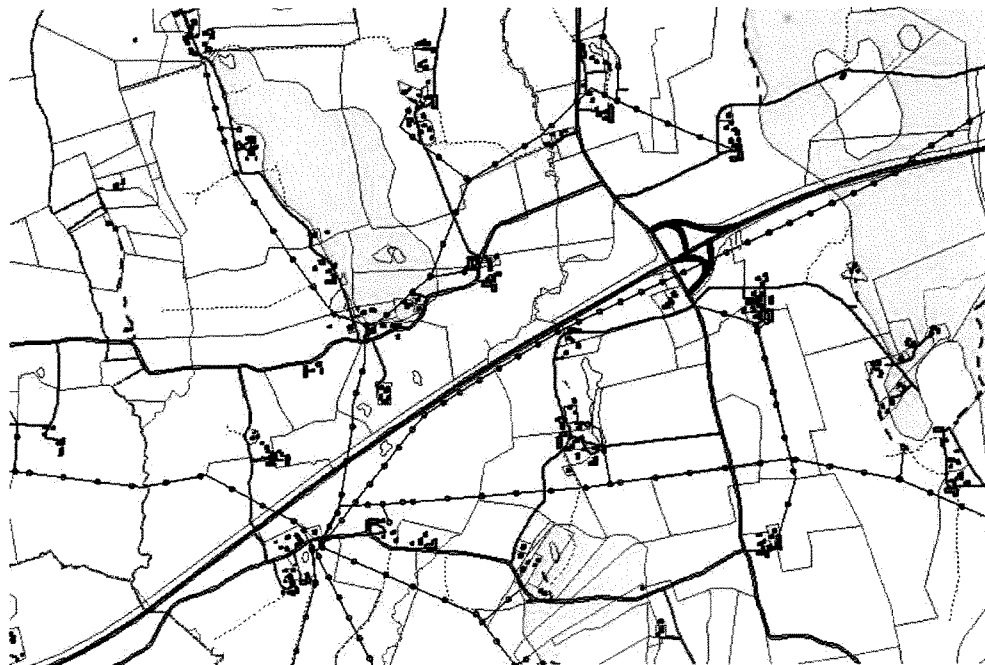
4.3.1 GIS redovisning

För att på ett informativt och illustrativt sätt redovisa dessa typer av uppdrag översiktligt föreföll GIS utgöra ett lämpligt verktyg. Den programvara som används vid GIS-redovisningen är ArcView, från ESRI.

Vid nyttjandet av ett GIS redovisas det inventerade materialet på en bakgrundskarta. Valet av bakgrundskarta står mellan en vektor- eller rasterbaserad karta och styrs av användningsområde och ändamål med presentationen.

Vektorkarta

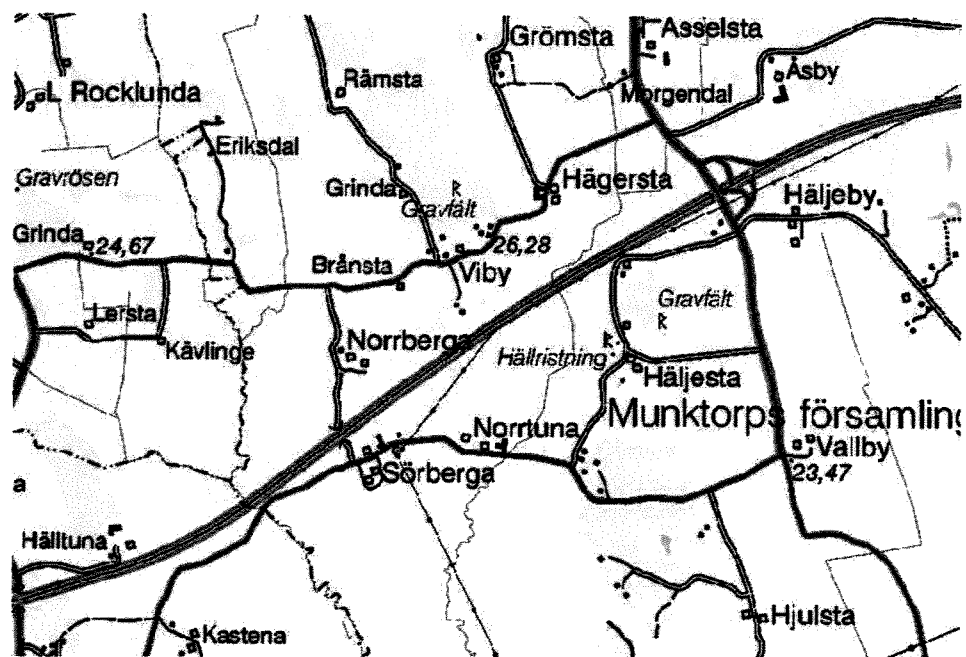
En vektorkarta är uppbyggd av polygoner som bildar linjer och ytor vilka beskriver verkligheten. En vektorbaserad karta är skalriktig i alla skalor och lämpar sig därför för nätverksanalyser eller andra applikationer där kraven på skalriktighet är stor. Nackdelen med en vektorkarta är att den ofta saknar de färger och beteckningar som en vanlig ”papperskarta” har. Det innebär att mycket arbete måste läggas på att bearbeta och förtydliga kartan innan presentation. En vektorkarta är dyrare än motsvarande rasterkarta då den är mer avancerad.



Figur 14: Vektorkarta.

Rasterkarta

Rasterkartan är uppbyggd av "pixlar", små kvadratiska element som var och en tilldelas en färg. Detta innebär att rasterkartan kan liknas vid en scannad bild. En rasterkarta blir därför okänslig vad avser skalriktigheten vid zoomningar. Vid stark uppförstoring blir rasterkartan "hackig". Fördelen med rasterkartan är att den oftast innehåller all den information man förväntar sig såsom vägar, ortnamn, markanvändning, vattendrag och sjöar mm. Dessutom är den billigare än sin vektoriserade motsvarighet.



Figur 15: Rasterkarta.

4.3.2 Tabell redovisning

För arbetet med att ta fram åtgärdsförslag och mängdkalkyler redovisas inventeringen i tabellform. Skälet till detta är att informationen som ligger till grund för åtgärdsförslagen, blir mer överskådlig i tabellform. Dessutom kan tabellerna enkelt redigeras, samt skrivas ut om man vill jobba ”för hand”.

4.3.3 Alternativ redovisning

Ett alternativ till tabellredovisningen är att detaljerat redovisa hela inventeringen i GIS. Problemet med att redovisa all information på en kartbild är att det lätt blir rörigt. En tanke kan då vara att i ett inledande skede översiktligt redovisa de mest angelägna sträckorna att åtgärda. Dvs. de som kan anses ha sämst standard på sidoområdet. Denna bedömning baseras på farlighetsfaktorn som redogjordes för i förra kapitlet. Redovisningen av farligheten kan göras såväl i ArcView som Excel. Nästa steg blir att mer detaljerat studera inventeringsresultatet, nu i förstorad skala. Objekttyper kan ges olika symboler och avstånd till väg kan även redovisas. Genom att lägga in en detaljerad längdmätning ges även möjligheten att utföra arbetet med åtgärdsförslag i GIS miljö.

4.4 För- och nackdelar med vald metod

Arbetet med att ta fram en inventeringsmetod som helst skall vara både effektiv och noggrann vad avser datainsamlingen, medför att vissa kompromisser fått göras. Därför kan vissa för- resp nackdelar som följer det koncept som valts, påvisas:

+: Fördelar med vald metod:

- ✘ Genom att inventeringen sker från ett fordon blir datainhämtningen effektiv.
- ✘ Då enbart standardkomponenter används blir investeringskostnaderna för utrustning låga.
- ✘ Användandet av GPS vid registrering av objekt innebär att referens ej måste göras i fält till Vägverkets knutpunkter. Det förenklar inventeringsarbetet avsevärt, då man kan koncentrera sig på att studera vägmiljön och slippa kontrollera och uppdatera en trippmätare.
- ✘ Man kan på plats studera vägmiljön. Vissa hinder kanske måste undersökas närmare för att fastställa huruvida det är ett hinder eller ej, vilket är svårare vid te.x. filmning av sidoområdet.
- ✘ Den data man registrerar hamnar på rätt plats från början. Eventuella attribut kopplade till objekten kan läggas in på plats och behovet av efterbearbetning av datan minskas.

-: Nackdelar med vald metod:

- ✘ Metoden att fördefiniera ett urval av objekt för att effektivisera inmatningen av information ställer krav på att prioriteringen av objekt sker korrekt. Detta kan vara svårt att göra i ett inledande skede, varför listan över tänkbara objekt (som helst inte får vara för lång) måste kompletteras med ett fält "övrigt", som medger att annan information kan skrivas in.
- ✘ Eftersom inventeringen sker längs vägkanten kommer såväl mätpersonal som övriga trafikanter att utsättas för fara. För att minska olycksrisken kommer därför mätbilen att följas av skydds- och ev. varningsfordon. Hur denna konstellation av fordon kommer att se ut kan variera och fastställs av väghållaren. Klart är dock att kostnaden för dessa fordon måste tas med i beräkningen vid bedömningen av vald metod.
- ✘ Metoden kräver två personer vid fältinventeringen, vilket ökar kostnaderna jämfört med en enmansmetod.

4.5 Analysmetod för vald metod

För att lättare kunna analysera hur vald metod motsvarar de sökta krav och mål som är satta, kan följande mått användas i bedömningen av de resultat som redovisas i nästa kapitel. Dessa mått redogörs för mer i kapitel 6.

<i>Mått</i>	<i>Beskrivning</i>	<i>Enhet</i>
Effektivitet	Hur lång vägsträcka man inventera/ dag	km/dag
Kostnader	Arbetskostnad i fält	SEK/ km
Noggrannhet	Noggrannhet på inventeringsdata	± m
Ändamål	Användarvänligt, funktionalitet	

5. INVENTERING – RESULTAT

Efter de föregående mer teoretiska avsnitten, beskrivs här i stora drag appliceringen i fält av vald inventeringsmodell, samt resultaten av densamma. Här görs endast kortare kommentarer och analyser av resultaten, för att i sista kapitlet återkomma till en mer ingående analys av inventeringsresultaten. Avslutningsvis redogörs för kostnaderna förknippade med genomförandet av vald inventeringsmodell.

5.1 Insamling av data

5.1.1 Allmänt

Efter att ha genomfört en fältinventering har beskriven metod visat sig vara effektiv. Ungefär 15 km vägsträcka/dag kunde inventeras. Detta är avsevärt snabbare än traditionell inventering med papper och penna, enligt anställda vid J&W, Örebro, som varit med och utfört bådadera. Denna ”hastighet” är dock starkt beroende av hur området man inventerar ser ut. Tätbebyggt område med många objekt tar självklart längre tid att inventera än långsträckta öppna jordbruksområden. Därför kan effektiviteten variera mellan 5 – 20 km/dag beroende på terräng och miljö. 15 km/dag utgör således ett normalvärde då den här typen av inventeringar ofta utförs utanför tätort.

För att uppnå denna effektivitet krävs att den planering som krävs inför fältjobbet är genomförd. I detta fall innebär det upprättandet av en TA-plan, samt ”igångsättning” av EPOS-abonnemanget.

En trafikanordningsplan (TA-plan) upprättas av väghållaren och krävs vid alla arbeten på väg. TA-planen anger arbetsplatsens utformning och vilken skyddsutrustning/ skytning som skall finnas. Den inventering som skulle genomföras kom enligt TA-planen att kräva tungt skyddsfordon, då huvuddelen av sträckan utgjordes av tvåfältig motortrafikled utan vägrenar och skyltad hastighet 110 km/h. Förutom ett tungt skyddsfordon (15 ton) som låg 20 m bakom inventeringsfordonet fanns även ett varningsfordon 400 m bakom skyddsfordonet.

För att kunna nyttja EPOS-tjänsten vid GPS-mätningar krävs att abonnemang. Detta sörjde beställaren för som lånade ut ett abonnemang för den tid inventeringen skulle genomföras.

En viktig fördel vid genomförandet av inventeringen var dess enkla handhavande. Inventeringsutrustningen kunde skötas med kort ”inkörningsperiod” av personer med allmän teknisk kompetens. Detta belyser metodens användarvänlighet som till stor del beror på att standardkomponenter används.


5.1.2 Geografiska data

Koordinatdata från GPS-mottagaren tömdes med ett av Garmin tillhandahållet program. Referenssystemet som koordinaterna lagras i är RT90. För att undersöka noggrannheten i GPS-mätningarna genomfördes inmätningar av polygonpunkter med kända koordinater som referens. GPS-mottagaren har en funktion som vid inmätning bildar medelvärdet av uträknad position. Använder man sig av denna ”medelvärdesbildning” tar mätningarna lite längre tid (ca en minut).

Inmätningarna gjordes med och utan denna medelvärdesfunktion och mätfelen kan ses i tabellen nedan:

Polygon punkt	x-differens (m)	y-differens (m)	radiell differens (m)
966287	0,07	-3,3	3,3
966287	3,07	-6,3	7,0
966287	-0,93	-4,3	4,4
966287	2,07	-2,3	3,1
966287	4,07	-5,3	6,7
966287	3,07	-6,3	7,0
966291	1,5	-4,282	4,5
966291	1,5	-4,282	4,5
966291	1,5	-5,282	5,5
966291	2,5	-5,282	5,8
966291	1,5	-4,282	4,5
966291	1,5	-5,282	5,5
966292	3,11	-3,416	4,6
966292	2,11	-4,416	4,9
966292	1,11	-5,416	5,5
966292	2,11	-5,416	5,8
966292	3,11	-5,416	6,2
966292	3,11	-4,416	5,4

 Avser mätning med medelvärdesbildning

 Avser mätning utan medelvärdesbildning

Ur tabellen kan man se att den radiella avvikelser från de ”riktiga” koordinaterna ligger runt fem meter i genomsnitt. Detta mått utgör noggrannheten i vägens längdled, vid en inventering. För sidomåtten blir noggrannheten avsevärt högre, i och med användandet av laseravståndsmätaren.

5.1.3 Attributdata

Attributdatan lagras vid inventeringen löpande i en tabell. Formuläret möjliggör att informationen kan lagras relativt snabbt. En nackdel med formuläret är att man inte ser det som skrivits in tidigare, t ex på föregående post. För att kunna ”stega” tillbaka måste man gå från formulär- till tabelläge. Efter avslutat fältarbete delades tabellen upp i två nya: en för vänster körfält och en för höger körfält. Skälet till detta är att inventeringen lämpligen redovisas tvådelad (höger och vänster sida) för att bli överskådlig. Även den mänskliga faktorn utgör ett viktig aspekt vid insamling av attributdata, eftersom det som skrivs i formuläret ibland grundar sig på subjektiva bedömningar. Särskilt viktigt är det att bedömningsgrunderna ”kalibreras” om flera personer genomför inventeringen längs olika sträckningar. Uppfattningen om när bank övergår i skärning kan variera mellan olika personer, liksom uppskattningen av en bankhöjd kräver ett tränat öga.

5.2 Bearbetning av data

Den efterbehandling som fick göras av attributdatan sträcker sig till att korrigera de felmatningar som gjorts eller kompletteringar som kunnat identifierats. Vad avser geografiska data fick koordinatfilerna från GPS-mottagaren sparas som pxy.filer (koordinatfiler) eller txt.filer (textfiler) beroende på om ytterligare justering krävs. Det är av stor vikt att kunna referera inmätta objekt till en lokal längdmätning, framförallt då objekten skall åtgärdas. Därför lades de inmätta punkterna in i ett fältmättningsprogram (GEO 11), varefter dess längdmätning kunde beräknas (i ett lokalt system) utifrån en av Vägverket tillhandahållen väglinje över sträckan. Andra inmätta punkter, som t.ex. fotopunkter, sparades direkt som textfiler med x och y koordinater. Tabeller skapades för objekts attribut- och koordinatdata. För att skapa enskilda tabeller eller lägga till punkternas längdmätning togs genvägen över Excel, som erbjuder en mer användarvänlig miljö. Därefter lästes tabellerna in i *Access*.

5.3 Presentation av data

Beroende på ändamålet med redovisningen kan presentationen av inventerat material göras på olika sätt. Eftersom inventeringen sträcker sig över stora geografiska områden, lämpar sig den översiktliga presentationen som en kartredovisning. Redovisningen som skall ligga till grund för åtgärdsförslaget behöver dock vara mer detaljerad och utformas lämpligen som en tabellredovisning. Dock skulle en GIS-presentation även här kunna utgöra en användbart verktyg.

5.3.1 GIS

För den översiktliga presentationen användes programvaran ArcView, från ESRI. I ett GIS kan objekt redovisas som en punkt, linje eller yta. Inventeringen av sidoområdet redovisas i punktform. Det är främst de fasta föremålen i sidoområdet som lämpar sig för en sådan redovisning. Eftersom inventeringen även innehåller mätpunkter där andra företeelser än fasta hinder registrerats, t ex där bank övergår i skärning, måste en selektering av de fasta föremålen göras. Dessa fasta hinder redovisas som punkter med olika symboler på en kartbild. Objektens attribut finns lagrade digitalt, och med ett informationsverktyg kan denna information åskådliggöras genom att man ”klickar” på vald symbol. Dessutom finns möjligheten att söka efter en viss objekttyp eller egenskap, t ex hur många elstolpar inom 10 m avstånd från vägen som finns utmed sträckan. Förutom fasta hinder finns även andra objekttyper som lämpliga att redovisa i punktform. Nedan ges en lista över vilka objekttyper som lämpar sig för redovisning i punkt- och linjeform:

<i>Punktobjekt</i>	Fasta hinder Fotografier Fornlämningar Knutpunkter Olyckor
<i>Linjeobjekt</i>	Kulturmiljöer Naturmiljöer Befintliga räcken

Figur 16: Lämpliga objekttyper för GIS-redovisning.

Förutom den data om objekt och vägmiljö man vid inventeringen samlar in kan det finnas ytterligare information som kan vara intressant att presentera. Denna information kan utgöras av fotografier tagna längs sträckningen, natur- och kulturmiljöer, förekomst av befintliga räcken eller olycksstatistik.

Fotografier:

En intressant funktion i *ArcView* som användes var möjligheten att länka ett fotografi till en punkt eller objekt, för att komplettera och förtydliga inventeringsresultaten.

Kultur- och naturmiljöer:

Områden av kultur- och naturmiljöintresse, tillsammans med fasta fornlämningar, kan läggas in i efterhand. I och med inventeringen av E18 lades denna typ av information in i samråd med en landskapsarkitekt.

Räcken:

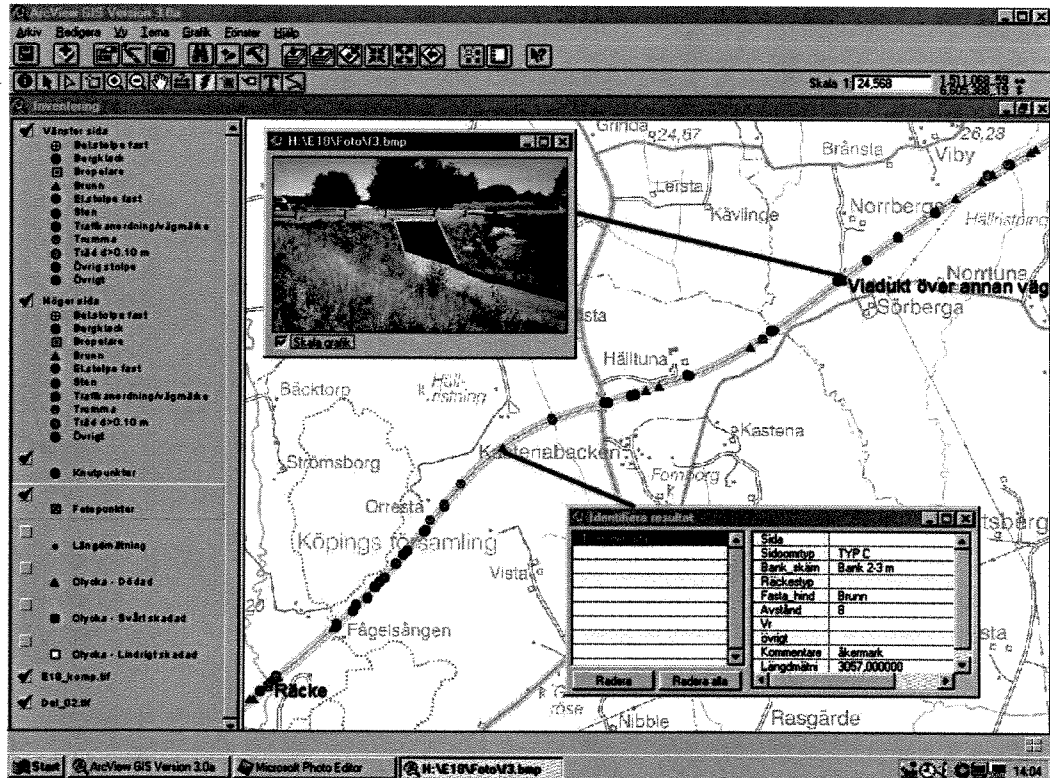
Utifrån genomförd inventering lades befintliga räcken in i *ArcView*. Med denna redovisning kan man illustrativt påpeka brister i räckesplaceringar längs sträckningen. Informationen om vart räcket startar och slutar finns givetvis i tabellform. Fördelen med kartredovisning är att man direkt kan se att räcket och hindret det skyddar, exempelvis en bropelare, inte alltid är korrekt utformat. Däremot uteblir andra viktiga attribut som t.ex. räckestyp, behov av arbetsbredd, typ av förankring. Denna information är av intresse för den person som senare genomför åtgärdsförslagen och redovisas lämpligen i tabellform.

Olyckor:

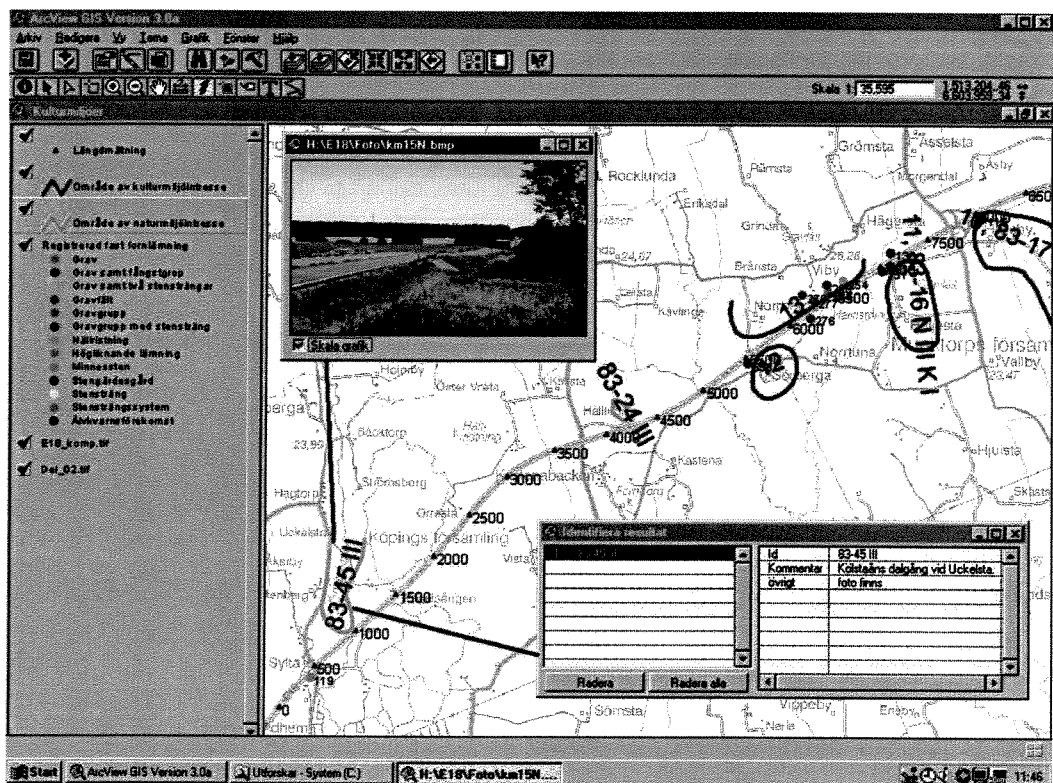
För att ytterligare skapa sig en bild över farliga partier på inventerad sträcka kan man studera olycksstatistik.

För GIS-redovisningen, där det finns krav på överskådlighet, valdes rasterkartan, som dessutom är mer lätthanterlig att jobba med. Dock lämpar sig rasterkartan ej för skalor större än 1:30 000, då den tenderar att bli hackig. Den rasterkarta som användes baserar sig på gröna kartan, skala 1:50 000. En pixel motsvarar 5 x 5 meter på marken.

På nästa sida ges exempel på hur GIS-redovisningen över fasta hinder (figur 17), samt natur- och kulturmiljöer (figur 18). Se även bilaga 1 och 2.



Figur 17: Inventering av fasta hinder.



Figur 18: Inventering av natur- och kulturmiljöer.

5.3.2 Tabellredovisning

I arbetet med att ta fram åtgärder baserat på genomförd inventering användes huvudsakligen tabeller från *Access*-databasen (figur 19, samt bilaga 3). De kopierades över i excel efter mindre justeringar. Skälet till att använda excel var att det ansågs lättare att jobba i, med fler redigeringsmöjligheter.

Höger	objektname	objektid	datum	sida	sidoomrtyg	bank/skärning	fäcke	fasta hinder	avstånd	VFI	öberg	kommentarer	längden	stening
1	E18 Köping-V-ls	40250	990810		höger					10		startpkt. från köping mot västerås		4
2			990810									Vändplats väg/f.o.		78
3			990810		TYP C	Bank 1-2 m		Skog	7					104
4			990810		TYP C	Bank 1-2 m		Sten	5					208
5			990810		TYP C	Skärning 4-6 m		Skog	10					260
6			990810		TYP C	Bergskärning 4-6 m		Skog	10					326
7			990810		TYP C	Bank 0-1 m		Skog	11					398
8			990810		TYP C	Bank 2-3 m		Typ Kohlsva				Viadukt över annan väg	rstart	452
9			990810		TYP C	Bank > 3 m		Typ Kohlsva						475
10			990810		TYP C	Bank > 3 m		Typ Kohlsva						491
11			990810		TYP C	Bank > 3 m		Trafikanordning/v	5					530
12			990810		TYP C	Bank 2-3 m								523
13			990810		TYP C	Bank 1-2 m		Brunn	6					732
14			990810		TYP C	Bank 1-2 m		Typ Kohlsva						911
15			990810		TYP C	Bank 2-3 m		Typ Kohlsva						950
16			990810		TYP C	Bank 1-2 m		Elstolpe fast	11					960
17			990810		TYP C	Bank 1-2 m								998
18			990810		TYP C	Bank > 3 m		Brunn	7					1005
19			990810		TYP C	Bank > 3 m								1397
20			990810		TYP C	Bank > 3 m		Typ Kohlsva				Viadukt över annan väg	rstart	1457
21			990810		TYP C	Bank > 3 m		Typ Kohlsva	11					1479
22			990810		TYP C	Bank > 3 m		Brunn	10					1477
23			990810		TYP C	Bank 1-2 m		Sten	10					1436
24			990810		TYP C	Bergskärning 2-4 m		Skog	12					1531
25			990810		TYP C	Skärning 2-4 m		Skog	10					1665
26			990810		TYP C	Bank 0-1 m		Sten	7					1639
27			990810		TYP C	Bergskärning 0-2 m		Bergklack	2			skog		1785
28			990810		TYP C	Bergskärning 0-2 m		Bergklack	2					1849
29			990810		TYP C	Bank > 3 m		Skog	> 13					1915
30			990810		TYP C	Bank 2-3 m		Sten	7					1833
31			990810		Sämere än C	Skärning 0-2 m		Skog	13					1897
32			990810		Sämere än C	Bergskärning 2-4 m		Bergklack	4			skog		2050
33			990810		Sämere än C	Bank 0-1 m		Skog	10					2113
34			990810		Sämere än C			Sten	5					2198
35			990810		Sämere än C			Sten	5			skog		2318
36			990810		Sämere än C	Skärning 0-2 m		Bergklack	5					2337
37			990810		TYP C	Bank 2-3 m		Skog	10					2404
38			990810		TYP C	Bergskärning 2-4 m		Bergklack	3			skog		2530
39			990810		TYP C	Bank 1-2 m						trumma över dike		2546
40			990810		TYP C	Bank 1-2 m								2723
41			990810		TYP C	Skärning 0-2 m		Skog	9					2831
42			990810		TYP C	Bank 2-3 m		Brunn	8					3058

Figur 19: Tabellredovisning i excel.

5.3.3 Alternativ redovisning

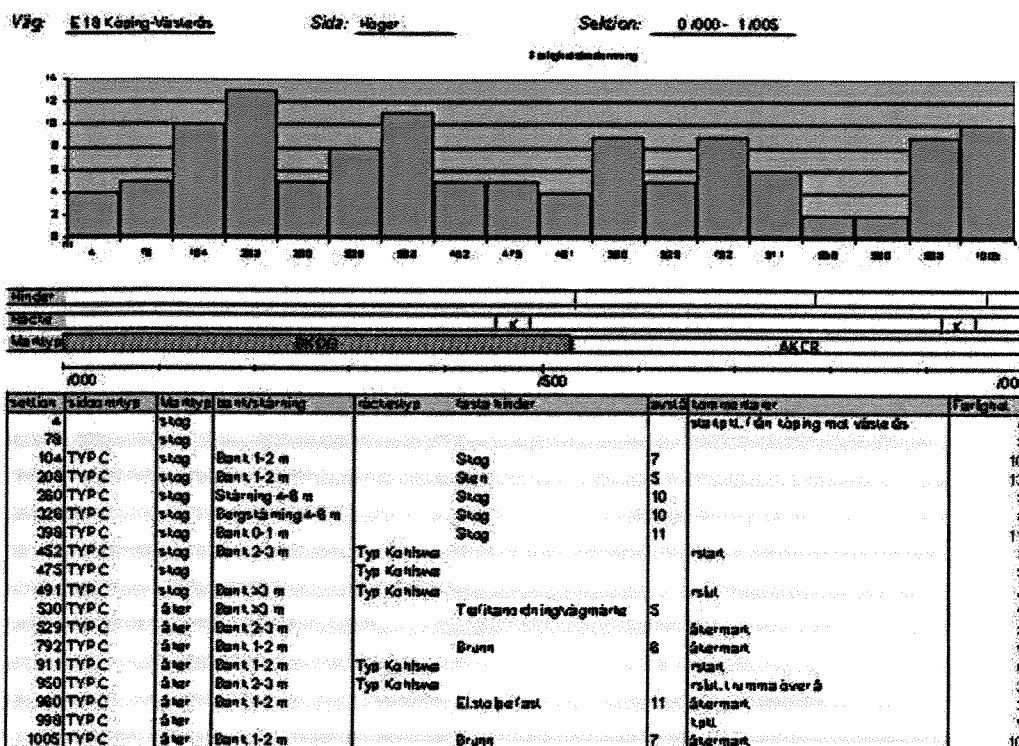
För den detaljerade presentationen skulle *ArcView* kunna användas som verktyg. För att få med all information från tabellen måste dock vissa förenklingar göras, eftersom kartredovisningen annars riskerar att bli för rörig. Som ett led i att förenkla redovisningen av sidoområdet kan redovisningen ske i två steg, ett mer översiktligt och ett mer detaljerat.

- * För den översiktliga redovisningen kan en *farlighetsbedömning* av sidoområdet göras, med hjälp av de värden på farligheten som baseras på sidoområdets utformning, samt olyckstatistik.
- * Den *detaljerade presentationen* måste innehålla tillräckligt med information för att ligga till grund för ett åtgärdsförslag.

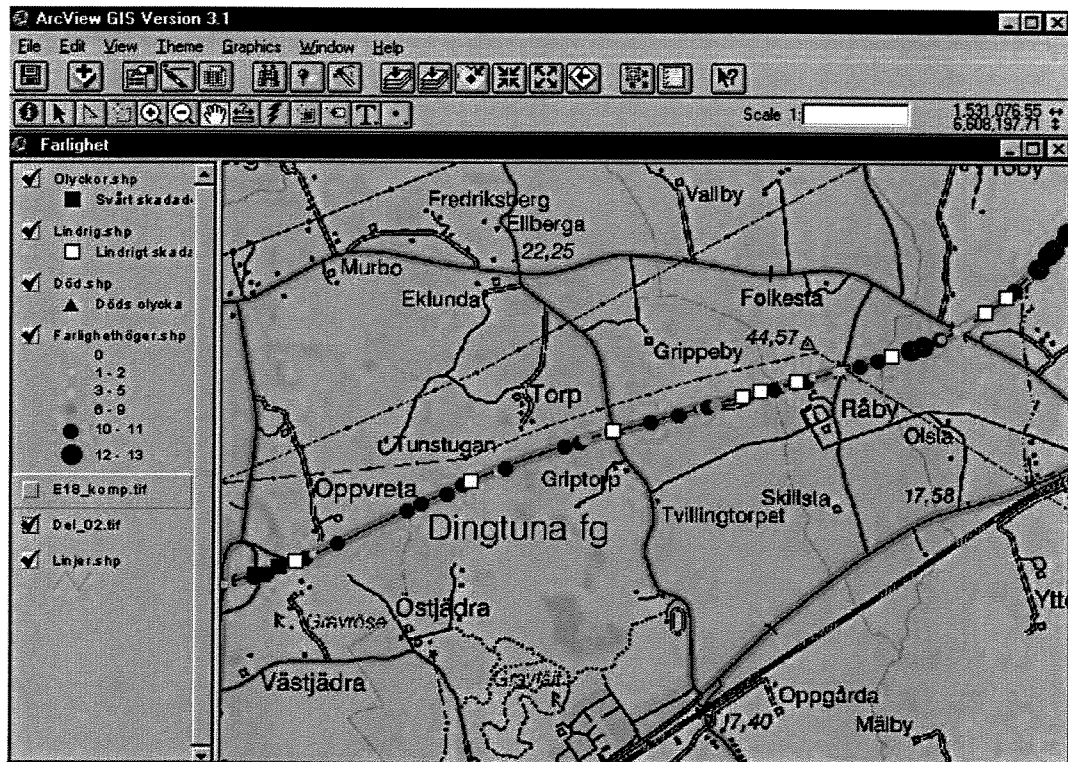
Farlighetsbedömning

Enligt ett arbetsdokument *Utvecklingsprojekt "Förbättring av vägens sidoområde"*, Nivå 2 [9], kan utformningen av sidoområdet och däri liggande objekt beskrivas utifrån en farlighetsbedömning. Den är framtagen som ett mått på "hur farliga" olika utformningar kan sägas vara, givet att en olycka inträffar. Text anses det farligare att köra av vägen vid en bergskärning än på en låg bank i öppen terräng. Denna redovisning kan sägas utgöra en farlighetsbedömning av vägsträckningen avseende dess sidoområde, vilket skulle kunna påvisa de farligaste och därmed de mest angelägna sträckorna att åtgärda.

Nedan visas exempel på hur en del av den inventerade sträckan (södra sidan av de första 7 kilometrarna av E 18) redovisas med farlighetsbedömning, dels i *Excel* (figur 20) och dels i *ArcView* (figur 21 och bilaga 4).



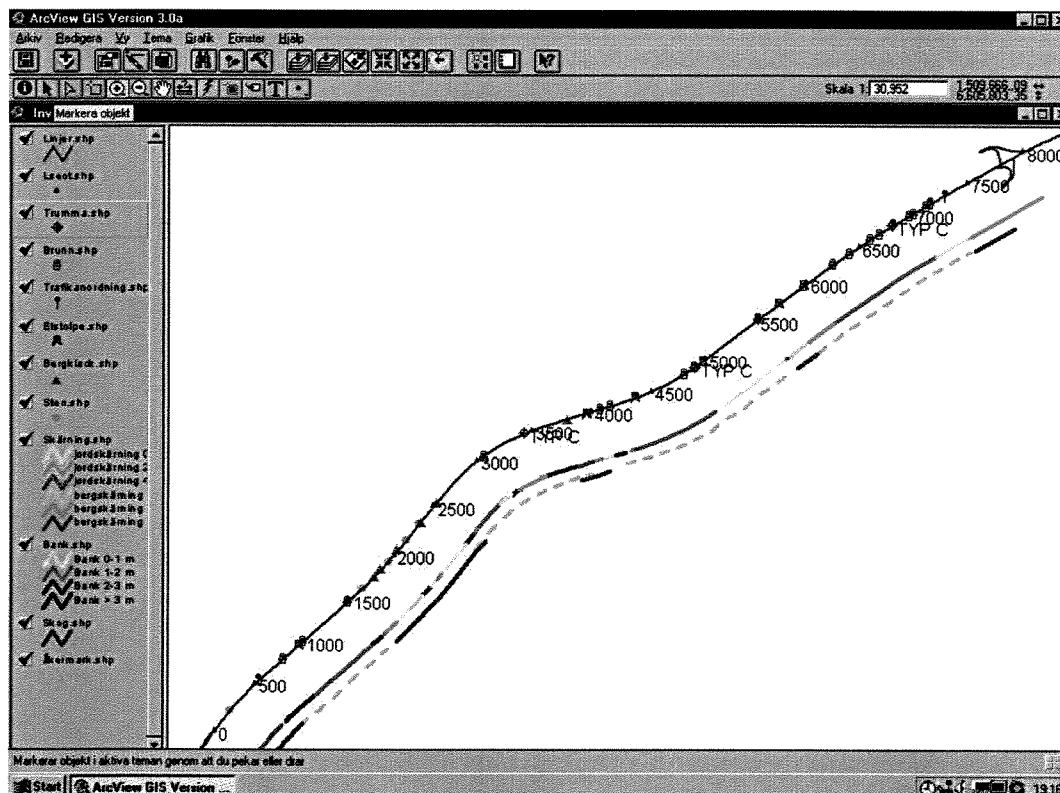
Figur 20: Farlighetsbedömning i Excel.



Figur 21: Farlighetsbedömning i ArcView.

Detaljerad presentation

På nästa sida ges ett exempel på hur den detaljerade presentationen skulle kunna utföras i *ArcView* (figur 22 samt bilaga 5). Den information som redovisas är förekomsten av oeftergivliga föremål (typ och avstånd från vägen), bank eller skärning (jord/berg i olika intervaller), vegetation (skog eller åkermark), befintliga räcken, längdmätning, samt sidoområdestyp (i förekommande fall).



Figur 22: Detaljerad presentation i ArcView (enbart höger sida).

5.4 Kostnader

Här har gjorts försök till att uppskatta de kostnader som uppstår i samband med inventeringen. Hänsyn till efterarbete har ej tagits utan fokus har legat på datainsamlingen. Nedan följer en lista med poster över utgifter som kan relateras till informationsinhämtningen. Den har delats upp i fasta och rörliga kostnader.

Fasta kostnader:

- Bärbar dator 20000 kr
- GPS-utrustning 12000 kr
- Laseravståndsmätare 9000 kr
- Digital trippmätare 8500 kr

Rörliga kostnader:

- SWEPOS – abonnemang 6500 kr/år
- Arbetskostnad 2 personer med fordon 1000 kr/tim
- Skyddsfordon 500 kr/tim

5.5 Begränsningar

De begränsningar som upptäcktes hänförde sig såväl till insamling och bearbetning, som presentation av data.

5.5.1 Insamling

Geografiska data

Det mest påtagliga störningsmomentet vid inventeringen var radiomodemets dåliga mottagningsförmåga. Skälet till detta var den antenn som ingick i utrustningen. Några gånger bröts kontakten och korrektionsdata kunde då ej mottagas, vilket innebar att mätningar ej kunde genomföras. Istället användes den digitala trippmätaren, C-Trip. Trippmätaren användes under en sträcka av nästan 1 mil. Enligt specifikationen skall trippmätaren ge maximalt fel på 0.1% av körd sträcka. Det skulle i detta fall motsvara 10 m på 1 mil. Dock påvisades ett fel på nästan 40 m vid jämförande mätningar med DGPS-utrustningen. För att i efterhand korrigera trippmätarens felaktiga värden, mättes vissa punkter om med GPS-utrustningen. Det visade sig att felet ackumulerades och ökade med körd sträcka. Genom att dela in sträckan i olika delar korrigerades felet i efterhand, där punkterna i slutet av sträckan flyttades 40 m, de näst sista 30 m osv. Eftersom inventeringen genomfördes längs E 18, en stor motortrafikled, är skälet till den tidvis dåliga mottagningen sannolikt inte dålig täckning i området utan snarare brister i antennens mottagningsförmåga. För kommande inventeringsarbeten har en aktiv antenn införskaffats med bättre mottagningskapacitet. Till de mer generella begränsningarna som kan påvisas hör den trafikfara som personal och fordon utgör i samband med inventeringen. Dessutom är den här typen av inventering väder- och siktberoende, i motsats till tex. laserscanning.

Attributdata

I enighet med det som sades om tänkbara nackdelar med metoden i avsnitt 4.4, kan man peka på vissa begränsningar vid insamlingen av data. Skälet till detta är att man enbart mäter det man vill mäta, och då kanske förlorar annan information som kan vara användbar. Eventuellt behövs i ett senare skede information om trädsorter eller skogstyp, information som lättare erhålls vid filmning av vägområdet.

5.5.2 Bearbetning

En begränsning i lagringsmomentet var att punkternas attribut- och geografiska data lagrades var för sig. Hade denna koppling skett automatiskt skulle tid sparas vid redigeringen av data. Kopplingen till VDB fick göras i efterhand, vilket krävde extra arbete.

5.5.3 Presentation

Möjligheterna att använda GIS genomgående begränsas något då det förutsätter kunskaper om programvaran (här *ArcView*).

6. DISKUSSION OCH SLUTSATSER

I detta kapitel belyses och utvärderas närmare de viktigaste aspekterna av detta arbete. Utifrån dessa dras vissa slutsatser och rekommendationer kring inventering av sidoområden. Även detta kapitel följer kronologin i utförandet av inventeringen. Dessutom redogörs för begränsningarna med modellen.

6.1 Granskning av resultat

6.1.1 Metodval

Mot bakgrund av de problem som följer insamling av data över stora geografiska områden gjordes en metodutveckling. Önskan om en effektiv insamlingsmetod står delvis i motsats till kraven på tillräcklig noggrannhet. Det ansågs därför angeläget att utveckla en metod som balanserar mellan dessa krav.

De kompromisser som gjorts är följande:

- För att uppnå en högre effektivitet i datainsamlingen i fält har de objekt och karakteristika man avser ”mäta in” definierats i förväg. Det kan innebära att andra relevanta objekt vid sidan av de fördefinierade riskerar att inte tas med vid inventeringen.
- Vald metod med fordonsbaserad inventering innebär att man måste stanna vid varje objekt för att mäta och registrera.

En alternativ metod skulle kunna vara att vägmiljön filmades för ökad effektivitet och även helhet. Med helhet avses här att annan information än just den sökta hämtas in och kan användas i andra sammanhang, tex i drift- och underhåll av vägnätet. Mot bakgrund av studier som gjorts om videofilmning [10] samt erfarenheter från Vägverkets regioner [14] ser man dock filmbaserade metoders begränsning. Den detaljeringsgrad man eftersträvar blir ofta svår att uppnå, tex lokalisering av trumändar och rådande slänthutningar. Därför lämpar sig metoden som en ”grovinventering” av sidområdet där större objekt såsom farliga bergskärningar och över-/underfarter kan identifieras och lokaliseras i ett tidigt stadium av inventeringen.

6.1.2 Ändamål

Metodens ändamålsighet kan studeras ur olika aspekter. Här avses

1. typen av inventering som metoden medger, samt
2. de dataformat som metoden medger.

1. Nedan ges en sammanställning över olika typer av inventeringsmetoder. Utifrån de mått som angavs i kapitel 4.4, kan vald metod studeras och översiktligt jämföras med andra.

Metod	Noggrannhet på insamlad data	Effektivitet vid data-insamling	Typ av info	Lämplig terrängtyp	Fördelar	Nackdelar
Flygburen filmning	medel	Hög	översiktlig	Glesbygd, ej tätort	Effektiv	Dyr utrustning, väderberoende
Fordonsburen filmning	Medel till hög	Medel till hög	Översiktlig till detaljerad	Bra vid tätort	Hög effektivitet och i tätort noggrannhet	Översiktlig info på landsbygd, väderberoende
Laser-scanning	hög	Låg	detaljerad	tätort	Stor noggrannhet	Begränsad anv.omr.
DGPS med gyro	hög	Medel till hög	detaljerad		Säker (vid GPS-bortfall)	Dyr och avancerad utrustning
Vald metod DPGS	hög	Medel till hög	detaljerad	Ej tätort	Billig utrustning, enkelt handhavande	Ej effektiv i tätort
FIKS-systemet	hög	Medel till hög	detaljerad	Ej tätort	Anpassad till VDB	Ej knuten till koordinater
Traditionell metod	hög	Låg	detaljerad	Ingen betydelse	Billig utrustning	Tidskrävande
Vocarta	hög	Låg till medel	detaljerad	Bra vid tätort	Smidig i tätort (en person)	

Figur 23: Utvärdering inventeringsmetoder.

Utifrån de resultat som framkommit vid genomförandet kan man, i jämförelse med andra metoder, konstatera att metoden lämpar sig väl för detaljerad inventering av vägars sidoområden.

2. Dataformat. Den andra aspekten av ändamålsenlighet, eller funktionalitet, utgörs av de dataformat som metoden medger. För att underlätta behandlingen av den information som samlas in, är det viktigt att veta vilket referenssystem som eftersträvas. Skall koppling göras till VDB's knutpunkter eller är koordinatsatta punkter att föredra? Det åligger Vägverket, som i egenskap av beställare i dessa typer av jobb, att definiera vilka relationer som är önskvärda. Vid en workshop som anordnades av Vägverket hösten 1999 [11], diskuterades dessa frågor med aktörer på marknaden. Då detta är en relativt ny situation för Vägverket, har inga riktlinjer ännu dragits upp för denna typ av verksamhet. Vald metod genererar koordinatsatta objekt som relaterar till ett regionalt referenssystem, RT 90. Koppling till VDB kan dock göras i efterhand.

6.2 Insamling av data

6.2.1 Geografiska data

Metoden att använda fordonsbaserad DGPS-mätning förefaller vara en effektiv datainsamlingsmetod, ungefär 15 km vägsida per dag kan inventeras. Då endast standardkomponenter används minimeras utbildningsbehovet av mätpersonal. Påtalade nackdelar med metoden är radiomodemets dåliga antenn. För kommande inventeringsarbeten har en aktiv antenn införskaffats med bättre mottagningskapacitet. Om mottagningsförhållandena för satellitsignalerna och/eller radiosignalerna blir för dåliga, är det önskvärt att ha ett hjälpsystem. Vald metod använder en digital trippmätare för ändamålet. Denna visade sig dock inte vara tillräckligt noggrann. Skälet till detta kan bero på felaktig kalibrering i kombination med ogynnsamma förhållanden (slingrig körning på ramper och många stopp försämrar mätresultatet). För att använda trippmätaren riktigt, måste den regelbundet kalibreras/uppdateras med kända värden på längdsektion. Detta gjordes inte vid genomförandet, utan trippmätaren fick "gå" i nästan en mil utan uppdatering. Slutsatsen blir därför att vid kommande inventeringar regelbundet uppdatera trippmätaren, även om den inte används. Ett annat problem är att med arbete på och vid vägen följer vissa trafikolycksrisker. Man bör därför begränsa de tillfällen då mätpersonal måste lämna fordonet för att mäta. Detta skulle kunna ske genom att förlänga de intervaller som anger avstånd till fasta hinder och dylikt. I förstudierapporten "Förbättring av vägens sidoområde" [7] ges förslag på följande intervaller: 0-5m, 5-7m, 7-10m och >10m.

6.2.2 Noggrannhet

Av vad som framkommit vid resultaten framstår kombinationen med GPS-mätning och laseravståndsmätare som tillräckligt noggrann. Kontrollmätningar som genomfördes på tre polygonpunkter visade att det genomsnittliga radiella felet ligger runt fem meter. Detta är sämre än vad fabrikanter uppger, men samtidigt fullt acceptabelt med hänsyn till noggrannhetskravet på 10 m i sektion. Vad den sämre mätnoggrannheten beror på är svårt att säga. En orsak kan vara brister hos antennen med vilken korrektionsdata togs emot. Vid en inventering blir noggrannheten i vägens längdled 5 m, medan sidomåtten kan bestämmas med centimeterprecision.

6.2.3 Kostnader

Metoden att med fordonsbaserad DGPS inventera vägens sidoområde visar på låga investeringskostnader. Då andra metodkoncept att samla information längs vägnätet är relativt nya är det svårt att jämföra kostnader dem emellan. Dessutom skiljer sig typen av information man hämtar in, beroende på vilken metod man studerar. Måttet av kostnadseffektivitet som metoden erbjuder korresponderar mot hur effektivt datainsamlingen sker. Ett sätt att jämföra kostnader kan därför vara att gruppera olika metoder utifrån dess förmåga att effektivt samla information av viss typ. Eftersom inga fältförsök har genomförts för dessa metoder får figur 23 ses som en översikt med estimerade relationer.

6.2.3 Attributdata

Att utarbeta en metod för sidoområdesinventering innebär också att utarbeta ett sätt att organisera attributdata. Formuläret i *Access*-databasen möjliggör snabb lagring av information i fält, samtidigt som informationen lagras på rätt sätt från början. Den mänskliga faktorn är viktig aspekt vid datainsamlingen, eftersom vissa observationer grundar sig på subjektiva bedömningar. En slutsats blir därför att viktig och värdefull erfarenhet och kompetens byggs upp hos inventeringspersonal.

6.3 Bearbetning av data

Bearbetningen av data kan sägas bestå av två delar. Dels krävs korrigeringar och kompletteringar av lagrad information i fält, dels kräver kombinationen av hård- och mjukvara att viss bearbetning av informationen görs. Den förstnämnda delen av bearbetningen minimeras i och med användningen av formuläret. Generellt kan man säga att ju mer fördefinierad informationen som samlas in är, desto lättare blir det att organisera och hantera attributdatan. Den andra delen av bearbetningen som beror av sammansättningen av utrustning som använts, är svårare att påverka. En önskvärd egenskap som idag saknas är möjligheten att direkt i fält koppla geografiska data till attributdata. Man skulle då vinna tid såväl vid insamlingen som vid bearbetningen av data. Ytterligare en tidsvinst skulle kunna göras om knutpunkter i VDB mäts in fält (i mån av tydliga knutpunktskisser).

6.4 Presentation av data

Eftersom inventeringen i förlängningen leder till att ett åtgärdsförslag tas fram, kan det vara lämpligt att studera vilken information som bör tas med i presentationen av insamlad data. Information som kan anses nödvändig för framtagandet av åtgärdsförslag är följande:

- × Fasta hinder (typ och avstånd)
- × Terrängtyp (öppen eller skogsterräng, vid den senare krävs avstånd till skogen)
- × Bank eller skärning (höjd eller djup)
- × Förekomst av bergskärning (djup och avstånd till vägren)
- × Förekomst av befintliga räcken och viltstängsel (typ och avstånd)

6.4.1 GIS redovisning

Det tidigare nämnda resultatet angående de objekttyper som är lämpliga att redovisa i en GIS-miljö, visar på vissa brister i denna presentationsmetod. Eftersom varje inmätt punkt har många olika attribut kopplat till sig, blir det svårt att redovisa all information. Endast de fasta hindren finns redovisade som symboler. Detta begränsar användbarheten för kommande åtgärdsförslag. Dock finns många möjligheter med GIS-presentationen, t ex finns i ArcView sökfunktioner som kan underlätta arbetet med åtgärdsförslaget. Möjligheten att länka fotografier till objekt är en annan användbar funktion. För redovisning av kultur- och naturmiljöobjekt samt fasta fornlämningar och olyckor lämpar sig GIS-redovisningen väl. Skälet till detta är att dessa typer av objekt oftast är

väldefinierade. Med det menas att, utöver den kartografiska redovisningen, tillkommer endast en förklarande textdel. Varje objekt har oftast bara ett attribut kopplat till sig, vilket inte fallet vid redovisningen av inventeringen.

6.4.2 Tabellredovisning

För kommande åtgärdsförslag användes *Access*(excel) som verktyg. Här blir redovisningen för hinder, sidoområdestyp, bank/skärning osv mer överskådlig. Arbetet med att ta fram tabeller är enkelt då de baseras på den *Access*-tabell som skapas i och med inventeringen. Den information som läggs till i efterhand är längdmätningen.

6.4.3 Alternativ redovisning

En alternativ redovisning utgör den grafiska presentationen där farlighet, räcken, fasta hinder och marktyp redovisas i *ArcView*. Denna presentation kräver dock att mer tid läggs på att bearbeta insamlad information.

Nyttan av redovisningen över sidoområdets farlighet kan diskuteras. Urvalet av de sträckor som kan anses farliga görs sannolikt i ett tidigare stadium, varför en redovisning av sidoområdets farlighet snarare verifierar tidigare hypoteser istället för att tillföra ny information.

Att grafiskt redovisa ”hela inventeringen” detaljerat i *ArcView* skulle antagligen förenkla arbetet med att ta fram åtgärdsförslag. Detta eftersom man då har all information samlad på ett ställe. Med tillgång till olycksstatistik, utformning av sidoområdet, förekomst av fasta hinder och räcken skulle även åtgärdsförslaget kunna tas fram i *ArcView*. Dock måste man väga den extra arbetsinsats som krävs att lägga in all information i *ArcView* mot den vinst som görs i överblickbarhet. Dessutom finns risken att en grafisk redovisning av inventerade data lätt blir rörig, om för mycket information visas samtidigt. Det är därför viktigt att omsorg läggs på att utforma redovisningen så att informationen om befintliga förhållanden blir tydlig och lättförståelig.

6.5 Sammanfattning

Vi kan nu sammanfatta följande:

+:

- × Vald metod att inventera sidoområden med GPS fungerar väl.
- × Metoden är anpassad efter de egenskaper som hör till sidoområdesinventeringar, med mycket information utspridd över ett stort område.
- × Den effektivitet i datainsamling som metoden bjuder är ungefär 15 km vägsida/dag.
- × Låga investeringskostnader.
- × *Access*-databasen, tillsammans med formuläret, förenklar hanteringen och lagringen av attributdata.
- × Enkelt och snabbt att ta fram en tabellredovisning.
- × GIS utgör ett flexibelt och användbart verktyg vid redovisningen av inventeringen.

-:

- × Radiomodemets stundtals dåliga mottagningsförmåga.
- × Geografiska data och attributdata lagras var för sig i fält.
- × GIS-redovisningen kan förbättras. Den alternativa GIS-redovisningen där all information visas grafiskt förefaller vara bra, men kräver en del extrabearbetning av data.
- × Mätpersonal utsätter sig själva och andra trafikanter för fara i samband med fältinventeringen.

7. ARBETET VIDARE

I detta sista kapitel nämns något om vilka områden som skulle kunna studeras ytterligare och där förbättringar i metodik kan göras. Dessutom görs utblickar mot andra områden där vald metod skulle kunna vara användbar.

7.1 Behov av ytterligare studier/ förbättringar

7.1.1 Insamling av data

Genom att byta ut den befintliga antennen mot en aktiv, skulle sannolikt mottagningsförhållandena för korrektionsdata förbättras. Det skulle innebära färre driftstopp och därmed ökad effektivitet vid datainsamlingen.

7.1.2 Bearbetning av data

Sättet att lagra och bearbeta data skulle också kunna göras effektivare. Om GPS-mottagaren kunde kommunicera med *Access*-databasen skulle arbetsmomentet med att koppla geografisk information och attributdata via löpnummer elimineras. Det skulle underlätta lagringen av data i fält, samt minska arbetet med bearbetningen av data. Om tabellredovisningen kunde ersättas med en ren GIS-redovisning, skulle arbetsmomentet i excel inte behövas, vilket skulle spara viss tid.

7.1.3 Presentation

Den alternativa GIS-redovisningen förefaller vara ett bra sätt att redovisa inventerade objekt. Dock är det en ganska tidskrävande process att göra om punktojekt till linjeobjekt. En lösning skulle kunna vara ett program som i ArcView konverterar punktojekt till linjeobjekt.

7.1.4 Övrigt

En intressant och användbar applikation skulle vara att bygga vidare på konceptet och även koppla åtgärdsförslaget till inventeringen. Genom att komplettera *Access*-formuläret med några åtgärdsförslagsmenyer skulle många åtgärder kunna bestämmas på plats. I anslutning till farlighetsfaktorerna i Nivå 2 dokumentet [9] finns även redovisat kostnader för olika åtgärder. Genom att lägga in kostnader för olika åtgärder, skulle kostnadsberäkningen för åtgärdsförslagen kunna förenklas.

7.2 Andra användningsområden

Vald metod för inventering av vägars sidoområden visar bara på ett koncept för att samla, lagra och presentera information. Den skulle lätt kunna appliceras på andra typer av inventeringar där man av olika skäl inte kräver så stor inmättningsnoggrannhet. Andra användningsområden där metoden skulle kunna användas är inventering av deponier, kultur- och naturmiljöobjekt, viltbestånd, vägmärken, träd och växter i en kommun, vägens kondition vid drift- och underhållsarbeten.

REFERENSER

- [1] Vägverket. (1999) *Trafiksäkerhetsrapport 1998*. Publikation 1999:35. Borlänge: Vägverket.
- [2] Nilsson, G. & Wenäll, J. (1997). *Påkörning av belysningsstolpar och andra hårda föremål i vägmiljön*. VTI meddelande 825. Linköping: VTI
- [3] Nilsson, G. (1999) *Vägens sidoområde*. Material presenterat på seminarium *Vägens sidoområde – hur ska det utformas* 1999-06-01, Borlänge.
- [4] Englund, A., Gregersen, N.P., Hydén, C., Lövsund, P. & Åberg, L. (1998) *Trafiksäkerhet - En kunskapsöversikt*. Lund: KFB och Studentlitteratur.
- [5] Vägverket. (1994) *Vägutformning 94*. Publikation 1994:049 Borlänge: Vägverket.
- [6] Lundström, G & Sandell, M (1993) *Olyckor med fasta sidohinder*. Examensarbete i trafikledsteknik 1993:8. Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola.
- [7] Vägverket Konsult (1999) *Förstudierapport Förbättring av vägens sidoområde*. Arbetsmaterial. Uppsala: Vägverket Konsult.
- [8] Vägverket Konsult (1999) *Utvecklingsprojekt Förbättring av vägens sidoområde Nivå 1*. Arbetsmaterial. Uppsala: Vägverket Konsult.
- [9] Vägverket Konsult (1999) *Utvecklingsprojekt Förbättring av vägens sidoområde Nivå 2*. Arbetsmaterial. Uppsala: Vägverket Konsult.
- [10] Hedström, Ragnar (1995) *Kartläggning av föremål i omedelbar anslutning till järnvägsspåret med hjälp av videofilm*. VTI notat 13-1995. Linköping: VTI.
- [11] Vägverket (1999) *Nya/alternativa sätt för informationsförsörjning*. Material presenterat vid workshop 1999-09-21, Borlänge.
- [12] Vejdirektoratet (1999) *Billedregistrering af vejmiljøet*. Produktblad från danska vägverket, Konsulentafd. Vest.

[13] Statens vegvesen (1998) *Bruk av DGPS for datainnsamling langs veg*.
Prosjektrapport. Arendal: Statens vegvesen.

[14] Vägverket (1999) Seminarium om sidoområdes- och räcketåtgärder. Material
presenterat vid seminarium 1999-11-22/23, Växjö.

BILAGOR

- Bilaga 1: GIS-redovisning av fasta hinder i *ArcView*.
- Bilaga 2: GIS-redovisning av natur- och kulturmiljöer i *ArcView*.
- Bilaga 3: Tabellredovisning i *Excel*.
- Bilaga 4: Redovisning över ”farlighet” i *ArcView*.
- Bilaga 5: Detaljerad redovisning av fasta hinder i *ArcView*.

ArcView GIS Version 3.0a

Arkiv Bedigera Vy Tema Grafik Fönster Hjälp

Skala 1:24,568 1:511,068,59 6:505,388,19

Involverat

H:\AE18\Foto\M3.bmp

Skala grafik

H:\AE18\Foto\M3.bmp

Microsoft Photo Editor

ArcView GIS Version 3.0a

Start H:\AE18\Foto\M3.bmp 14:04

Vänster sida

- Beistolpe fast
- Bergklack
- Propelare
- Brunn
- Elstolpe fast
- Sten
- Trafikanordning/vägmärke
- Trumma
- Träd d>0,10 m
- Övrig stolpe
- Övrigt

Högersida

- Beistolpe fast
- Bergklack
- Propelare
- Brunn
- Elstolpe fast
- Sten
- Trafikanordning/vägmärke
- Trumma
- Träd d>0,10 m
- Övrigt
- Knutpunkter

Fotopunkter

- Längdmätning
- Olycka - Dödad
- Olycka - Svårtskadad
- Olycka - Lindrigtskadad
- E18_komp.tif
- Del_02.tif

Skärmdump av kartprogrammet ArcView GIS. Överst visas en kartvy över ett område i Sverige, med orterna Kärlunda och Kärlunda övergången markerade. En linje förbinder dessa två punkter. En infälld bild i övre vänstra hörnet visar en trafikolycka på en väg. Till höger finns en datafönster som visar detaljer om en sida (Sida: TYP C, Sidomtyp: Bank skän, Bank: 2,3 m, Räckestyp: Bunn, Fasta lind: 8, Avstånd: 8, Övrigt: Åkermark, Kommentar: 3057,000000, Längdmått: 3057,000000). I nedre delen av skärmdumpen finns en lista över objekttyper som används i kartan, uppdelad i vänster sida, högersida och fotopunkter. Överst i fönstret visas statusinformation som skala (1:24,568) och koordinater (1:511,068,59; 6:505,388,19). I nedre högra hörnet syns systemklockan (14:04) och övriga programikoner.



AcView GIS Version 3.0a

Arkiv Bedigera Vy Tema Grafik Fönster Hjälp

Skala 1:35.595

1.513.204,46
6.603.959,34

Kulturmiljöer

- ✓ Längdmatning
- ✓ Område av kulturmiljöintresse
- ✓ Område av naturmiljöintresse
- ✓ Registrerad fast förslämning
 - Grav
 - Grav samt lingsgröp
 - Grav samt två stensträngar
 - Gravfält
 - Gravgrupp
 - Gravgrupp med stensträng
 - Hällristning
 - Högliknande lämning
 - Minnessten
 - Stengärdsgård
 - Stensträng
 - Stensträngssystem
 - Åkeravsnittet
- ✓ E18_komp.tif
- ✓ Del_02.tif

HAVE18V-foto\km15N.bmp

Skala grafik

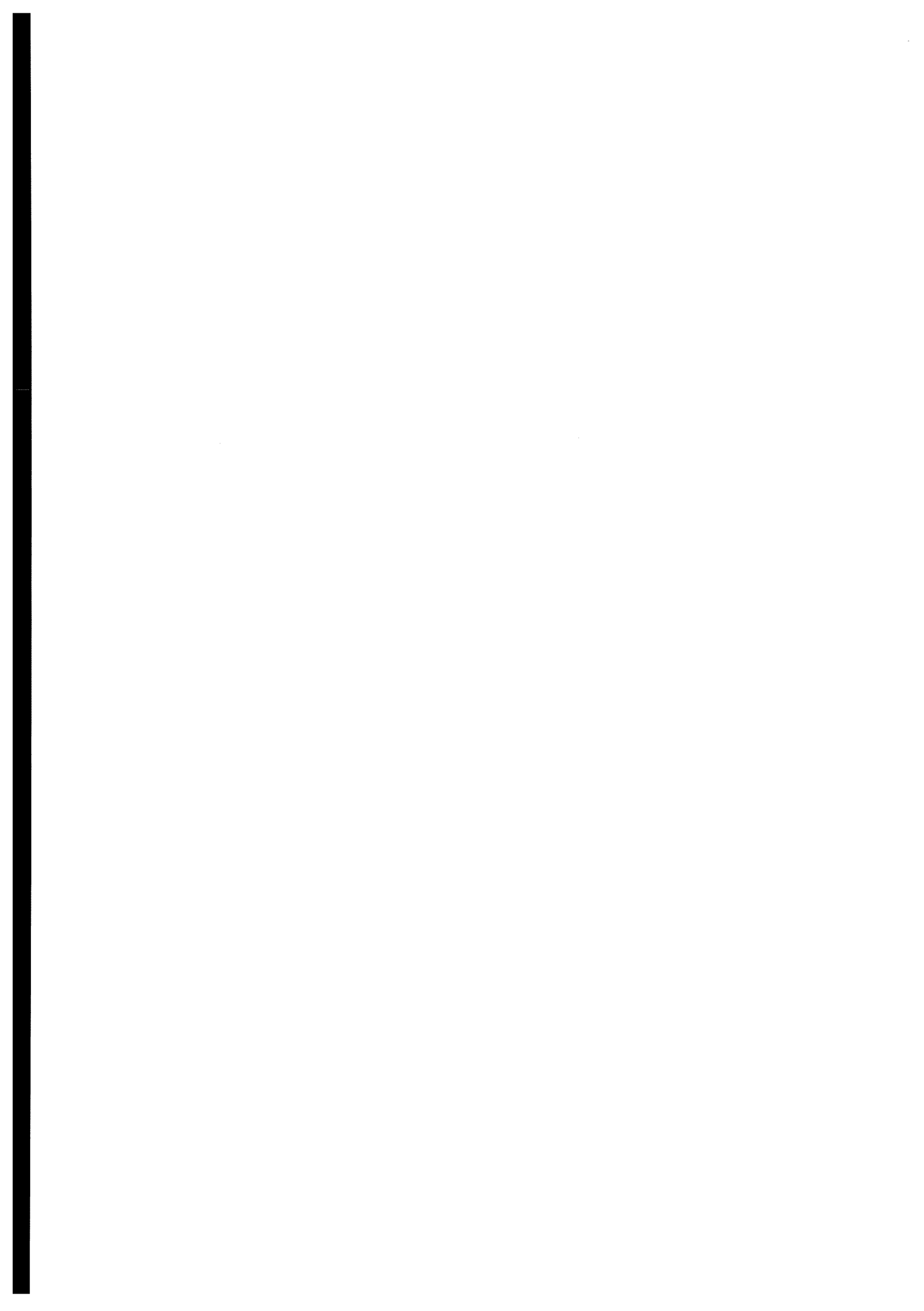
Id	Kommentar
83-45 III	Kolsårens delgång vid Uckelsta
83-45 III	övrigt foto finns

Identifera resultat

1 - 83-45 III

Radera Radera alla

Start AcView GIS Version 3.0a Utforskar - System (C:) H:\E18V-foto\km15N.... 11:46



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
löpnr	objektnamn	objektid	datum	sida	sidoomtyg	bank/skärmning	rächestyp	fasta hinder	avstånd	VR	övrigt	kommentarer	längdmätning
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	E18 Köping-V-ås	40250	990810	höger						110		startpkt, från Köping mot västerås	4
2			990810						7		vändplats väggh.o.		78
3			990810		TYP C	Bank 1-2 m		Skog					104
4			990810		TYP C	Bank 1-2 m		Sten	5				208
5			990810		TYP C	Skärmning 4-6 m		Skog	10				260
6			990810		TYP C	Bergskärmning 4-6 m		Skog	10				326
7			990810		TYP C	Bank 0-1 m		Skog	11				398
8			990810		TYP C	Bank 2-3 m	Typ Kohlswa					rstart	452
9			990810		TYP C	Bank 2-3 m	Typ Kohlswa				Viadukt över annan väg		475
10			990810		TYP C	Bank >3 m	Typ Kohlswa					rslut	491
11			990810		TYP C	Bank >3 m		Trafikanordning/v. 5	5				530
12			990810		TYP C	Bank 2-3 m						åkermark	529
13			990810		TYP C	Bank 2-3 m						åkermark	792
14			990810		TYP C	Bank 1-2 m		Brunn	6				911
15			990810		TYP C	Bank 1-2 m	Typ Kohlswa					rstart	950
16			990810		TYP C	Bank 2-3 m	Typ Kohlswa		11			rslut, trumma över å	960
17			990810		TYP C	Bank 1-2 m		El stolpe fast				åkermark	998
18			990810		TYP C	Bank 1-2 m			7			åkermark	1005
19			990810		TYP C	Bank >3 m		Brunn				åkermark	1397
20			990810		TYP C	Bank >3 m							1457
21			990810		TYP C	Bank >3 m	Typ Kohlswa	Skog	11		Viadukt över annan väg		1479
22			990810		TYP C	Bank >3 m	Typ Kohlswa	Brunn	10				1477
23			990810		TYP C	Bank >3 m		Sten	10				1496
24			990810		TYP C	Bank 1-2 m		Skog	12				1531
25			990810		TYP C	Bergskärmning 2-4 m		Skog	10				1565
26			990810		TYP C	Skärmning 2-4 m		Skog	7				1639
27			990810		TYP C	Bank 0-1 m		Sten	7				1765
28			990810		TYP C	Bergskärmning 0-2 m		Bergklack	2			skog	1849
29			990810		TYP C	Bergskärmning 0-2 m		Bergklack	2				1915
30			990810		TYP C	Bank >3 m		Skog	>13				1933
31			990810		TYP C	Bank 2-3 m		Sten	7				1997
32			990810		Säme än C	Skärmning 0-2 m		Skog	13				2050
33			990810		Säme än C	Bergskärmning 2-4 m		Bergklack	4			skog	2113
34			990810		Säme än C	Bank 0-1 m		Skog	10				2158
35			990810		Säme än C			Sten	5				2318
36			990810		Säme än C			Sten	5				2337
37			990810		Säme än C	Skärmning 0-2 m		Bergklack	5				2404
38			990810		TYP C	Bank 2-3 m		Skog	10				2530
39			990810		TYP C	Bergskärmning 2-4 m		Bergklack	3			skog	2546
40			990810		TYP C	Bank 1-2 m						trumma över dilke	2723
41			990810		TYP C	Bank 1-2 m						åkermark	2931
42			990810		TYP C	Skärmning 0-2 m		Skog	9				2931
43			990810		TYP C	Bank 2-3 m		Brunn	8			åkermark	3058



