



**STATENS GEOTEKNISKA INSTITUT**  
**SWEDISH GEOTECHNICAL INSTITUTE**



## **Multifunktionella diken**

– En beskrivning av vägdikets olika funktioner

ULRIKA NILSSON

BO LIND

LENNART FOLKESON

BENGT GUNNARSSON

LARS BÄCKMAN

GÖRAN BLOMQVIST

HANS ANTONSON

**Varia 505**

**LINKÖPING 2001**

**Varia** Statens geotekniska institut (SGI)  
581 93 Linköping

Beställning SGI  
Litteratortjänsten  
Tel: 013-20 18 04  
Fax: 013-20 19 09  
E-post: [info@swedgeo.se](mailto:info@swedgeo.se)  
Internet: [www.swedgeo.se](http://www.swedgeo.se)

ISSN 1100-6692  
ISRN SGI-VARIA--01/505--SE

Projektnummer SGI 10699  
Dnr SGI 1-0002-0120



**Varia 505**

**Multifunktionella diken -  
en beskrivning av vägdikets olika funktioner**

Ulrika Nilsson  
Bo Lind  
Lennart Folkesson  
Bengt Gunnarsson  
Lars Bäckman  
Göran Blomqvist  
Hans Antonson

## FÖRORD

Föreliggande rapport utgör redovisning av projektet ”Multifunktionella diken – state of the art, Fas 1” som genomförts av Statens geotekniska institut (SGI) i samarbete med Väg- och transportforskningsinstitutet (VTI) och Göteborgs Universitet, med FoU-anslag från Vägverket, Borlänge. Projektgruppen har bestått av följande personer: Bo Lind, SGI (projektledare); Ulrika Nilsson (huvudförfattare), SGI; Lennart Folkesson, VTI; Lars Bäckman, VTI; Bengt Gunnarsson, GU; Hans Antonson, VTI, Göran Blomqvist, VTI. Christer Bengtsson, Vägverket Produktion i Göteborg, har intervjuats beträffande dikesekonomi. Möten och kontakter med Vägverket Borlänge har gett värdefulla bidrag till projektet. Kontaktperson på Vägverket har varit Åsa Lindgren.

Rapporten redovisar första fasen i ett vidare FoU-projekt med syfte att utveckla en ny typ av diken som optimerar en rad olika dikesfunktioner.

I rapporten hänvisas till tekniska råd och anvisningar, bl a inom Väg 94 och ATB Väg 2000, men ambitionen har inte varit att systematiskt gå igenom de lagar och förordningar som kan tänkas påverka utformningen av diken och vägars sidområde. Rapportens fokus ligger på beskrivning av dikesfunktioner.

Projektet har genomförts med stöd av litteraturstudier och intervjuer under perioden oktober 2000 – mars 2001.

Göteborg i april 2001

Bo Lind  
Projektledare

## Innehållsförteckning

### FÖRORD

<b>1</b>	<b>INLEDNING</b> .....	<b>6</b>
1.1	MULTIFUNKTIONELLA DIKEN .....	6
1.2	METODIK OCH DEFINITIONER .....	7
<b>2</b>	<b>DIKESFUNKTIONER</b> .....	<b>8</b>
2.1	AVVATTNING OCH DRÄNERING .....	8
2.1.1	<i>Dikesutformning</i> .....	8
2.1.2	<i>Dikesrensning</i> .....	12
2.2	TRAFIKSÄKERHET .....	13
2.2.1	<i>Mjuka vägsidor</i> .....	15
2.2.2	<i>Åtgärder</i> .....	16
2.3	FASTLÄGGNING AV FÖRORENINGAR .....	17
2.4	NATUR- OCH KULTURVÄRDEN .....	21
2.4.1	<i>Estetik och upplevelse</i> .....	21
2.4.2	<i>Biologisk mångfald</i> .....	22
2.4.3	<i>Kulturmiljö</i> .....	23
2.4.4	<i>Åtgärder för levande vägkanter</i> .....	24
2.5	EKONOMISKA ASPEKTER .....	26
2.5.1	<i>Anläggningskostnad</i> .....	26
2.5.2	<i>Kostnader för drift och underhåll</i> .....	27
2.5.3	<i>Kostnader för speciella åtgärder</i> .....	28
<b>3</b>	<b>UTVÄRDERING OCH SLUTSATSER</b> .....	<b>29</b>
3.1	KOPPLING MELLAN DIKESFUNKTIONER .....	29
3.2	DIKESFUNKTION OCH DIKESKOMponenter .....	29
3.3	MULTIFUNKTIONELLA DIKEN – MERVÄRDE OCH GOD EKONOMI.....	30
<b>4</b>	<b>FORTSATT FORSKNING</b> .....	<b>31</b>
<b>5</b>	<b>REFERENSER</b> .....	<b>33</b>

## 1 INLEDNING

### 1.1 Multifunktionella diken

Vägdiket utgör en del av vägens sidoområde som bildar gränsen mellan den byggda vägkroppen, med trafiken, och den omgivande, mer eller mindre orörda naturmiljön. Det är en gränsszon mellan vägbanans fordon och skogens träd och buskar. Dikets huvudsakliga uppgift är att avvattna vägbanan och dränera vägkroppen - men diket har också andra viktiga funktioner.

En stor del av dagvattnets föroreningar från vägar fastläggs i diket. Förhållandet är uppmärksammat bland annat i samband med hantering av vägdikesmassor (bl a Vägverket, 1998a). Rätt utförda och utnyttjade kan öppna vägdiken fungera som mycket goda reningsanläggningar för förorenat dagvatten. Diken kan ses som den kvantitativt dominerande möjligheten att begränsa föroreningsspridning från vägarna. Föroreningar från vägtrafiken sprids ofta på ett avstånd av omkring 10 m vid sidan av vägbanan (Vägverket, 1998a). Av betydelse, bland annat ur miljösynpunkt, är därför också dikets förmåga att avvattna vägens influensområde även på motstående dikessida från vägen, och därmed fånga upp även dessa rörliga föroreningar. En viktig aspekt i detta sammanhang är också dikets funktion som snöupplag och förmåga att ta hand om smältvattenflödet.

Nackdelar med diken är att de kräver skötsel och underhåll för att bibehålla sin hydrauliska funktion. Breda, flacka diken tar också upp stort utrymme medan brant nerskurna diken kan innebära trafikfara.

Vägsränor och dikesrenor kan hysa stora natur- och kulturvärden och vara en värdefull resurs för den biologiska mångfalden (Vägverket, 1999a). Vägkanterna kan ge utrymme för en speciell vägflora som både är botaniskt värdefull och som ger vackrare vägar. Samtidigt kan emellertid alltför tät vegetation skapa problem för vägområdets och vägkroppens dränering och på sikt vägens funktion. Vägkroppen ska hållas torr så att konstruktionens bärighetsegenskaper inte förändras. I Väg 94 (Vägverket, 1994a) (samt uppföljaren ATB Väg 2000) och Vägverket (1990) beskrivs bland annat utformningen av diken i Sverige.

Längs vägarna finns värdefulla kulturmiljöer bl a med fornlämningar, milstolpar och vägträd som ibland kan komma i konflikt med trafiksäkerheten - diket utgör ur trafiksäkerhetssynpunkt en övergångszon till omgivningen som inte får innehålla farliga hinder. Precis som övriga delar av vägen måste också dikets utformning vägas mot kostnaderna för anläggning och skötsel så att en samhällsekonomiskt optimal lösning hittas.

Vår utgångspunkt, eller vår hypotes, blir således att optimalt utformade diken bör ha följande samverkande funktioner:

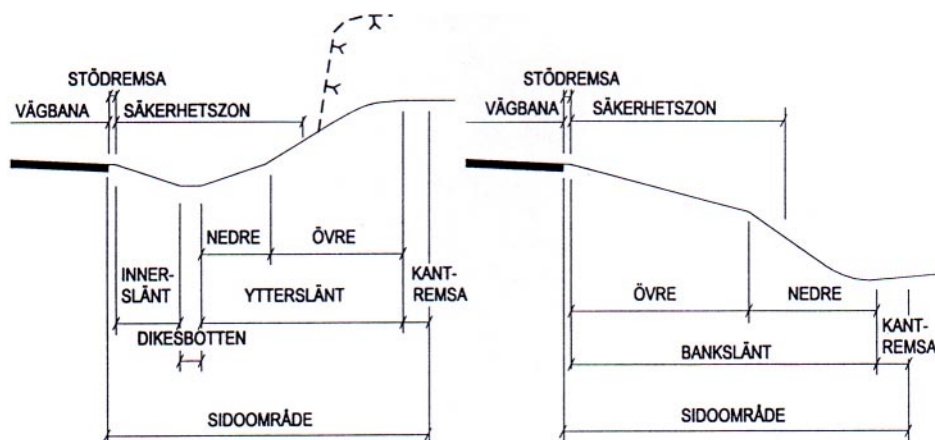
- a) god avvattning av vägbanan och vägområdet,
- b) god dränering av vägkonstruktionen,
- c) god trafiksäkerhet,
- d) god fastläggning och väl definierad omsättning av föroreningar,
- e) goda natur- och kulturvärden,
- f) god ekonomi,
- g) plats för snöupplag.

Vägarnas tekniska utformning i Sverige regleras i första hand av olika byggnadstekniska anvisningar, främst Väg 94 och dess efterföljare ATB Väg 2000. Det övergripande vägansvaret regleras i Väglagen (1971:948). Avvattning och dränering i anslutning till vägar berörs i miljöbalken och lagen om särskilda bestämmelser om vattenverksamhet (1998:812). För vattenverksamhet krävs normalt tillstånd enligt kapitel 11 i miljöbalken. Undantag kan dock göras om det är uppenbart att allmänna eller enskilda intressen inte skadas. För avvattning av mark krävs alltid tillstånd. För hantering av dikesmassor gäller miljöbalken samt vissa regler i lagen om särskilda bestämmelser om vattenverksamhet (1998:812).

## 1.2 Metodik och definitioner

Projektet har genomförts genom litteraturstudier och intervjuer. Litteratursökning har utförts i databaserna SGI-line, Roadline, Byggdok, Vägverket och TRIS samt på Internet med olika sökord och kombinationer av ord.

Synpunkter har under projektets gång inhämtats från en rad personer, främst från Vägverket och SGI. Beskrivningarna i denna rapport utgår från de definitioner som angivits av Vägverket, i Vägutformning 94, enligt *figur 1.1*.



Figur 1.1 Definition av sidoområdet. (Från Vägverket, 1994c)

## 2 DIKESFUNKTIONER

Vägytan måste avvattnas och vägområdet och vägkroppen måste dräneras för att bland annat upprätthålla trafiksäkerhet, vägkonstruktionens bärighet och tjältålighet. Enligt Vägverket (1994a) ska ett dike med syftet att avvattna vägen kunna ”samla upp och avleda dagvatten från vägytan och vägområdet så att översvämning, skadlig grundvattensänkning, skada på dränering och andra olägenheter inte uppstår”. Dränering av vägens överbyggnad ska ”säkerställa att överbyggnaden hålls torr så att konstruktionens bärighetsegenskaper bevaras”.

Vägens sidoområde ska vidare fylla ett antal viktiga funktioner (Vägverket, 2000):

- skapa bärighet och stabilitet,
- dränera vägkroppen,
- avleda ytvatten,
- ge utrymme för skyltar, ledningar, bullerplank etc,
- möjliggöra sikt,
- viltskydd,
- begränsa risker för avkörningar och mildra konsekvenser vid sådana.

Detta innebär att ett flertal krav ställs på utformning och underhåll av sidoområdet, t ex krav på släntlutning, krav på nivå på vattengång under terrassen, krav ur säkerhetssynpunkt, krav på öppna diken och minsta dikesdjup. Ett dike ska också utformas med hänsyn till behov av snömagasinerings.

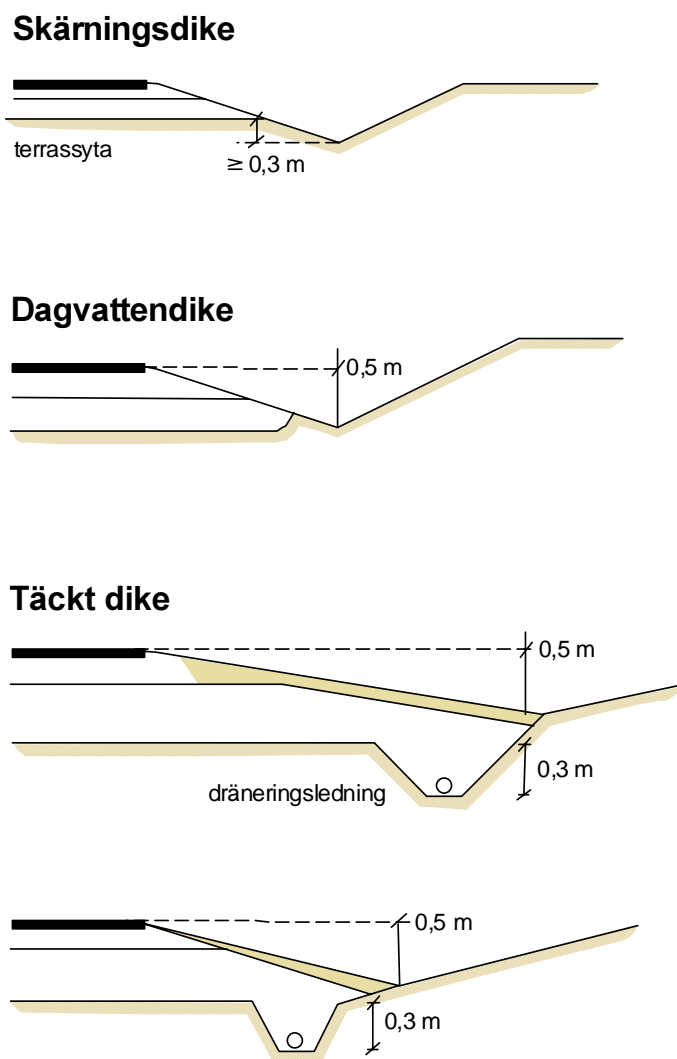
### 2.1 Avvattning och dränering

#### 2.1.1 Dikesutformning

Konstruerade system för avvattning av vägar har varit i bruk under mer än 2000 år (US Roads, 1998). Huvuddelen av intresset har under lång tid ägnats avvattningen av själva vägbanan och omkringliggande ytor, medan krav på beständighet, bärighet och tjälegenskaper hos dagens trafikbelastade vägar ställer krav också på dränering av själva vägkroppen. Dåligt dränerade vägkonstruktioner orsakar idag omfattande kostnader för reparation och underhåll i Sverige (den totala omfattningen av skador och kostnader är dock inte kartlagd).

Utformningen av diken i Sverige beskrivs bland annat i Väg 94 (Vägverket, 1994a) och Vägverket (1990). Dikets utformning varierar beroende på om huvudsyftet är avvattning, dränering eller både och. Det finns olika typer av diken med skilda funktioner, där de flesta diken normalt utförs med V-formade tvärsnitt. Beroende på dikets placering i förhållande till vägkroppen benämns diket skärningsdike, grunt dagvattendike eller täckdike, skisser av dessa ses i *figur 2.1*. I vissa situationer kan också specialdikena bankdike, överdike och stenfyllda diken förekomma (Vägverket, 1990).





Figur 2.1 Typsektioner på de vanligaste diketyperna.

- *Skärningsdike*, dränerar samt tar emot och avleder yt- och dränvatten från vägen och omgivande terräng, utförs med djup 0,3 m under vägens terrassyta.
- *Grunt dagvattendike*, tar emot och avleder enbart ytvatten från vägen och omgivande terräng, utförs vanligtvis med djup 0,5 m under vägens överyta. Dränering av vägkroppen behövs inte om undergrunden består av dränerande material och grundvattennivån ligger mer än 1,0 m under terrassytan. Om undergrunden däremot består av tätare jordarter eller om grundvattennivån ligger högre än 1,0 m utförs dränering med rör.
- *Täckta diken*, avvattnar vägterrassen genom dräneringsledningar, plastfilterdräner eller liknande (Bråmås & Löf, 1993; Bäckman, 1994). Det öppna diket kan då utformas grunt med flacka slänter.

- *Bankdike*, utförs för att undvika lokala vattensamlingar vid bank och sidolutande mark för att förhindra att vatten från vägen rinner ut över angränsande mark .
- *Överdike*, utförs där det finns risk att nedrinnande ytvatten från högre liggande mark kan skada en skärningslänt genom t ex erosion. Ett överdike bör placeras 1-5 m från slänkrön. Är risken stor för erosion eller svallisbildning ska avståndet vara minst 3 m. Dikesdjupet ska inte understiga 0,5 m.
- *Stenfyllt diken* rekommenderas där öppna diken är olämpliga av utrymmesskäl eller vid stor risk för erosion eller svallisbildning. De ska ha en så smal sektion som möjligt men minsta bottenbredd ska dock vara 0,4 m enligt Väg 94 (Vägverket, 1994a). Diket fylls med makadam eller sten. Där underlaget är erosionsbenäget förses botten och sidor med geotextil.

Enligt de nya kraven i ATB Väg 2000 ska dikesbotten i ett öppet dike eller vattengång- en i en ledning för dränering av överbyggnad ligga minst 0,3 m under vägens terrassyta. Dikesdjupet ska vara minst 0,5 m under vägytan och överbyggnaden ska ha god hydraulisk kontakt med diket (ATB Väg, 2000).

Vägens överbyggnad ska dräneras till minst 0,3 m under terrassytan enligt Väg 94 (Vägverket, 1994a). Under förutsättning att ytvattenavledning anordnas och beroende på materialtyp, behövs ingen dränering av överbyggnaden om terrassytan ligger minst 0,3 m ovan den omgivande naturliga markytan. Täckta dräneringsdiken med dräneringsledningar är idag ett vanligt alternativ vid nybyggnation av större vägar.

Dränering av vägkroppen kan också göras med hjälp av inbyggda dräneringssystem i form av plastfilterdräner eller fiberdukspaket av olika slag. Svenska försök har refererats av Bäckman (1993, 1994). I USA har Koerner et al. (1996) undersökt funktionen hos ett stort antal dräneringssystem där geosynteter har använts, identifierat ett antal problem vid installation och underhåll av dessa samt gett förslag på åtgärder.

Plastfilterdräner kan ge en mycket effektiv dränering och har fördelen att kunna anläggas med relativt små ingrepp (Bäckman, 1994). Små ingrepp i sidoområdet innebär att värdefull dikesflora kan bevaras samtidigt som trafikstörningarna begränsas. Djupdränering med öppna diken kräver omfattande schaktning och stora ingrepp i sidoområdet. Genom täckt djupdränering med fiberdukspaket kan omgivningspåverkan i stor utsträckning minskas (Bäckman, 1993). Metoderna med plastfilterdräner eller fiberdukspaket kan bli aktuella inte minst vid åtgärder längs befintligt vägnät.

Längs huvuddelen av det svenska vägnätet kommer dock öppna diken att vara rådande under överskådlig tid. Diket ska i många fall avleda vatten inte bara från vägbana utan även från omgivande mark, t ex åkermark (*figur 2.2*).



Figur 2.2 Exempel på dike som inte bara avvattnar vägbanan.

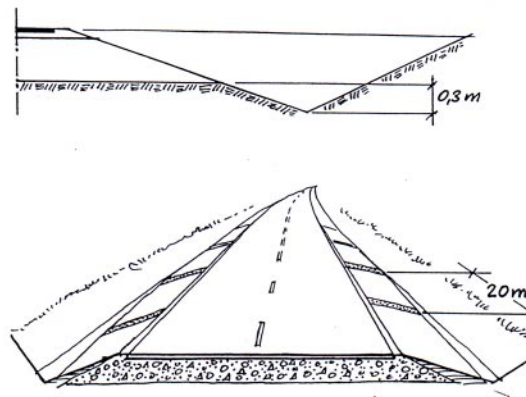
En stor del av det lågtrafikerade vägnätet utgörs av vägar med okänd konstruktion. En dränerad överbyggnad saknas ofta vilket gör att generella krav på dikesstandard är svåra att ange. Ett dikesdjup på 0,8 m under vägbanekanten bör dock eftersträvas (ATB Väg 2000). Genomsläpplig beläggning (dränasfalt) ställer speciella krav på väggroppens genomsläpplighet. Ett system kallat Enhetsöverbyggnad, bestående av beläggning av dränerande asfalt utlagd på ett makadamlager vilket har en bärande och vattenmagasinerande funktion, har studerats av Hogland & Wahlman (1990). De visar att överbyggnaden minskar den totala avrinningen av dagvatten samt markant reducerar toppflödet i avrinningen så att initiala föroreningstoppar (first flush) minskar kraftigt. Resultaten visar dock också att beläggningsens genomsläpplighet försämras från initialt ca 500-700 mm/min till ca 60 mm/min efter några år.

Ett dike ska ha en längsgående lutning på minst 5 ‰ (Vägverket 1994a) för att effektivt avleda vatten. Vid stora vattenmängder bör diket utföras med en trapetsformad tvärsnitt.

Erosion av diken kan medföra stora problem, bland annat med en ökad halt av suspenderat material och igensättning av diket samt att vägkonstruktionens stabilitet äventyras. En tämligen vanlig förändring av dikesprofilen är att erosion drar med sig material från dikeskantens övre del ner mot dikesbotten. Detta medför ökad instabilitet hos dikeskanten samtidigt som dikesbotten höjs med försämrade dränering och vattenavledning som följd.

Slänter ska enligt Väg 94 (Vägverket, 1994a) skyddas mot erosion. Vägkonstruktionens slänter och slänter utanför vägområdet ska utformas så att de inte skadas av erosion och så att vägkonstruktionens stabilitet säkras. Erosionsskyddet ska utformas med hänsyn till jordart, släntlutning, slänthöjd, ytvattenflöde, grundvattennivå och klimatzon. I Vägverket (1994a) rekommenderas att "av estetiska skäl och för att förhindra etablering av

önskad vegetation på slänt kan denna gräsbesås”. Då diket täcks med täckmassor kan det bli tätt, d v s vatten i väggroppen får svårt att tränga ut i diket. För att förhindra att vatten står i väggroppen i sådana fall, görs slitsar med grovt material i täckmaterialet, se *figur 2.3*.



*Figur 2.3*      *Krav för dränering av överbyggnad; dikesdjup och slitsar (vid låggenomsläppligt täckmaterial) (Från VTI).*

### 2.1.2 Dikesrensning

För att behålla ett dikes hydrauliska funktion kan diket behöva rensas med jämna mellanrum (Vägverket, 1998a). Eftersom rensning ofta innebär att vegetation tas bort och vegetationen fastlägger föroreningar, bör rensning utföras endast då det är nödvändigt för vägens bärlighet och med syftet att återställa vattengångens ursprungliga djup. Vid dikesslätter lämnas vanligen vegetationen kvar och samlas efterhand i botten på diket vilket långsiktigt försämrar dikets funktion och ökar skötselbehovet (Anders Sjölund VV, Borlänge). De försök som gjorts med uppsamling av vegetation har visat positiva resultat vad gäller effektivitet (Durling et al., 2000). Noggrannare kalkyler bör utföras av kostnad gentemot den långsiktiga nyttan för uppsamling av vägghö.

Energianvändning och kostnader för olika systemlösningar för slätter av vägkanter tas upp av Durling & Jacobsson (2000). Tekniken för skörd och uppsamling finns, men det kostar. Långsiktigt kan uppsamling och bortförande av dikesvegetation däremot få positiva effekter, som minskat skötselbehov med ökat intervall mellan dikesrensningarna. Detta till följd av att diket inte sätter igen lika fort som då slätter inte utförs och på grund av att tillväxten av vegetationen blir lägre, vilket långsiktigt innebär att antalet slättertillfällen minskar.

Den skördade vegetationen kan efterbehandlas för att få en användbar produkt. I Durling & Jacobsson (2000) behandlas kompostering och rötning. Utnyttjande för energiutvinning genom förbränning tas också upp. Durling et al. (2000) har utfört en förstudie med syftet att föreslå lämpliga avsättningsmöjligheter för behandling av väggkantsvegetation samt inventera lämpliga restprodukter för sambehandling med väggkantsvegetation i Kalmar, Mörbylånga och Borgholms kommuner. Inventerade restprodukter är slam, organiskt hushållsavfall, park- och trädgårdsavfall, tång samt restprodukter från lantbruk och livsmedelsindustri. I dagsläget är kompostering det behandlingsalternativ som har störst möjlighet att kunna genomföras i den aktuella regionen.

Ett problem med vägdikesmassor kan vara tungmetallinnehåll och den låga torrsubstanshalten (TS-halten). En studie utförd i regi av Vägverket (1998a) visade att halten tungmetaller och olja i dikesmassor är förhöjd i närheten av kraftigt trafikerade vägar (5000-15000 fordon per dygn). Oljeföreningar uppvisade stor variation mellan olika provpunkter. Halterna sjunker snabbt med ökat avstånd från vägen och med djupet (även Bjelkås & Lindmark, 1994). Studien visade också på lokala variationer av halterna i vägdikesmassorna, exempelvis skillnad mellan uppførsbacke respektive utførsbacke.

Om möjligt bör dikesmassorna användas som t ex fyllnadsmaterial, annars bör de läggas upp i deponi (Vägverket, 1998a). Det rekommenderas att upptagna dikesmassor i första hand placeras i närheten av vägen så att lakvatten från massorna kan avledas till samma recipient som det vanliga vägdagvattnet.

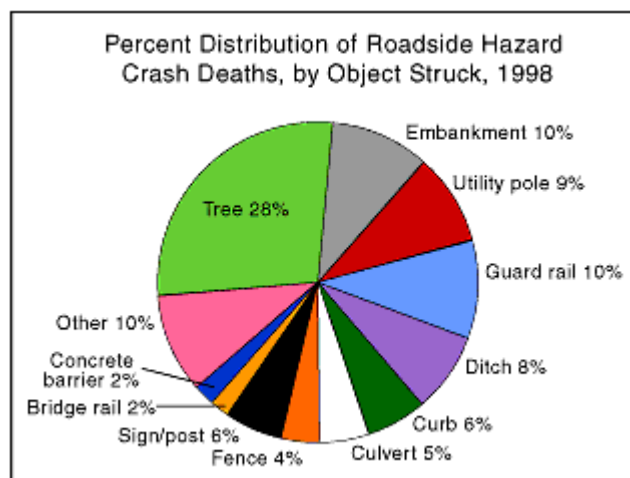
## 2.2 Trafiksäkerhet

Den av riksdagen antagna nollvisionen för trafiksäkerhet bygger på en ny filosofi beträffande vägsäkerhet, nämligen att man förbereder sig för ”att det går åt pipan”. Med det menas att man i en trafikmiljö som innefattar alla människor måste inse att misstag kommer att begås. Det gäller då att förbereda trafikmiljön så att konsekvenserna av dessa misstag blir så små som möjligt. Ett viktigt led i detta arbete är en säkrare utformning av vägens sidoområde.

Sidohinder kring vägar kan skapa stora trafikfaror. Statistik från USA visar att inte mindre än omkring en tredjedel av alla dödsolyckor med motorfordon orsakas av fordon som lämnar vägbanan och stöter mot fasta hinder (U.S. Roads, 2000). Både urbana och rurala vägar är drabbade, men problemet är störst längs landsvägar med hög hastighet. En lång rad sidohinder har identifierats i de nära 12 000 dödsolyckor med denna orsak som registreras i USA varje år, och träd är det mest utsatta sidohindret, se *figur 2.4*.

Ca 30 % av alla dödade och allvarligt skadade i olyckor längs vägarna i Sverige dödas och skadas i singelolyckor enligt Vägverket (2000). Olycksorsaken hänger naturligtvis ihop med bland annat hastighet och väglag, men konsekvensen av en olycka mildras med ett genomtänkt utformat sidoområde. Endast i undantagsfall får säkerhetszonen innehålla några oeftergivliga föremål som kan orsaka skada vid avkörning. Avsaknaden av träd och buskar har stor betydelse för siktförhållandena längs vägen och för undvikandet av viltolyckor.

Utformning av säkra sidoområden, framför allt hos motorvägar, började diskuteras i slutet på 60-talet och på 70-talet började detta bli en del av större vägprojekt. I AASHTO (1996) talar man om ”the forgiving roadside concept”. I detta ingår begreppet ”clear zone”, en zon intill vägen som i möjligaste mån är fri från hinder och faror för avkörande fordon och som ska minska risken för allvarliga konsekvenser vid olyckor. I Sverige finns begreppet säkerhetszon (Vägverket, 1994c), den zon av sidoområdet närmast vägen där fasta, oeftergivliga föremål endast i undantagsfall får placeras.



Figur 2.4 Olika typer av sidohinder som orsak till dödsolyckor längs vägar i USA. (Från US Roads, 2000, [www.usroads.com](http://www.usroads.com)).

Kraftiga släntlutningar, lutningar på 1:3 och brantare, intill vägen innebär att risken för att en bil voltar är stor om den kör av vägen (Vägverket, 1994c, AASHTO, 1997). Sambandet mellan voltningsolyckor och slänter och diken har studerat i USA av Vinter (1994; Refererad i US Roads, 1997). Det konstaterades att voltning var en dominerande typ av olyckor längs rurala vägar. Baserat på statistik från Illinois Highway Safety Information System drogs slutsatsen att 48% av alla registrerade avåkningsolyckor handlade om voltning. I artikeln påpekas behovet av en förbättrad databas över olyckor och deras orsaker. Följande punkter pekas ut för mera studier (Vinter, 1994; Refererad i US Roads, 1997):

1. Identification of areas of roadways such as the outside of horizontal curves that might justify special attention;
2. Revised severity indices for slope and ditch configurations resulting in changes in barrier warrants (need, design, location);
3. Recommendations to maintenance personnel in maintaining relatively flat road-sides; and
4. Defining importance of countermeasures that would reduce the likelihood of loss of control such as anti-lock brakes or higher pavement surface friction.

Med mindre släntlutningar kan konsekvenserna av en olycka mildras genom att föraren lättare kan hålla bilen upprätt. Standarden på sidoområdet varierar med hastighetsgräns, vägbredd och trafikflöde (Vägverket, 2000). Exempel på två vanliga utformningar av sidoområden längs motorvägar ses i *figur 2.5*.





Figur 2.5 Exempel på sidoområden längs motorväg.

I Vägutformning 94 (Vägverket, 1994c) delas vägens sidoområden in i tre typer:

- Sidoområdestyp A med släntlutningar på 1:6 eller flackare, vilket ger mycket stor manövrerbarhet vid avkörning.
- Sidoområdestyp B med släntlutningar på 1:4 eller flackare, vilket ger ”stor manövrerbarhet” vid avkörning.
- Sidoområdestyp C med släntlutningar på 1:3 eller brantare, vilket innebär att sidoområdet inte kan utnyttjas vid avkörning och risken för vältning är stor.

Analys av olika typer av sidoområden har utförts genom fullskaleförsök och simuleringsprogram (Vägverket, 2000). Simuleringsstudier av avåkningsvinkelns betydelse för hur långt ett fordon fortsätter ut från vägen har genomförts av Thomson (2000). Resultaten visar bl a att en avåkning med en vinkel av 10 grader i 100 km/h teoretiskt innebär att fordonet fortsätter ca 2 m lateralt ut från vägen. Om avåkningsvinkeln istället är 20 grader blir den laterala distansen teoretiskt 6 m. Data publicerade av Mak (1986) på basis av undersökta olyckor i USA indikerar att den vanligaste avåkningen sker med 10 grader i 80 km/h.

Val av sidoområdestyp bygger enligt Vägverket (1994c) främst på den trafiksäkerhetsnytta som kan erhållas. Ju säkrare en utformning är desto högre är ofta anläggningskostnaderna. Kostnaderna kan dock hållas nere med välplanerad profilering av vägen utgående från utformning med flacka slänter.

### 2.2.1 Vägsidornas bärighet

Ett problem som måste uppmärksammas, särskilt i samband med våta perioder, är vägsidornas bärighet. Vägrenen måste klara av lasten från fordon som stannar vid vägkanten eller som kommer av vägbanan av misstag (Finely & Young, 1993). Det finns ingen statistik i Sverige över hur många olyckor som orsakas av att fordonens hjul skär ner i en mjuk vägkant. Problemet har delvis behandlats av Alvaeus (1999) som visar att materialet på vägens stödremsa har stor betydelse för säkerheten vid en stödremsekörning. Löst och grovt material gör att föraren känner sig osäker och lätt överreagerar när han ska styra tillbaka. Löst material ger också lägre friktion och sämre väghållbarhet. Samtidigt bidrar lagom mjuka sidor till en jämn uppbromsning vid avkörning, något som är positivt ur säkerhetssynpunkt.

För att motverka erosion och för att öka släntstabiliteten kan stabiliseringsåtgärder behöva utföras i innerslätten och även i ytterslätten. Här kan okänsliga ingrepp skada natur- och kulturvärden. Genom rätt utförda stabiliseringsåtgärder kan dock miljökonsekvenserna mildras (Lindqvist & Sjöstedt, 1995).

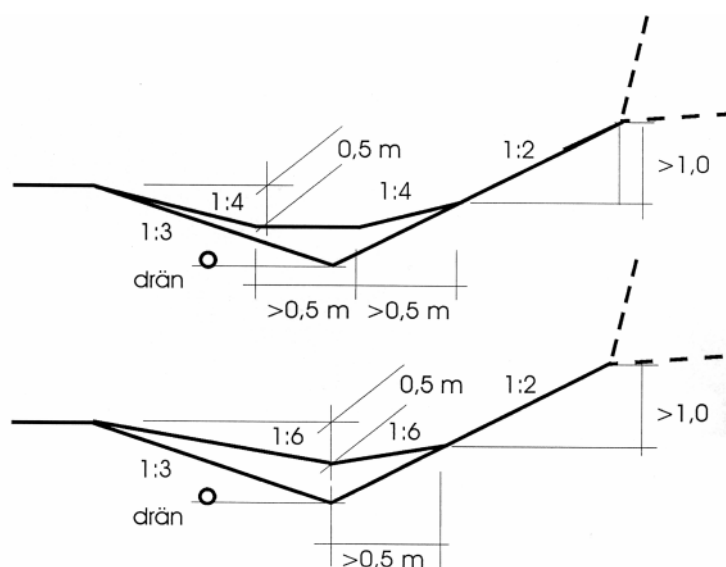
## 2.2.2 Åtgärder

Arbetet med nollvisionen har närmast inneburit ett paradigmskifte för synen på väghållningen i Sverige. Det är inte längre enbart vägytan och vägkroppen som studeras utan hela vägmiljön, inklusive vägens sidoområde. Detta ställer helt nya krav på utformningen av slänter och diken. I den diskussion som nu pågår kring trafiksäkerheten, bl a på Vägverket, har det formulerats tre målsättningar för sidoområdets utformning:

- Inga hårda, oeftergivliga föremål får förekomma.
- Bilen ska bromsas upp mjukt och stanna i sidoområdet.
- Bilen ska ej volta.

En grundläggande filosofi är således att ett avåkande fordon ska stanna inom sidoområdet och inte mer eller mindre okontrollerat styras upp på vägbanan igen. Detta tillsammans med kravet på att bilen ej ska volta bör i hög grad påverka dikets utformning. Trafiksäkerheten kan höjas genom att utforma diken med flackare slänter än 1:3, gärna mindre än 1:6 (sidoområdestyp A) för att kunna utnyttja sidoområdet utan risk för att välta vid avkörning. I Tyskland används lutningarna 1:5 och 1:8. I Holland rekommenderas avrundade slänkrön med radie 12 m (Vägverket, 2000).

Ombyggnation av befintliga diken med släntlutning 1:3 till lutningar på 1:4 eller 1:6, kan göras med anläggning av dränledningar, plastfilterdräner eller fiberdukspaket för att ersätta funktionen hos det öppna diket att dränera vägkroppen (Vägverket, 2000), se [figur 2.6](#). Täckta dräneringsdiken är ett allt vanligare alternativ i Sverige idag vid nybyggnation av större vägar.



Figur 2.6 Förbättring av diken med befintlig släntlutning 1:3 (Från Vägverket, 2000.)



Vidare kan bankdiken utföras som stenfyllda diken, alternativt placeras minst 2 m från bankfot (Vägverket, 1994c).

På mindre vägar där hastigheten är lägre än på större vägar och motorvägar anser AASTHO (1997) att diken utgör ett mindre säkerhetsproblem. I vissa problematiska områden bör slutna dräneringssystem med täckta diken övervägas. Inventering av farliga vägsträckor genomförs världen över och i bl a USA har man lyft fram sidohinder genom en sammanställning med över 100 fotografier över farliga sidohinder, som underlag för prioriterade åtgärder i Wisconsin, USA (US Roads, 1999).

### 2.3 Fastläggning av föroreningar

Vägdagvattnet är mer eller mindre påverkat av föroreningar från avgaser och från slitage av däck, bromsar, vägbanan etc som följer med det avrinnande ytvattnet. Dagvattnet innehåller suspenderat material, metaller, kväve och fosfor, kolväteföreningar från olja, drivmedel, avfettningssmedel, däcksitage, slitage av bromsar etc. Under vinterhalvåret kan vägdagvattnet även innehålla salter från halkbekämpningsmedel. Halterna av olika föroreningar kan variera kraftigt från plats till plats men även under en regnperiod (bl a Bjelkås & Lindmark, 1994). Med högre dygnstrafikflöde ökar dock tungmetallinnehållet i vägdagvattnet (t ex Hares & Ward, 1999).

Medvetenheten kring vägar och den fysiska miljön har ökat betydligt de senaste åren. Innehåll av föroreningar och spridning till omgivande miljö har tagits upp i många studier. Ett förhållandevis nytt sätt att se på miljöproblemet är att titta på materialflöden i hela vägmiljön eller genomföra livscykelanalyser för att visa på vad som är stort och smått. Detta har utförts av Roth & Eklund (1999), som undersökt materialflödet av zink (Zn) och polyaromatiska kolväten (PAH). Vid stora flöden och/eller kontinuerlig tillförsel av föroreningar ut i den omgivande miljön kan föroreningarna orsaka skada.

Vägdagvattnet blir enligt Lundberg & Lindmark (1994) ett miljöproblem i eller vid:

- vägsträckningar som berör speciellt skyddsvärda vattenområden,
- mycket starkt trafikerade vägar eller regioner,
- områden där stora mängder dagvatten släpps ut i en liten recipient utan reningsåtgärder.

Fyra metoder för rening av vägdagvatten som i Lundberg & Lindmark (1994) bedöms som likvärdiga, under förutsättning att de dimensioneras och anläggs korrekt, och som enligt Maestri & Byron (1987) anses som kostnadseffektiva är:

- vegetativa metoder, t ex gräsbeklädda diken,
- dammar,
- våtmarker,
- infiltrationsanläggningar.

Det går inte att generellt avgöra vilken reningsmetod som är effektivast. Valet av behandlingsmetod för dagvattnet måste avgöras utifrån lokala förhållanden som trafikintensitet, jordart, avstånd till känsliga recipienter, topografi, klimat etc.

I Väg 94 (Vägverket, 1994a) anges att ”rening av vägdagvatten kan, där så krävs, göras med avskiljare för slam och olja eller genom sedimentering i fördröjningsmagasin”.

Antalet anläggningar för rening av vägdagvatten ökade kraftigt under den senare delen av 1990-talet (SGI, 1999), där sedimentations- och fördröjningsdammar har varit den dominerande typen av reningsanläggning.

De flesta diken i Sverige idag är huvudsakligen utformade för att avleda vatten från vägen och ibland även för att dränera vägdroppen (Ahnve, 1997, James, 1999). Diken direkt utformade för rening av vägdagvatten, på engelska kallade "swales", är gräsbeklädda och har flackare släntlutningar än vanliga diken. Dessa diken är utformade för att filtrera bort partikulärt bundna föroreningar i vägdagvattnet och rena vattnet genom sedimentation, adsorption, biofiltration och infiltration. Den här typen av diken är vanlig i USA och Kanada och det är också här de flesta undersökningarna kring funktion hos gräsbeklädda diken har utförts. Processer som biofiltration fungerar endast under vegetationsperioden, d v s inte under vinterhalvåret.

Meningarna går isär beträffande hur effektiva gräsbeklädda diken egentligen är när det gäller att rena vägdagvatten. Ett väl designat och anlagt gräsbeklätt dike kan dock ha en viktig funktion för rening av vägdagvatten (Maestri & Lord, 1987, Ellis & Revitt, 1991, Folkesson, 1994, Yu et al, 1994, Barrett, 1998). Uppnådd reningseffekt i ett par studier av diken redovisas i *tabell 2.1*.

Tabell 2.1 Uppnådda reningseffekter i diken (av halter) i ett par studier.

Referens	Ellis & Revitt (1991)	Yousef et al. (1987)	Barret et al. (1998)	Yu et al. (1994)
Metaller	35-73%			
Cd		nyanl: 43 %		
Cu		äldre: 17 % nyanl: 8 %		
Ni		nyanl: 51 %		
Pb		äldre: 0 % nyanl: 57 %	41 %	
Zn		äldre: 86 % nyanl: 62 %	91 %	13 % (medel)
Fe		äldre: 69 % nyanl: ökning	79 %	
Närsalter	30-42%			
P-föreningar		nyanl: 3-9 %, äldre: ca 25 %	44 %	33 % (medel)
N-föreningar		nyanl: ökning äldre: 11-28 % (org-N ökar)	33-50 %	
Partiklar, kolväten, bakterier	67-93%			
TSS			87 %	49 % (medel)
COD			61 %	3 % (medel)
<b>Kommentar</b>	Väl anlagda och skötta gräsbeklädda diken	Dikeslängd äldre dike: 53 m nytt dike: 170 m	Veg.beklädda, V-formade mittremsor	

Yousef et al. (1987) har undersökt reningseffekten hos gräsbeklädda diken genom att pumpa simulerat vägdagvatten över ett nyanlagt och ett väl etablerat gräsbeklätt dike.

Resultaten visade bland annat att reningseffekten blev bättre med ökad kontakttid i diket och ökad infiltrationshastighet. Reningseffekten blev mindre på områden med hög grundvattenyta och konstant våta områden än i torra områden med låg grundvattenyta. Vidare visade resultaten att reduceringen av metallhalter styrs av i vilken form metaller återfinns i vägdagvattnet. Innehållet av metaller som förekom i laddad form reducerades kraftigt, troligtvis genom adsorption (Zn, Pb, Ni, Cd), medan halten av de metaller som endast har liten eller ingen laddning eller som bildar organiska komplex inte minskade i vägdagvattnet. Reningseffekten av kväve- och fosforföreningar var bättre i det äldre diket än i det nya, där innehållet av kväveföreningar ökade under flödet genom diket. Koncentrationen av organiskt kväve ökade i båda dikena. Liknande resultat som Yousef et al. (1987) har erhållits i andra studier utförda i USA sammanfattade av Ellis & Revitt (1991).

Yu et al. (1994) redovisar resultat från undersökning av, bland annat, ett gräsbeklätt dike med dräneringsområde ca 0,35 ha och vägens ÅDT ca 50000. Vegetationens höjd hölls mellan ca 8-15 cm genom klippning av vegetation varannan vecka. Analys utfördes med avseende på suspenderat material, totalfosfor (P-tot), kemisk syreförbrukning (COD) och zink. Halten suspenderat material reducerades ca 50 % på en sträcka av ca 30 m, övriga parametrar visade förhållandevis liten reduktion, vilket kan bero på att de förekom i löst form. För ett regntillfälle utfördes analys av partikelstorleksfördelning. Resultatet visade på att halten partiklar större än 25 µm reducerades i större grad än mindre partiklar längs den undersökta sträckan. Partiklar mindre än 3 µm visade en mycket liten reduktion.

Vid undersökning kring sjön Aspen, som ligger vid E4/E20 mellan Stockholm och Södertälje, togs prover på vägdagvatten, vägdikesmassor, sjösediment och näckmossa vilka analyserades med avseenden på tungmetaller och olja (opolära alifatiska kolväten och totalt extraherbara aromater). Resultaten visade att vegetationsbeklädda, öppna vägdiken spelar en viktig roll för fastläggning av föroreningar från vägområdet (Vägverket, 1999b).

Ahnve (1997) undersökte sommaren 1995 ett öppet vägdike längs Ekerövägen på Lovön utanför Stockholm och dess förmåga att rena vägdagvatten. Diket var 2 m brett med ett vattendjup som varierade mellan 5-40 cm. Vägen är högt belastad med ÅDT ca 15500 fordon/dag. Vatten-, sediment- och växtrotsprover togs vid fem huvudsakliga provtagningspunkter och analyserades med avseende på konduktivitet, klorid (Cl), bly (Pb), zink (Zn) och polyaromatiska kolväten (PAH). Resultaten visade att merparten av Pb och Zn avskildes genom sedimentation i diket. Inga spår av PAH fanns.

Fastläggning av tungmetaller i dikesbotten har konstaterats också vid väg E20 i Lerums kommun (Bengtsson, 1998). Studien visade också att en del tungmetaller, framförallt zink (Zn), koppar (Cu), kobolt (Co) och nickel (Ni) hade spridit sig till mer än 60 cm djup under dikesbotten.

Barret et al. (1998) har undersökt reningseffekten i två gräsbeklädda mittremsor vid två olika motorvägar i Texas, USA. Mittremsorna skilde sig åt i geometri, vegetation och vägkaraktistik. Resultaten antydde att längden på mittremsan hade mindre betydelse för reningseffekten än t ex lutning och längd hos slänterna och typ av och täthet hos vegetationen.

Reningsseffekten är beroende av längden och vattendjupet hos diket och det är viktigt att risken för erosion minimeras (Yu, 1993). Längden på ett gräsbevuxet dike bör vara minst 60 m för att uppnå tillräcklig uppehållstid (Horner, 1988, Vägverket, 1998b). Vidare rekommenderas ett trapetsformat eller paraboliskt tvärsnitt och bottenbrädden på diket bör vara 0,5-3 m. Den längsgående lutningen bör ligga inom intervallet 0,5-3 % enligt Vägverket (1998b) och mellan 2-6% enligt Horner (1988). Är lutningen brantare eller om förhållandena är sådana att flödet trots allt blir högt i diket och uppehållstiden därmed kort, kan små fördröjningsdammar anläggas. Släntlutningarna rekommenderas att inte vara brantare än 1:3.

Vattendjupet i diket bör vid de flesta nederbördstillfällena inte överstiga ca 0,3 m. För att undvika erosion i ett dike bör det dimensioneras för 5-10-årsregns med 10 min varaktighet.

Dikena bör vidare besås med tätväxande och motståndskraftiga grässorter (Maestri & Lord, 1987, Vägverket, 1998b). Gräs är den vanligaste vegetationen i anläggningar för dagvattenrening och är ett effektivare reningsverktyg än annan vegetation som buskar etc (Maestri & Lord, 1987). Vegetationen i diket bör klippas årligen för att gynna tillväxt och metallupptag. Diket ska också vara dimensionerat så att underhållsdikning inte behöver utföras.

Ett ämne som fastläggs i mindre grad än tungmetaller är salt som används vid halkbekämpning. Undersökningar har visat att salt kan skada vegetation både när saltet avlagras på de ovanjordiska växtdelarna och när det når rötterna (Dobson, 1991).

Reningsseffekten hos gräsbeklädda diken kan vidare variera kraftigt beroende på vattnets uppehållstid i diket, underliggande jords infiltrationskapacitet och mättnadsgraden hos jorden vilket nämns av Ellis & Revitt (1991). Vid kraftiga regn får vägdagvattnet kort uppehållstid i diket och därmed även kort kontaktid med vegetationen, vilket begränsar upptag, biofiltration och sedimentation av föroreningar. Diken kräver också skötsel och underhåll för att bibehålla sin funktion. Ytterligare ett problem med diken kan vara att allt för flacka, längsgående lutningar skapar risk för igensättning av diket (Startin & Lansdown, 1994).

Även om diken ofta har lägre reningsförmåga än sedimenterings- och infiltrationsdammar (Vägverket, 1998b) är de dock i många fall en tillräckligt bra lösning vid en vägsträcka där kraven inte är speciellt höga. Är kraven höga på reningsseffekt bör diken kompletteras med andra behandlingsmetoder (Ellis & Revitt, 1991) t ex sedimentationsdammar, se *figur 2.7*. Detta tas även upp av Yousef et al. (1987), som rekommenderar att transportkanaler till andra behandlingssystem bör utgöras av gräsbeklädda diken.



Figur 2.7 Exempel på sedimentationsanläggning för rening av vägdagvatten.

Ingår ett dike i ett system av flera reningssteg är det inte lika viktigt att ovan nämnda krav på utformning uppfylls. Vegetativa metoder som gräsbeklädda diken är den enda metod som renar dagvattnet under transport och kombinationer av behandlingsmetoder ökar effektiviteten och ger större reduktionen av föroreningar.

Sammanfattningsvis när det gäller utformning av gräsbeklädda diken för rening av vägdagvatten pekar litteraturen på ett flertal faktorer som påverkar förmågan att fastlägga föroreningar, huvudsakligen:

- dikeslängd,
- släntlutning,
- längsgående lutning,
- vattendjup,
- typ av vegetation,
- vegetationens höjd,
- bottenförhållanden,
- flödes hastighet.

## 2.4 Natur- och kulturvärden

### 2.4.1 Estetik och upplevelse

Vägarnas utformning kan i hög grad påverka trafikanternas natur- och kulturupplevelser. Detta gäller möjligheten att uppleva värden vid sidan av vägen men det gäller också vägen själv med dess sidoområde. Vackra vägar och broar uppskattas i hög grad av trafikanterna (Drottenborg, 1999). Hit hör också de estetiska upplevelserna av vackert anlagda dammar för dagvattenhantering. Vägens estetik bör finnas med i diskussionerna kring dikets och sidområdets utformning.

Att landskapet varierar och uppvisar en mängd regionala särdrag, såväl i kulturellt som i ekologiskt hänseende, är viktigt att beakta vid drift och underhåll av väg samt vid nyanläggande av väg. Det finns ett stort värde i att betona och förmedla dessa olikheter.

### 2.4.2 Biologisk mångfald

Ett vägdike kan i flera fall upplevas som någonting tråkigt och livlöst, en grå zon som avgränsar vägen från den omgivande naturen. Men ett vägdike kan också hysa en myck-  
et artrik flora (Vägverket, 1999a). Diket kan vara en miljö där ett flertal olika växter  
trivs och frodas, se *figur 2.8*. Behovet av att utveckla naturvärdena längs vägarna är ett  
relativt nytt tema som väcker stort intresse på många håll (se t ex Svedlund, 1999).



*Figur 2.8* Väggkanten som en artrik oas. Ångsnejlika. (Foto, Rolf Lundqvist. Från Vägverket, 1999a.)

Vägverket har i flera år arbetat för att bevara och utveckla de biologiska värdena hos vägdiken och vägkanter. 1995-96 utförde Vägverket en inventering av det statliga vägnätet med avseende på vägsträckor med värdefull flora. Sammantaget har ca 600 mil biologiskt värdefulla vägkanter identifierats (klassificerats i tre kategorier) (Vägverket, 1999a).

En del växter som upplevs som vanliga i diken eller som uppfattas som väggkantsarter är växter som störts i sin naturliga miljö, t ex längs sjöar och vattendrag eller i odlingslandskapet, och som istället t ex finner sin plats i diken som slå. Väggkanterna utnyttjades förr i tiden som en viktig ängsresurs. De slogs och höet samlades i ladorna för vintern. Idag när ängsbruket inte har någon betydelse för människans överlevnad har många av ängsarterna givits livsrum i andra markslag där vegetationen hålls låg, till exempel i vägdiken där slåtter utförs. Årlig slåtter av väggkanter och vägdiken ger alltså växtplats för arter som trängts ut och försvunnit från odlingslandskapet. 106 stycken av de idag totalt 532 rödlistade kärlväxterna i Sverige har påträffats längs svenska väggkanter.

En variationsrik flora innebär mat och livsrum för en mängd olika djur. Artrika väggkanter hyser därför också många smådjur, fåglar, insekter mm. Tillgång till nektarproducerande växter lockar till exempel många dagfjärilar till väggkanterna (Gerell, 1997). En intensiv slåtter minskar emellertid förutsättningarna för en god nektarproduktion. En rotationsskötsel med t ex slåtter vartannat år på ömse sidor om vägen kan vara ett bra sätt att tillgodose dagfjärilars behov. Trafiksäkerheten kan ibland kräva årlig slåtter och om så är fallet bör den ske före midsommar i södra och mellersta Sverige (Gerell, 1997). Vartannatårsskötsel utgör även en historisk kontinuitet genom de så kallade hävdregimerna (Ekstam et al., 1988, Ekstam & Forshed, 1996, Antonson, 1997).

Det finns idag mellan 200 000 och 250 000 ha vägkanter (Vägverket, 1994b, Svedlund, 1999), varav 40 % längs statliga vägnätet, 40 % längs enskild väg och 20 % längs kommunala vägar. Detta kan jämföras med att endast 2 500 ha slätteräng återstår i det svenska landskapet (Svedlund, 1999).

Ett par av de största hoten mot den biologiska mångfalden längs vägkanterna är dikning och okänsligt utförda släntjusteringar, som dränerar värdefulla våtmarker och förhindrar etablering av vegetation. Exponering för vägsalt från halkbekämpning ger också negativa effekter, bland annat kan artsammansättningen i dikena förändras mot salttåligare arter med minskad mångfald som följd (Scott & Davison, 1982).

Vägars barriäreffekt har uppmärksammats under många år och olika typer av "ekologiska broar" utförs idag över större vägar. Mer direkt anknutet till dikets funktioner är de speciella åtgärder, t ex i form av grodtunnlar (exempelvis Drängsered, Lerums kommun) som ibland kan vidtas. För mindre djur, t ex marklevande insekter och spindlar, kan emellertid även relativt smala vägar (ca 2,5 m) vara tämligen effektiva spridningsbarriärer (Mader et al., 1990). Vägar bidrar även till så kallad fragmentering av landskapet. Djurpopulationer kan på sikt bli isolerade från andra populationer vilket kan leda till lokala utdöenden. I en tysk studie fann man att grodpopulationer som var skilda från varandra av motorväg hade en minskad genetisk variation (Reh & Seitz, 1990), något som tyder på ökad isolering. Detta visar att man bör överväga åtgärder som minskar barriäreffekten. Viktigt i det här sammanhanget är att anslutningar till trummor under vägarna utförs på ett sådant sätt att de blir användbara även för djur att utnyttja vid förflyttning. Trummorna ska helst inte läggas för högt eller för lågt utan i nivå med diket så att en kontinuitet bibehålls och djur kan passera utan hinder.

Ett dike som utgör en barriär för vissa djurarter kan dock utgöra en förbindelselänk och korridor mellan olika platser för andra djurarter, framför allt i landskap som är ogästvänliga och svåra att passera för arten i fråga (Forman, 1995). Smådäggdjur kan troligen sprida sig effektivt i diken med lämplig utformning (Getz et al., 1978). Möjligen skulle diken med en optimal utformning och rätt utformade tunnlar kunna bli viktiga förbindelselänkar mellan olika populationer, djurens födosöksområden, m m. På motsvarande sätt kan diken utgöra länkar mellan olika landskapselement, till exempel förbinda små fragment av ängsmark som därmed får ökad möjlighet att finnas kvar.

Gränsen mellan natur- och kulturvärden är inte någon skarp gräns. Den är ibland till och med obefintlig. Många av de kulturvärden som finns utmed våra vägar existerar på grund av människan. I kulturmiljövårdssammanhang har dessa värden kommit att benämnas biologiskt kulturarv. Nedan kommer ytterligare några exempel att beskrivas.

#### 2.4.3 Kulturmiljö

Alléer återspeglar framförallt kulturhistoria och gamla tiders landskapsarkitektur (Andersson, 1997, Westlund, 1998). Alléer började planteras på 1600-talet. De skulle ge resande skugga och skydd och de visade markägarens sociala ställning. Landsvägsalléerna skulle göra det lättare att hitta vägen vintertid, fungera som vindskydd på slätter och förhindra erosion (Almqvist-Gillstedt, 1998). Av bland annat trafiksäkerhetsskäl har en stor del av alléerna försvunnit (Vägverket, 1999a). Det är inte bara risken att krocka med ett träd som utgör en fara. Träden har till skillnad mot förr tillåtits bli mycket högväxta och den gamla och ibland murkna stammen klarar inte av att bära den tunga kro-

nan, varför träden riskerar att knäckas och falla över vägen. Många växter och djur lever i och bland träd och alléer, som därför är mycket värdefulla för den biologiska mångfalden längs vägar. I en undersökning i Skåne har man t ex funnit att ca 28% av alléträden var hålträd, en viktig kvalitet för rödlistade insekter. Man fann rödlistade arter i 39% av provtagningar från 49 hålträd (Gerell, 2000). Alléer räknas idag som värdefulla landskapselement och omfattas av det generella biotopskyddet (miljöbalken). De uppmärksammas även i Etappmål 3 i riksdagens miljö kvalitetsmål "Ett rikt odlingslandskap", som säger att mängden landskapselement, som t ex alléer, som vårdas ska öka till år 2010 med ca 70 % (SOU 2000:52).

Förr i tiden byggdes hägnader för att förhindra att boskap tog sig upp på vägen. Den virkesbrist som uppmärksammades i södra Sverige på 1700-talet medförde att man fick bygga hägnader av annat material än av trä. En typisk hägnadstyp var den så kallade gropvallen eller gropavallen. Gropavallen är som namnet antyder en kombination av ett dike och en vall. I Skåne exempelvis planterades ofta pilträd på vallen för att binda jorden (pilevall).

Vägträd är något som var viktigt förr i tiden längs vägarna. De utgjorde en mötesplats när man var ute och reste och utgör idag ett kulturhistorisk minne.

Vägkanterna kan också visa på ett flertal andra kulturhistoriska märken som milstolpar, vägvisare, väghållningsstenar, minnesstenar, gränsmärken mm. Milstolpar tillkom under mitten av 1600-talet i och med det så kallade skjutsväsendet och gästgiveriförordningen. Innan stat och kommuner tog ansvar för vägunderhållet sköttes vägarna av de markägande bönderna. Längden på den vägsträcka som skulle skötas var avhängig storleken på den gård man ägde och markerades med väghållningsstenar. Mjölkpallar, stenalvbroar och räcken är också exempel på kulturhistoriska minnesmärken.

Dessa minnesmärken av olika slag påminner om vår historia och om tiden när trafikbilden och vägarna såg helt annorlunda ut (Skogsstyrelsen, 1993, NPRA, 1999). Gamla kartor visar att många av dagens viktiga riks- och länsvägar var viktiga även för mer än 300 år sedan (Vägverket Region Skåne, 1997). Vägarna slingrade sig mellan eller utanför åkrarna. Idag har vägarna lite annan dragning, med uträtade kurvor och moderna förbifarter, anpassade till dagens trafiksituation.

Andra kulturhistoriska minnen som kan påträffas längs vägarna kan vara gravar och runstenar. Eftersom många av våra landsvägar har en mycket hög ålder är det inte ovanligt att de löper genom områden som varit bebodda sedan hednatid. Vägen gick inte sällan förbi gravfält och kunde här och där kantas av runstenar (Andersson, 1997, Westlund, 1998). Så är det än idag och därför kan diken som kräver skötsel vara mycket känsliga för ingrepp, eftersom åtgärderna kan innebära att gravar skadas med följd att kulturlager kommer i dagen. Runstenar var ämnade att läsas varför de ofta placerades där det färdades människor, det vill säga utmed vägarna.

#### 2.4.4 Åtgärder för levande vägkanter

För att upprätthålla en artrik flora av ängsväxter längs vägkanterna krävs att slåtter utförs längs vägkanten. Regelbunden uppsamling av dikesvegetation ger en ökad biologisk mångfald. Vägverket bedriver ett projekt, "Väggantsvegetationen som resurs", där



möjligheterna att använda det bortförda materialet från vägkanterna som resurs undersöks. En del av projektet berör teknik, kostnader och avsättningsmöjligheter.

Dikesvegetation kan, som tidigare nämnts, innehålla föroreningar. T ex är tungmetallinnehållet beroende av trafikflödet. Det visar bland annat en undersökning på Öland (Durling et al., 2000). Studien visade att vid en trafikintensitet lägre än 1000 ÅDT återfanns endast låga tungmetallhalter i dikesvegetationen. Med konstgödning av vägsläntsvegetation följer kadmium (Cd) som en förorening samtidigt som näringsläckaget till vattendragen ökar. En allmän strävan hos Vägverket är att minska konstgödningen och helt fasa ut bruket av konstgödning längs det allmänna vägnätet inom fem år från 2000.

Avslaget material som får ligga kvar i diket gynnar en frodig men artfattig flora. Marken i ett vägdike är ofta näringsfattig. Avslagen vegetation bör tas bort för att hålla marken näringsfattig och på så vis hindra att de önskade ängsväxterna inte konkurreras ut av konkurrenskraftigare, mer triviala arter som trivs på näringsrik mark. Det är den mer lågväxta floran som gynnas vid bortförel av avslagen vegetation (Vägverket, 1999). Detta innebär att dikesvegetationen inte stör sikten på vägen och inte utgör någon trafikfara. Borttagande av den slagna vegetationen ökar artrikedomen hos floran och denna åtgärd är möjligen viktigare än upprepad slåtter (Persson, 1995). När dikesrensning måste utföras bör inte allt material skalas bort längs längre sträckor av diket. Vegetation bör lämnas kvar med jämna mellanrum så att växter och även smådjur har möjlighet att återetablera sig i diket.

För att mildra vägars barriäreffekter och förhindra isolering av djurpopulationer är det bland annat viktigt att trummor anläggs eller görs om på ett miljöanpassat sätt. Det innebär att trummorna inte får vara smalare än vattendraget, trumbotten ska ligga under vattendragets bottennivå, lutningen vara sådan att flödes hastigheten inte är större i trumman än utanför, inget fall finns vid utloppet och att en torr strandpassage finns ut efter minst ena kanten inne i trumman. Vidare är det viktigt att faunapassager, såsom grodtunnlar, ekodukter etc, regelbundet underhålls och ses över så att deras funktion upprätthålls. Exempel på grodtunnel ses i *figur 2.9*.



Figur 2.9 Grodtunnel i Örebro län.

Ett flertal av de kulturobjekt som finns inom vägkantsområdet är skyddade enligt lag. Det gäller exempelvis stenvalvsbroar och milstolpar som skyddas av kulturminneslagen och alléer som skyddas enligt miljöbalkens biotopskydd. Ett sätt att bevara vårt kulturarv är att sköta kulturminnesmärkena. Ibland finns en konflikt mellan natur- och kulturvård och trafiksäkerhet. Träd och alléer är mycket känsliga för salt. Därför bör man utmed vissa allékantade vägar göra en avvägning mellan trafiksäkerhet och bevarandenaspekter, och kanske sluta sprida vägsalt utmed dessa. Man vet mycket lite om hur salt påverkar kulturlager och artefakter i vägens sidoområde. Kanske ökar risken för en snabbare nedbrytning och korrosion av det kulturhistoriska innehållet. Det är en aspekt som bör beaktas utmed vägar i direkt anslutning till fornlämningar.

Idag sker ofta planteringar av buskar, gräs och örter utmed våra vägar. Det är viktigt att beakta den regionala särarten i detta sammanhang. En ängsflora skiljer sig åt mellan olika delar av Sverige. Det är därför inte lämpligt att använda en standardiserad ängsfröblandning vid sådd, eftersom den regionala identiteten då riskerar att suddas ut. För buskar och träd gäller samma synsätt. Varje region har sin regionala identitet vad gäller vegetation. Buskar och träd drar dock till sig klövvilt och bör därför ut trafiksäkerhetsynpunkt undvikas.

Att rätta ut kurvor leder till att trafikhastigheten ökar vilket inte alltid är det huvudsakliga syftet med en vägförbättring. Det finns ibland ett värde i att inte ändra på vägens gamla linjeföring, inte minst ur turistsynpunkt.

Många länder i Europa har enligt Sjölund & Eriksson (1999) kommit längre än Sverige när det gäller praktiskt handlande och engagemang kring frågor som rör vägar och natur. Tankegångarna i Sverige kring ekonomiska och tekniska fördelar med omhändertagande av vägdikesmassor får stöd av det praktiska arbetet i Österrike. Österrike har dock en annan syn beträffande träd och alléer längs vägarna. De anses ge visuell ledning, speciellt vintertid, och vara en viktig del av landskapet. En undersökning har visat att var 10:e av 100 dödsolyckor i trafiken var direkt kopplade till träd, men man ansåg att ansvaret för olyckorna låg hos föraren och inte hos trädet (Sjölund & Eriksson, 1999).

Det finns studier som visar att hastigheten är högre efter en genomförd siktröjning (avlägsnade av träd och buskar) utmed en väg (Sävenhed & Wretling, 1996). Drottenborg (1999) har visat på en korrelation mellan hastighet och den visuella upplevelsen av vackra vägrum. En för föraren estetiskt tilltalande väg omfattar enligt studien vegetation, träd och blommor. Drottenborg (1999) kunde i sin studie dels belägga att andelen fordon som sänkte hastigheten ökade vid färd utmed en estetiskt tilltalande väg samt att hastigheterna sänktes under den tid då körsbärsträd utmed en väg stod i blom.

## 2.5 Ekonomiska aspekter

### 2.5.1 Anläggningskostnad

Anläggningskostnaden för ett dike hänger samman med hela vägens konstruktion och är i hög grad beroende av de lokala förutsättningarna vad gäller, materialtillgång, transportavstånd, tillgängliga maskiner etc. Anläggningskostnaden kan i grova drag delas upp i följande delkostnader:

- schaktning,
- transporter,

- trummor,
- dräneringsdike inklusive makadam, dränledning, fiberduk,
- följdskostnader för dagvattensystem till drändike (brunnar, ledningar etc),
- vägräcken vid större diken,
- släntbeklädning (krossmaterial, matjord, geotextil etc).

Förutom ovanstående kostnader finns också en direkt koppling till övriga delar av väggroppen, främst avseende överbyggnadsmaterial som påverkas av dikets eller dräneringens placering.

Det är inte möjligt att ange schablonvärden för den totala kostnaden som mer eller mindre direkt kan relateras till dikeskonstruktionen. En möjlighet är dock att kostnads- mässigt jämföra olika typer av dikeskonstruktioner under i övrigt likartade produktions- förhållanden. Vanligen upprättas en normalsektion för diken för varje vägobjekt. Normalsektionen gäller ofta hela vägsträckningen och man strävar efter att göra så få avvikelser som möjligt från denna. Normalsektionen blir därför helt dominerande för de flesta vägobjekt (d v s få avvikelser).

Allmänt kan konstateras att anläggningskostnaden kan variera högst avsevärt mellan två likartade dikeskonstruktioner längs samma väg. Det finns därför anledning att kostnads- mässigt jämföra olika utformning också av ”multifunktionella diken”.

### 2.5.2 Kostnader för drift och underhåll

En omfattande maskinpark har utvecklats för rensning och slåtter av olika typer av diken, framförallt i USA. Se *figur 2.10* och *2.11*. Rationell skötsel av diken kräver rationellt utformade diken.



*Figur 2.10* Maskin med dubbla klippaggregat, för klippning av dikesbotten respektive dikesslätten.



*Figur 2.11 Specialaggregat för klippning runt vägräcke.*

### 2.5.3 Kostnader för speciella åtgärder

För rening av vägdagvatten är gräsbeklädda diken billigare att anlägga än sedimenterings- och infiltrationsdammar (Ellis & Revitt, 1991, Vägverket, 1998b). Eftersom kostnaderna är förhållandevis låga samt att gräsbeklädda diken har en utbredd tillämpbarhet genom att diken i en eller annan form finns längs alla större vägar rekommenderas detta som behandlingsmetod (Lundberg & Lindmark, 1994).

Framför allt vid långvariga regn med låg intensitet kan gräsbeklädda diken vara kostnadseffektiva (Yu et al., 1994). Den föroreningstopp som uppträder i det första avrinnande dagvattnet efter en torrperiod (se t ex Lind et al., 2000) kan dock kräva andra åtgärder i form av uppsamlingsmagasin eller dammar.

### 3 UTVÄRDERING OCH SLUTSATSER

#### 3.1 Koppling mellan dikesfunktioner

Genomgången i denna rapport har visat att vägdiket har flera viktiga funktioner vid sidan av att avvattna själva vägbanan. Det är också tydligt att funktionerna är kopplade och kan samverka eller motverka varandra. Det saknas dock en beskrivande modell som ger en helhetssyn på diken.

Dräneringsförmåga, trafiksäkerhet, fastläggningsförmåga, natur- och kulturvärden samt kostnader för anläggning, drift och underhåll varierar mycket mellan olika typer av diken. På motsvarande sätt varierar också kunskapsnivån beträffande olika dikesfunktioner. Kring vissa funktioner finns en hel del kunskap utvecklad medan andra delar är dåligt kända. Dikets olika funktioner har hittills i allt väsentligt behandlats som enskilda delar, separerat från varandra. Det finns behov av att utveckla kunskapen kring enskilda dikesfunktioner men framförallt kring samspelet mellan de olika funktionerna. Ingenstans i litteraturen har kopplingen mellan olika dikesfunktioner diskuterats.

Samtliga av dikets funktioner är kopplade till varandra på ett eller annat sätt. Det är dock rimligt att skilja ut en del funktioner som är starkare kopplade till varandra.

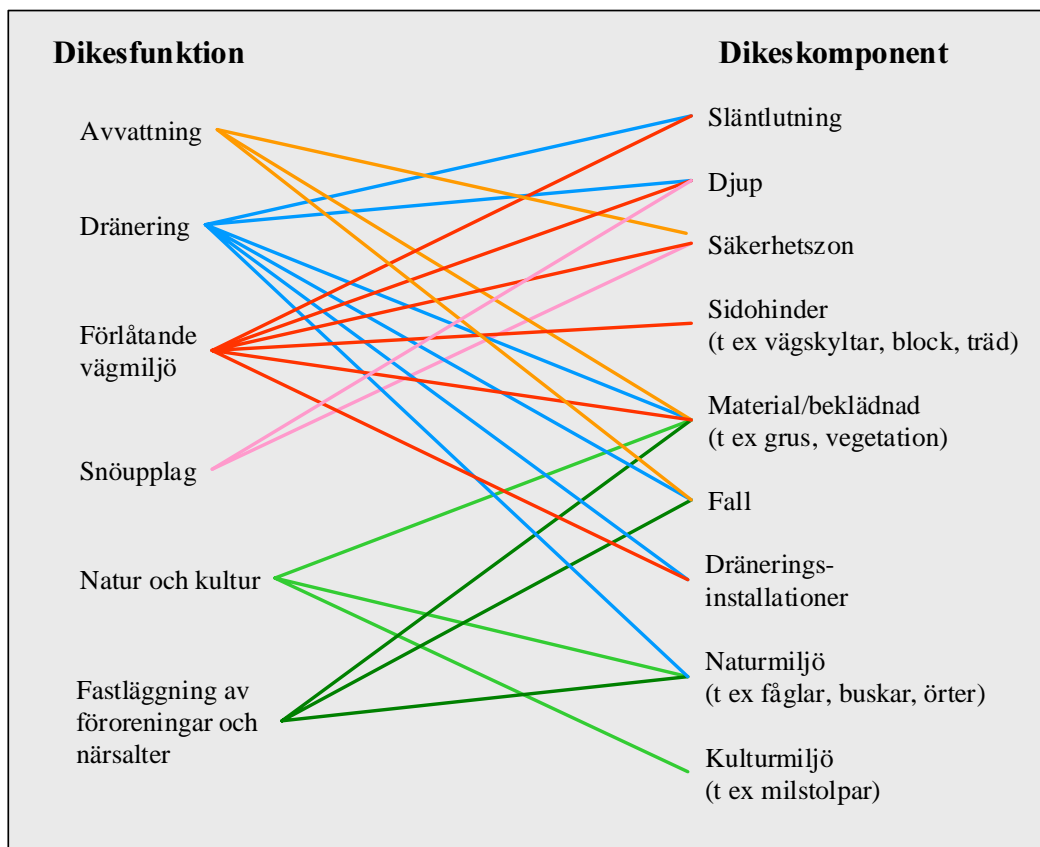
*Tabell 3.1* kan tjäna som ett underlag för fortsatta diskussioner om kopplingen mellan funktioner hos multifunktionella diken.

*Tabell 3.1 Grundläggande kopplingar mellan olika dikesfunktioner*

	Avvattning	Dränering	Trafiksäkerhet	Fastläggn. av föroreningar	Natur- och kultur	Ekonomiska aspekter
Avvattning						
Dränering						
Trafiksäkerhet						
Fastläggning av föroreningar						
Natur och kultur						
Ekonomiska aspekter						

#### 3.2 Dikesfunktion och dikeskomponenter

En dikesfunktion är beroende av ett antal dikeskomponenter. Bortsett från de ekonomiska aspekterna kan ett antal huvudsakliga kopplingar mellan funktioner och komponenter göras, t ex enligt *figur 3.1*. Figuren antyder den mängd kopplingar som finns mellan dikesfunktioner och dikeskomponenter.



Figur 3.1 Huvudsakliga kopplingar mellan funktioner och komponenter i ett vägdi-  
ke. Figurens funktioner är kopplade till de transportpolitiska målen.

### 3.3 Multifunktionella diken – mervärde och god ekonomi

Som framkommit i den utförda litteraturstudien är dikets uppgift många gånger inte bara att avvatta vägbanan utan det har också andra viktiga funktioner. Det kan också konstateras att det finns en stor variationsbredd inom flera funktioner. Den slutsats som kan dras är att en medveten utformning av multifunktionella diken, som tar hänsyn till dikets alla funktioner, bör innebära såväl ekonomiska som funktionella vinster. Diken i bergskärning bör uppmärksammas som en speciell typ av diken.

Större intresse än hittills bör riktas mot dikets utformning både vid nyprojektering och vid drift- och underhållsåtgärder. I dagsläget finns inget krav på dikesuppgifter i Vägverkets vägdatabank. Det saknas också en dikesinventering som klargör behovet av åtgärder med avseende på olika dikesfunktioner. Vi menar att man på basis av nuvarande kunskap kan planera och lägga upp dikesinventering och möjligheter för registrering i vägdatabanken. På samma sätt som för all annan teknikutveckling måste dock innehållet utvecklas efterhand som ny FoU-kunskap kommer fram. Det finns en lång rad frågor som kräver förnyade FoU-insatser.

## 4 FORTSATT FORSKNING

Denna rapport redovisar första fasen i ett vidare FoU-projekt med syfte att utveckla en ny typ av diken som optimerar en rad olika dikesfunktioner. Det övergripande projektet har följande upplägg:

1. Beskrivning av dikets olika funktioner (denna rapport).
2. Komplettering av kunskapsluckor samt analys av potentialen för multifunktionella diken – hur stora kan vinsterna bli med integrerad dikesutformning?
3. Utformning av multifunktionella diken.
4. Implementering av multifunktionella diken i pilot- och fullskala.
5. Uppföljning.

Arbetet med en helhetssyn på dikets funktioner är nytt. Kunskapsluckor finns fortfarande beträffande enskilda dikesfunktioner men det viktigaste arbetet ligger dock i att, på basis av denna rapport, analysera potentialen för multifunktionella diken. Hur kan olika funktioner fås att samverka? Vilka och hur stora vinster kan uppnås? Vilka konflikter kan uppstå mellan olika funktioner? Vad blir kortsiktig respektive långsiktig kostnad för olika dikesalternativ?

Det finns också anledning att studera dikesfunktioner med hänsyn till ett förändrat klimat. Enligt Sweclim:s (2000) senaste klimatscenario kan vi på 50-100 års sikt bli förvänta en nederbördsökning på 20-30 % inom stora delar av landet. Vilka konsekvenser får detta för avrinnig och diken?

En del i analysarbetet är också att avgränsa det fortsatta arbetet och hitta ett tydligt fokus på de funktioner och dikeskomponenter som är viktigast för dikets funktion. Vidare ska funktioner och komponenter utformas så att de samverkar för att uppnå en optimal, total dikesstandard. En lång rad frågeställningar som berör enskilda funktioner och dikeskomponenter bör bearbetas, t ex:

### **Dokumentation**

- kunskap och dokumentation av vägutformning

### **Dränering av vägkroppen**

- betydelsen av olika ytbeklädnad
- längsgående respektive tvärgående gradient
- långsiktig funktion hos täckta dräneringsdiken

### **Dikesutformning och trafiksäkerhet**

- släntlutning respektive uppbromsningszon
- dikesmaterial
- hinder, alléer och vägträd

### **Fastläggning av föroreningar**

- dikesfall
- dikesbeklädnad
- bottenprofil/smådammar
-



**Natur- och kulturvärden**

- estetiska och kulturella värden
- tumregel för biologisk mångfald och kulturvärde vid nyanläggning
- skötsel för biologisk mångfald i kombination med andra dikesfunktioner
- hur ska vägdikets/väggkantens funktion som ekologisk korridor beaktas?
- skötsel och tydliggörande av kulturvärden i kombination med andra dikesfunktioner
- hur ska vägdikets/vägens sidoområdes funktion som kulturförmedlare beaktas?

**Ekonomiska aspekter**

- relativ anläggningskostnad för olika typer av diken
- kostnad för åtgärder i förhållande till långsiktig driftskostnad
- skötsel av olika typer av diken





## 5 REFERENSER

AASHTO, 1996. Road design guide. American Association of State Highways and Transportation Officials.

AASHTO, 1997. Highway safety design and operations guide 1997. American Association of State Highways and Transportation Officials. 118 pp.

Ahnve M., 1997. Vattenburen föroreningstransport från väg mot recipient – en utvärdering av ett öppet dikes reningsförmåga. Examensarbete 1997:11. Avdelningen för mark- och vattenresurser, KTH.

Almqvist-Gillstedt L., 1998. Alléer – natur- och kulturminnen värda att bevara. Naturvetaren 14, 1998, pp 8-9.

Andersson M., 1997. Vägars kulturvärden. Riksantikvarieämbetet. Stockholm.

Antonson H., 1997. Skyddade odlingslandskap i Sverige: utvärdering av bevarandearbetet inom odlingslandskapets naturreservat, naturvårdsområden och nationalparker. Utredning/utförd av Teg och Tiltä TOT AB på uppdrag av Naturvårdsverket.

Alvaeus N., 1999. Trafiksäkerhetsaspekter på stödremsan och dess utformning. Luleå Tekniska Universitet, Institutionen för Samhällsbyggnadsteknik, Examensarbete 1999:254.

ATB Väg 2000, Kapitel D, Avvattning och dränering. VV Publ. 2000:111. Förhandskopia.

Barret M. E., Walsh P. M., Malina Jr. J. F., Charbeneau R. J., 1998. Performance of vegetative controls for treating highway runoff. Journal of Environmental Engineering, Nov. 1998. pp 1121-1128.

Bengtsson L. 1998. Spridning av föroreningar till jord och grundvatten från vägtrafiken på E20 – längs en vägsträcka vid Floda, Lerums kommun. Examensarbete, Inst. för Geovetenskaper, Avd. för kvartärgeologi, Göteborgs Universitet.

Bjelkås J. & Lindmark P., 1994. Förorening av mark och vägdagvatten på grund av trafik. SGI Varia 420.

Bråmås P. & M. Lööf, 1993. Täckta vägdiken med flacka slänter – En studie på väg E18. Institutionen för vägteknik, KTH. TRITA VBG 93-01, Examensarbete.

Bäckman, L. 1993. Försök med djupdränering. VTI meddelande nr 728.

Bäckman, L. 1994. Dränering med Hydraway Drain – Uppföljningar och utvärdering. VTI meddelande nr 740.

Dobson M.C., 1991. De-icing salt damage to trees and shrubs. Forestry Commission, Bulletin 101, Surrey, UK.

Drottenborg H., 1999. Aesthetics and safety in traffic environments. Bulletin/Lunds tekniska högskola, Institutionen för teknik och samhälle, Lunds universitet; 176. Lund.

Durling M., Jacobsson K. & Svensson S.-E., 2000. Avsättning för väggkantsvegetation på Öland genom kompostering eller förbränning - Förstudie. Institutionen för lantbruksteknik, SLU. Institutionsmeddelande 2000:07.

Durling M. & Jacobsson K., 2000. Slåtter av väggkanter med upptagande slagslätteraggat – energianvändning och kostnader vid upptagning, transport och behandling. Institutionen för lantbruksteknik, SLU. Institutionsmeddelande 2000:05. Examensarbete.

Ekstam U., Aronsson M. & Forshed N., 1988. Ängar: om naturliga slåttermarker i odlingslandskapet. Stockholm.

Ekstam U. & Forshed N., 1996. Äldre fodermarker: betydelsen av hävdregimen i det förgångna, målstyrning, mätning och uppföljning. Naturvårdsverket. Stockholm

Ellis J.B. & Revitt D.M., 1991. Drainage from roads: control and treatment of highway runoff. Middlesex Polytechnic Urban Pollution Research Centre. Report NRA 43804/MID.012.

Finely S. M. & Young G. K., 1993. Grassy swales to control highway water quality runoff. Transportation Research Record 1420.

Folkesson L., 1994. Miljöeffekter av vägdagvatten. Litteraturoversikt. VTI rapport Nr 391, 1994.

Forman R. T. T., 1995. Land Mosaics – The ecology of landscapes and regions. Cambridge.

Gerell R., 1997. Skötseln av väggkanter och dess inverkan på tätheten och artdiversiteten hos dagfjärilfaunan i sydöstra Skåne. Entomologisk Tidskrift 118: 171-176.

Gerell R., 2000. Alléernas betydelse för rödlistade vedlevande skalbaggar. Entomologisk Tidskrift 121: 59-66.

Getz L.L., Cole F.R. & Gates D.L., 1978. Interstate roadsides as dispersal routes for *Microtus pennsylvanicus*. J. Mammalogy 59, pp 208-212.

Hares R.J., Ward N.I., 1999. Comparison of the heavy metal content of motorway stormwater following discharge into wet biofiltration and dry detention ponds along the London orbital (M25) motorway. The Science of the Total Environment 235, pp 169-178.

Hogland, W., Wahlman, T. 1990. Enhetsöverbyggnad – Hydrologiska och vägtekniska egenskaper. Byggnadsrådet, rapport R90:1990.

Horner R. R., 1988. Biofiltration systems for storm runoff water quality control. 36 pp. Report prepared for Washington State Department of Ecology, Municipality of Metropolitan Seattle, King County, City of Bellevue, City of Mountlake Terrace, City of Redmond.

James C., 1999. The impact of roads and vehicles on the local environment. Draft report. Deliverable 1b of the EC POLMIT project. Transport Research Laboratory, July 1999.

Koerner G. R., Koerner R. M. & Wilson-Fahmy R. F., 1996. Field performance of geosynthetic highway drainage systems. In: Geotextile Filters and Prefabricated Drainage Geocomposites. Ed. Bathia S. K & Suits L. D. STP 1281, ASTM.

Lind B, Geisler E., & Bäckström M., 2000. First flush effect of metals and anions in stormwater runoff from roads in mid-Sweden. Special Report, EU-project POLMIT. 11 pp.

Lindqvist, M., Sjöstedt, O. 1995: Naturvärden och Miljökonsekvenser i samband med Stabiliseringsarbeten. Ingenjörsvetenskapsakademien, Skredkommissionen, Rapport 2:95, Linköping.

Lundberg K. & Lindmark P., 1994. Rening av vägdagvatten. Statens Geotekniska Institut, Vägledning 7.

Mader H J, Schell, C & Kornacker, P., 1990. Linear barriers to arthropod movements in the landscape. *Biological Conservation* 54: 209-222.

Maestri B. & Lord B. N., 1987. Guide for mitigation of highway stormwater runoff pollution. *The Science of the Total Environment*, 59, pp 467-476.

Mak K.K. et al, 1986. Real world impact conditions for run-off-the-road accidents, TRR 1065:45-55, 1986.

NPRA, 1999. Roads and the cultural environment. Norwegian Public Roads Administration. Handbook 208.

Persson T. S., 1995. Management of roadside verges: vegetation changes and species diversity. Rapport 82, Inst för ekologi o miljövärd, Sveriges Lantbruksuniversitet.

Reh W. & Seitz A., 1990. The influence of land use on the genetic structure of populations of the common frog *Rana temporaria*. *Biol. Conserv.* 54, pp 239-249.

Roth L. & Eklund M., 1999. Flöden och förråd av miljöskadliga ämnen i vägmiljön – en systemanalytisk studie. Industriell Miljöteknik, Linköpings Universitet Rapport 1999:2.

Scott N.E. & Davison A.W., 1982. De-icing salt and the invasion of road verges by maritime plants. *Watsonia* 14, pp 41-52.

SGI, 1999. Inventering av anläggningar för rening av vägdagvatten. Projektrapport, dnr 3-9808-465.

- Sjölund A. & Eriksson O., 1999. Reserapport - Studieresa till Österrike den 6-8 sep, 1999. Vägverket.
- Skogsstyrelsen, 1993. Milstolpar och andra vägmärken. Kulturvård i skogen, kapitel 2.
- SOU 2000:52. Framtidens miljö – allas vårt ansvar. Del 1. Stockholm 2000.
- Startin J. & Lansdown R. V., 1994. Drainage from highways and other paved areas: Methods of collection, disposal and treatment. Journal of the Institution of Water and Environmental Management, 8, pp 518-526.
- Svedlund L., 1999. Vägens och täktens mjuka sidor. Byggindustrin, 28:99, 30-31.
- Sweclim, 2000. Svenska klimatforskningsprogrammet. SMHI, MISTRA, aug 2000.
- Sävenhed H. & Wretling P., 1996. Röjningsstandard : effekt på siktsträcka, fordons sidoläge och hastighet. Statens väg- och transportforskningsinstitut. Linköping.
- Thomson R., 2000. Vehicle Exit Angles, Draft, Robert Thomson, Assistant Prof. CTH
- US Roads, 1999. Making Roadsides safer. Road Injury Prevention & Litigation Journal. July, 1999.
- US Roads, 2000. Road Management & Engineering Journal, Roadside Hazards, mars, 2000, TranSaftey, Inc.
- US Roads, 1998. Paavement Subsurface Drainage System. Road Management & Engineering Journal, February 11, 1998.
- US Roads, 1997. Roadside slopes: A major contribution to rollover accidents. Road Management & Engineering Journal, May 9, 1997.
- Vägverket, 1990. Hydraulisk dimensionering - Diken, trummor, ledningar, magasin. VV Publ. 1990:11.
- Vägverket, 1994a. Väg 94. Allmän teknisk beskrivning av vägkonstruktioner. VV Publ. 1994:22, 1994:23, 1994:88.
- Vägverket, 1994b. Program för skötsel av vägkanter. VV Publ. 1994:106.
- Vägverket, 1994c. Vägutformning 94. VV Publ. 1994:51.
- Vägverket Region Skåne, 1997. Vägen – Ett kulturarv. Kulturhistoriskt värdefulla vägmiljöer på det statliga vägnätet i Skåne värda att bevara.
- Vägverket, 1998a. Vägdkesmassor. Provtagning, Analys, Omhändertagande. Vägverket Publ. 1998:008.

Vägverket, 1998b. Rening av vägdagvatten. Preliminära råd vid dimensionering av enklare reningsanläggningar. Vägverket Publ. 1998:009.

Vägverket, 1999a. Vägkantsfloran. VV Publ. 1999:40.

Vägverket, 1999b. Sjön Aspen – Påverkan från en högtrafikerad väg. VV Publ. 1999:168. SGI Varia 483.

Vägverket, 2000. Sidoutformning. Vägutformningsdagarna 2000. Arbetsmaterial.

Westlund H., 1998. Infrastruktur i Sverige under tusen år. Studier till kulturmiljöprogram för Sverige. Riksantikvarieämbetet. Stockholm.

Yousef Y. A., Hvitved-Jacobsen T., Wanielista M. P. & Harper H. H., 1987. Removal of contaminants in highway runoff through swales. The Science of the Total Environment, 59, pp 391-399.

Yu S. L., 1993. Stormwater management for transportation facilities. National Cooperative Highway Research Program Synthesis of Highway Practice 174. Transportation Research Board.

Yu S. L., Kaighn R. J. & Liao S.-L., 1994. Testing of best management practices for controlling highway runoff. Phase II. Virginia Transportation Research Council Report 94-R21.

### **Fotografier**

Figur 2.8 Rolf Lundqvist.

Figur 2.10 [www.herder.nl](http://www.herder.nl)

Figur 2.11 [www.herder.nl](http://www.herder.nl)

Övriga fotografier Författarna