

Bærekraftige forsterkningsmetoder

Ragnar Evensen, ViaNova Plan og Trafikk AS, Norge

Sammenfatning

Problemet

Bygging av nye veger er svært beskjedent i forhold til det vegnettet som er en viktig del av samfunnets totale infrastruktur. Over en gjennomsnittlig tidsperiode i størrelsesorden 50 til 100 år som er et realistisk estimat av vegens forventede funksjonstid fra den er nybygget og til den erstattes av en ny veg, vil det normalt være behov for flere forsterknings- og utbedringstiltak.

I alle de nordiske land benyttes en rekke forskjellige forsterkningsmetoder hvor målet er å få vegkonstruksjonens strukturelle styrke i samsvar med de påkjenninger vegen utsettes for i løpet av en gitt dimensjoneringsperiode. Erfaringene med metodene, både de positive og de negative, kan variere mellom landene og mellom regioner.

En stram prioritering av begrensede ressurser til vegformål, gjør det viktig i størst mulig grad å velge det optimale forsterkningstiltak. Dette gjør det nødvendig å arbeide for at man har et gjensidig nytte av hverandres erfaringer, både positive og negative.

Løsningen

Utvalg 34's virksomhetsområde Forsterkningsmetoder har søkt å bidra til slik erfaringsutveksling ved å etablere en database med relevant informasjon om metodene. Databasen inneholder bl.a. informasjon om metodenes anvendelsesområde, hva man kan forvente av forsterkningseffekt ved bruk av tiltaket, og hvilke begrensninger man har erfart med metodenes anvendelse, f.eks. med hensyn til trafikkmengde og klimaforhold under utførelse. Databasen inneholder også noe informasjon om kostnadene ved de forskjellige metodene, samt opplysninger om aktuelle kontaktpersoner dersom det er behov for å få innhentet ytterligere informasjon.

Kompetansen

Databasen som er tilgjengelig for alle interesserte gjennom NVF Utvalg 34's web-sider, inneholder pr juni 2004 opplysninger om i alt 35 forsterkningsmetoder. Noen av metodene er beskrevet av flere land, og i noen tilfeller har flere land beskrevet nesten identiske metoder. Ut fra dette kan man si at databasen omfatter 23 forskjellige forsterkningsmetoder.

Det er et behov for en videreutvikling av de dataene som er lagt inn i databasen, både gjennom en bedre harmonisering av informasjonen, og gjennom å få med supplerende og mer fullstendig informasjon.

1 Innledning

Nordisk Vegteknisk Forbund, Utvalg 34 Vegens konstruksjon har hatt temaet Forsterkningsmetoder som ett av fire virksomhetsområder i perioden 2000 – 2004. I denne perioden har en arbeidsgruppe samlet inn opplysninger om de metoder som er mest aktuelle til forsterkning av eksisterende veg.

Utbyggingen av vegnettet, slik vi kjenner det i dag, har foregått over svært lang tid. For en stor del av vegnettet har man over disse årene har en betydelig utvikling med hensyn til trafikkmengder vegnettet skal betjene, de påkjenninger vegkroppen utsettes for, og de krav som settes til vegnettets funksjonsegenskaper, f.eks. med hensyn til fremkommelighet, trafiksikkerhet, kjørekomfort og miljø.

I alle de nordiske landene har en del av det offentlige en vegnettet en tilstand og funksjonsegenskaper som ikke er tilfredsstillende i forhold til den trafikk vegnettet skal betjene. Behovet for utbedring og forsterkning av vegnettet vil sannsynligvis alltid være til stede. Dette gjelder både en utbedring av vegens geometri (vegens linjeføring, vegbredde, flere kjørefelt, etc.) og en forsterkning av vegkroppens strukturelle egenskaper.

Dette innlegget er et resultat av en felles innsats fra alle medlemmene i NVF utvalg 34's Virksomhetsområde Forsterkningsmetoder. Medlemmene i virksomhetsområdet er vist i Vedlegg 1.

2 Vegens bæreevne

Som et uttrykk for vegens styrkeegenskaper, har det vært vanlig å benytte begrepet "bæreevne". Bæreevnen oppfattes som et uttrykk for den aksellast vegen tåler uten en unormal tilstandsutvikling. Ved bruk av slike begrep er det viktig å få tatt hensyn til at vegkonstruksjoner normalt utsettes for et stort spektrum av belastninger fra trafikken. Dette omfatter aksellaster, akselkonfigurasjoner (enkeltaksler, boggiaksler, trippelaksler, med og uten oppløft), kjøretøyenes avfjæringssystem (bladfjærer, luftfjæring, etc) og dekktype (tvillinghjul, enkle dekk, ekstra brede enkle dekk, etc.). Tilstandsutviklingen må dessuten sees i sammenheng med den trafikkmengden vegen utsettes for.

En grundig vurdering av vegens bæreevne er en relativt komplisert og krevende oppgave hvor man må ta hensyn til relativt store og til dels uoversiktlige variasjoner i de faktorer som innvirker på en beregning av bæreevnen. Opp gjennom årene har det vært nødvendig å gjøre relativt store forenklinger i analysene og legge til grunn forskjellige former for idealisering av materialeegenskapene. Koblingen til virkeligheten har vært ivaretatt gjennom forskjellige former for "korreksjoner" i forhold til erfaringer fra detaljerte oppfølginger av tilstandsutviklinger på referansestrekninger til forsøk i full skala med akselererte trafikkbelastninger. Den siste kategorien omfatter alt fra AASHO-forsøkene i USA rundt 1960 til sirkulære eller lineære testbaner og "the Heavy Vehicle Simulator", HVS, fra Sør-Afrika.

2.1 Trafikkbelastninger

Ett av resultatene fra AASHO-forsøkene i USA i begynnelsen av 1960-årene, var omregningen av et spektrum av aksellaster til et ekvivalent antall belastninger fra en referanseaksel. Som

referanseaksel valgte man en enkeltaksel med tvillinghjul og en aksellast på 18.000 pund, som tilsvarer ca 8,2 tonn. Som grunnlag for omregningen benyttet man fjerdepotensregelen som sier at den nedbrytende effekt på vegkonstruksjonen er proporsjonal med aksellasten i fjerde potens. I de skandinaviske land har det vært vanlig å benytte en aksellast på 10 tonn som referanseaksel, ut fra at dette er den tillatte aksellast som nye veger normalt dimensjoneres for.

Helt siden fjerdepotensregelen ble presentert på Ann Arbor konferanse i 1962, har den vært kritisert fordi man mente den innebar en overforenkling av de problemstillinger som er knyttet til vegkonstruksjonens nedbrytning. Til tross for flere åpenbare svakheter inngår fortsatt en omregning av spekteret av aksellaster til et ekvivalent antall belastninger fra en referanseaksel, i de fleste lands dimensjoneringsystemer.

2.2 Materialeegenskaper

Ev viktig kilde til variasjoner i vegens styrkeegenskaper, kan knyttes til variasjonene i egenskapene til materialene i grunnen og i vegoverbygningen. Dette omfatter både de egenskaper som forteller noe om hva materialene tåler av påkjenninger, og egenskaper som innvirker på materialenes evne til f.eks. å fordele trafikkbeltningene på større arealer slik at påkjenningene på de underliggende lagene ikke blir for store.

Noen steder er det små variasjoner i materialene i grunnen. På slike steder kan man få et godt bilde av de viktigste materialeegenskapene gjennom en enkel vanninnholdsbestemmelse. Andre steder kan materialene i grunnen variere fra fjell og fast morene til myr og kvikkleire.

I en tradisjonell, sterkt forenklet analyse vil man som et minimum ha behov for data for materialenes deformasjonsegenskaper, fortrinnsvis uttrykt ved E-modulen, og materialene skjærstyrke, gjerne uttrykt ved CBR-verdien. Disse parametrene var inngangsdata i en forenklet analyse av spenninger og deformasjoner basert på elastisitetsteorien.

I de mer ”moderne” analyser er det vanlig å benytte analyseverktøy hvor man kan utnytte mer detaljerte kunnskaper om materialeegenskapene, som, f.eks. at deformasjonsegenskapene til mekanisk stabiliserte materialer er avhengig av spenningstilstanden. Også ved analyser av denne type vil de naturlige variasjoner i materialeegenskapene være en kilde til variasjoner i vegens samlede styrke.

2.3 Klimaforhold

Mange av de materialer man har i grunnen og i vegoverbygningen, har egenskaper som varierer med klimaforholdene. Med noen få unntak vil materialene i grunnen og mekanisk stabiliserte lag i overbygningen ha variasjoner både med hensyn på deres lastfordelende evne og hva de tåler av påkjenninger. Hvor store variasjonene er, avhenger bl.a. av finstoffinnholdet i materialene og vegens dreneringsforhold.

For de bituminøse materialene i overbygningen vil de lastfordelende egenskapene og hva materialene tåler av påkjenninger uten permanente deformasjoner, avhenge av bl.a. temperaturen i asfalten.

Som et eksempel kan man se nærmere på dimensjoneringsreglene i ATB Väg 2003 fra Sverige. I henhold til disse dimensjoneringsreglene skal beregningene gjennomføres for en oppdeling av året i seks klimaperioder. Disse er vist i tabellen ovenfor. I denne tabellen er det som en illustrasjon også vist lengden av klimaperiodene for to av klimasonene i Sverige, klimasone 1 og 5.

Klimaperiode	Klimasone	
	1	5
Vinter	49	166
Tjällosningsvinter	10	
Tjällosning	15	91
Senvår	46	
Sommer	153	47
Höst	92	61

Dimensjoneringsreglene i ATB Väg 2003 bygger på en analyse av spenninger og tøyninger i vegoverbygningen og i materialene i grunnen for de seks klimaperiodene som er vist i tabellen over. For hver klimaperiode beregnes antall tillatte og de forventede ekvivalente belastninger. Vegens bæreevne i forhold til forventede belastninger berestemmes ved hjelp av en delbruddhypotese over dimensjoneringsperioden.

ATB Väg 2003 har et eget sett av inngangsparametre for bestemmelse av forsterkningsbehovet. I dette er bl.a. vegens dreneringsforhold en faktor av betydning.

3 Behovet for forsterkning

Dersom vegens bæreevne og styrkeegenskaper ikke er tilfredsstillende i forhold til de påkjenninger vegen utsettes for, evt. forventes å bli utsatt for etter f.eks. en oppskrivning av tillatt aksellast, er det viktig å ha gode hjelpemidler for å kunne fastlegge forsterkningsbehovet.

Det brukes i dag minst tre prinsipielt forskjellige metoder for en slik vurdering.

- Ut fra en registrering av eksisterende vegs overbygning, inklusive en identifisering og klassifisering av materialene i grunnen og i de enkelte lag i overbygningen.
- Ut fra målinger av vegkonstruksjonens deformasjonsegenskaper, f.eks. ved hjelp av fallodd eller platebelastningsforsøk. Det er i dag blitt mer vanlig at nedbøyningsmålingene er supplert med andre målinger, f.eks. bestemmelse av lagtykkelse ved hjelp av georadar.
- Ut fra en registrering av tilstandsutviklingen på eksisterende veg. Dette krever tilstandsdata av god kvalitet over flere år, og at dataene gir et tilnærmet fullstendig bilde av vegens strukturelle tilstand.

Metodene over er på ingen måte gjensidig ekskluderende. I mange situasjoner kan det være fornuftig å kombinere to eller alle tre metodene.

3.1 Registrering av eksisterende vegs overbygning

Gjennom en registrering av den eksisterende vegens overbygning kan man få et godt bilde av vegens styrkeegenskaper. Registreringen inkluderer normalt en bestemmelse av lagtykkelser og en identifisering og klassifisering av materialene i grunnen og i de enkelte lag i overbygningen. Som regel vil registreringen også omfatte en vurdering av vegens dreinessituasjon og dens plassering i forhold til omkringliggende terreng.

Ulempen ved denne metoden er at man ofte ikke har et godt arkiv over disse dataene, eller at de er blitt foreldet. Prøvetaking med påfølgende laboratorieanalyser er en såvidt kostbar og tidkrevende oppgave at man ønsker å begrense antall prøvetakingspunkter. Resultaten blir ofte at avstanden mellom punktene man har data for, blir for stor.

Prøvetaking fra eksisterende veg kan i den grad det er behov for det, også inkludere en bestemmelse av materialegenskapene. Dette kan være alt fra CBR-forsøk og DCP-målinger til dynamiske triaksialforsøk.

3.2 Analyser av påkjenninger og materialegenskaper

De fleste metoder som bygger på en analyse av de påkjenninger materialene utsettes for, i forhold til hva de forventes å tåle, inneholder en eller annen form for måling av vegens nedbøyning under en belastning.

Opp gjennom tidene har det vært benyttet flere forskjellige metoder. Måling av nedbøyningen mellom tvillinghjulene på bakakselen til et tungt kjøretøy lastet til en gitt aksellast, var en mye benyttet metode i Europa i 1960- og i begynnelsen av 1970-årene. Målingene utføres med en Benkelmannsbjelke, evt. ved et automatisert måleutstyr, LaCroix deflektograf.

Det danske vegmiljøet har vært sentralt i utviklingen av the Falling Weight Deflectometer som et verktøy for å vurdere vegens strukturelle tilstand. Utviklingen har omfattet både selve måleprinsippet, utstyret, og vurderingene av forsterkningsbehovet ut fra resultatene av falloddsmålingene. I dag er falloddet mye benyttet til måling av den strukturelle tilstanden på vegene i mange land, inklusive the Strategic Highway Research Program, SHRP, i USA.

En av fordelene ved falloddsmålingene i forhold til f.eks. målinger med Benkelmannsbjelken, er at den gir et mer komplett bilde av hele nedbøyningsbassenget. Vurderingen av resultatene vil normalt enten bestå i å bruke nedbøyningsdataene direkte eller som et grunnlag for å estimere E-modulene til materialene i grunnen og de enkelte lagene i overbygningen.

Falloddsmålinger er målinger av den strukturelle tilstand i de utvalgte målepunkter og på de tidspunkter hvor målingene gjennomføres. For noen veger hvor den strukturelle tilstand har store variasjoner i forhold til sted og tid, kan dette være en ulempe. I de seinere år er det både i Sverige og Danmark utviklet neste generasjon av deflektografer som er uten disse ulempene. Gjennom

kontinuerlige målinger fanger man opp evt. lokale variasjoner, den store målekapasiteten gjør det mulig å gjennomføre hyppige målinger for derved å fange opp årstidsvariasjonene.

Ut fra målinger med deflektograf eller fallodd får man et relativt komplett bilde av de påkjenninger materialene i vegkonstruksjonen utsettes for. I noen situasjoner er imidlertid den største usikkerheten knyttet til materialenes styrkeegenskaper, hva materialene tåler av påkjenninger. Under slike forhold må nedbøyningsmålinger suppleres med f.eks. DCP eller andre tester av materialenes styrke for å få et komplett bilde av vegkonstruksjonens strukturelle tilstand.

3.3 Ut fra registrert tilstandsutvikling

En vurdering av vegens strukturelle tilstand ut fra en registrering av endringene i dekketilstanden, må omfatte flere parametre. De viktigste av disse er:

- **Hjulspordybden.** For store deler av vegnettet i Norden vil piggdekkslitasjen fortsatt være en ikke ubetydelig del av kilden til utviklingen av hjulspor i vegdekkene. Det er mulig å estimere piggdekkslitasjen relativt nøyaktig. Differansen mellom den totale sporutvikling og piggdekkslitasjen kan man med relativt stor nøyaktighet betrakte som deformasjonsspor. Hvor stor del av deformasjonen som skyldes instabilitet i de bituminøse materialer i forhold til skjærdeformasjonene i de mekanisk stabiliserte underliggende lag, er en egen utfordring.
- **Vegens jevnhet på langs.** Jevnheten presenteres ofte gjennom vegdekkets IRI-verdi hvor IRI står for the International Roughness Index. En utvikling til et mer ujevnt dekke over tid kan ha flere årsaker. En viktig årsak kan være inhomogeniteter og variasjoner i egenskapene til de materialer man har i vegens fundament og dekke. Et ujevnt dekke vil normalt gi en økning i de dynamiske belastningene som vegkonstruksjonen, noe som fører til en akselerering av tilstandsutviklingen med hensyn på jevnhet.

Vegdekkets jevnhet i vegens lengderetning er en funksjonsegenskap av stor viktighet for samfunnskostnader, som f.eks. ulykkeskostnader og vegbrukernes tids- og kjørekostnader. I forhold til en analyse av tilstandsutviklingen er det en ulempe at usikkerheten ved målingene er relativt store i forhold til en normal årlig endring. Man er som regel avhengig av flere års målinger før man kan få frem en pålitelig prognose over forventet utvikling.

- **Sprekker og krakeleringer i vegdekket.** Denne tilstandsutviklingen skal være kommet relativt langt før den innvirker på trafikantenes fremkommelighet og sikkerhet. Selv om moderat krakelering ikke direkte påvirker vegdekkets funksjonsegenskaper i noen stor grad, kan det indirekte påvirke utviklingen av de øvrige sider ved dekketilstanden ved at vann slipper gjennom dekket og gir en reduksjon i bæreevnen til de underliggende materialer.

Registrering av sprekker og krakelering i vegdekket kan være en viktig del av vurderingen av vegkonstruksjonens totale styrke i forhold til de påkjenninger vegkroppen utsettes for. For mange veger kan sprekker og krakelering gi et tidlig forvarsel om hva man kan forvente av fremtidig tilstandsutvikling med hensyn på f.eks. spor og jevnhet.

Når man ønsker å vurdere behovet for forsterkning ut fra en registrert tilstandsutvikling, har dette en bakgrunn i at man med de andre vurderingsmetodene kan få resultater som ikke stemmer med den

virkelighet som registreres på vegen. Den faktiske tilstandsutviklingen i forhold til de påkjenninger vegen utsettes for, er på mange måter fasit for vegens strukturelle tilstand.

En vurdering av forsterkningsbehovet ut fra den registrerte dekketilstanden, har også noen helt åpenbare svakheter og ulemper. Metoden forteller at vegens strukturelle tilstand ikke er tilfredsstillende, men det er ikke alltid like enkelt å få klarlagt årsaksforholdene og hvilke forsterkningstiltak som bør iverksettes. Metoden krever en tilstandsoppfølging over flere år, og det kan være vanskelig å vurdere konsekvensene av f.eks. endringer i tungtrafikkens sammensetning.

4 Dagens praksis i de nordiske land

I avsnittene nedenfor er det gitt noen korte beskrivelser av dagens regelverk og praksis ved vurdering av behovet for og dimensjonering av forsterkningsarbeider i de nordiske landene. Selv om beskrivelsene på langt nær er fullstendige, vil det fremgå at det er en del ulikheter.

4.1 Danmark: Vejregler for dimensionering

Dimensionering i Danmark sker på tre nivåer avhengig av projektets størrelse. Mindre anlegg dimensioneres ut fra et katalog. For mellomstore anlegg er det mulig å anvende diagrammer basert på beregninger, mens man for store anlegg skal regne spesifikt ved hjelp av dimensjoneringsprogrammer (BISAR, Delsan mm.). Fra 2005 skal man for dimensionering av nye asfaltveje benytte det nye dimensjoneringsprogram MMOPP som inneholder nyt katalog, analytisk-empirisk dimensjoneringsprogram samt dimensionering ved simulering av nedbrydningsforløb.

Bæreevnen (E-moduler) av standard materialer der indgår i den ny vejopbygning sættes ud fra erfaringstal beskrevet i de danske vejregler. Underbundens E-modul fastlægges ud fra CBR-forsøg, erfaringstal og evt. geotekniske vingeforsøg. Som standard udføres ikke pladebelastningsforsøg på underbund. Mini-faldlod vil sandsynligvis i fremtiden være med til at fastsætte underbundens E-modul.

Dimensionering af forstærkningslag (asfalt) gøres ud fra resultater af faldlodsmålinger på eksisterende vej. Når hvert lags E-modul kendes benyttes dimensjoneringsprogrammer eller vejvedligeholdelsessystemer, eks. BELMAN, til at bestemme forstærkningslagets tykkelse.

4.2 Finland:

Stabiliseringsmetoder som används i bärande lager i Finland är bitumenstabilisering (skumbitumenstabilisering, bitumenemulsionstabilisering), kompositstabilisering, cementstabilisering och masugnsandstabilisering.

Alla stabiliseringsmetoder är lämpliga både för vägbyggen och reparation. Valet av metod måste baseras på en jämförelse av alternativ. Jämförelsen görs från fall till fall och beslutet påverkas av:

- Mål som sats för arbetet
- Materialer, som finns tillgängliga

- Förhållandet på byggplatsen och tjälförhållanden
- Kostnader för arbetet
- Begränsningar i användningen av utrymmet. Finns det t.ex. möjlighet att bredda vägen?

I framtiden kommer det att krävas produktgodkännande av nya stabiliseringsmetoder. De består av bevarnings- och dimensioneringsparametrar t.ex. utmatningshållfasthet, långtids formbeständighet, förvittringskänslighet av materialet, vatten-, salt- och frostbeständighet samt tillräklig kemiskt stabilitet.

4.3 Island:

Vegagerdin anvender i det alt vesentlige de dimensjoneringsregler som er gitt i den norske Håndbok 018 Vegbygging. Dette gjelder både ved nybygging og ved forsterkning av eksisterende veg.

4.4 Sverige: ATB Väg 2003

ATB Väg 2003 sammen med analyseverktøyet PMS Objekt, danner et viktig grunnlag for dimensjonering av veger i Sverige. Også i det svenske dimensjoneringssystemet omregnes trafikkmengdene til et ekvivalent antall 10 tonns aksellastpasseringer i dimensjoneringsperioden.

Ved dimensjonering gjennomføres analyser og beregninger av antatt tillatte ekvivalente aksellastpasseringer i 6 klimaperioder som angitt ovenfor. Bestemmelsen av tillatte aksellastpasseringer gjennomføres ut fra beregninger av horisontale tøyninger i underkant av det bituminøse bærelaget og de vertikale trykktøyninger i toppen av materialet i grunnen.

En viktig inngangsparameter for beregningene i PMS Objekt, er et sett av tabeller for E-moduler for de forskjellige materialer i vegoverbygningen og i grunnen. For materialene i grunnen og de ubundne lagene i overbygningen, er E-modulene angitt som en funksjon av klimaperiode og materialtype. For de bituminøse materialene er E-modulene også en funksjon av klimasonen og den totale tykkelsen av de bituminøse lagene.

Dimensjonering av en forsterkning av eksisterende veg følger de samme prinsipper som dimensjonering av en ny veg. Dette innebærer at dimensjoneringen forutsetter at det er gjennomført relativt omfattende grunnundersøkelser for å få bestemt lagtykkelser og en vurdering av materialene i eksisterende overbygning.

ATB Väg 2003 har i del B en grundig beskrivelse av den inventering som skal gjennomføres i forbindelse med forsterkning av veger. Inventeringen omfatter en totalvurdering av vegens tilstand og en detaljert vurdering av vegdekket, bituminøse bærelag, sementbundne bærelag, ubundne materialer i overbygningen, overflatevann og drenering, samt evt. teleskader.

4.5 Norge: Håndbok 018 Vegbygging

Statens vegvesens Håndbok 018 Vegbygging er for tiden under revisjon. En ny utgave vil foreligge i løpet av sommeren 2004. Ved denne revisjonen har man gjeninnført begrepet "Sum ekvivalente 10

tonns aksellastpasseringer i dimensjoneringsperioden” som en viktig parameter i dimensjoneringen. Basert på denne parameteren har man innført begrepet Trafikkgrupper som vist i tabellen nedenfor

Trafikkgruppe	Sum ekvivalente 10 t aksler, mill.
A	< 0,5
B	0,5 – 1,0
C	1,0 – 2,0
D	2,0 – 3,5
E	3,5 – 10
F	> 10

Dimensjoneringen er gitt i et sett av dimensjoneringstabeller med separate tabeller for grusveger, veger med bituminøst dekke, gang-/sykkelveger, veger med belegningsstein, samt parkeringsplasser og terminalanlegg. Dimensjoneringen av veger med betongdekke er gitt som en funksjon av trafikkbelastningene, underlagets k-modul og betongkvaliteten.

Dimensjonering av forsterkningstiltak bygger på en vurdering av den funksjonelle dekkelevetiden for eksisterende veg i forhold til en angitt normert dekkelevetid. Den normerte dekkelevetiden er et uttrykk for hva man forventer av levetid for et vegdekke på et vegfundament som er riktig dimensjonert i forhold til materialutnyttelse og trafikkbelastning.

En Levetidsfaktor er definert som forholdet mellom eksisterende vegs funksjonelle dekkelevetid og den normerte dekkelevetiden. For veger med levetidsfaktor større enn 0,7 er det antatt at det ikke er behov for spesielle forsterkningstiltak. Det er antatt at forsterkningsbehovet ivaretas gjennom den ordinære dekkefornyelsen. For vegdekker med levetidsfaktor mellom 0,5 og 0,7 er det angitt en forsterkningsbehov for fra den angitte levetidsfaktoren. Ved levetidsfaktor mindre enn 0,5 er det antatt at vegkonstruksjonen har fundamentale mangler, og det er angitt et behov for grundigere analyse av eksisterende vegoverbygning for å få fastslått sannsynlige årsaker til den korte dekkelevetiden.

5 Forsterkningsmetoder

Nordisk Vegteknisk Forbund, Utvalg 34 Vegens konstruksjon har som en del av virksomhetsområdet ”Forsterkningsmetoder” i tiden 2000 – 2004 samlet inn og bearbeidet opplysninger om i alt 35 forsterkningsmetoder som anvendes i de nordiske land. Opplysningene er systematisert og lagt inn i en database som er tilgjengelig for de som har interesse av denne type opplysninger.

5.1 Grunnlaget for innsamling av data

Målet med aktiviteten har vært å utveksle erfaringer med ulike forsterkningsmetoder som er benyttet i Norden. Det har ikke nært noe mål å komme frem til mer ensartede forsterkningsmetoder, men å skape et grunnlag for en erfaringsutveksling om forsterkningsmetodene som anvendes.

Gjennom en slik utveksling av erfaringer kan man få en mer ensartet praksis på områder der dette er riktig. Man kan på denne måten også få et bedre grunnlag for å vurdere metodenes:

- anvendbarhet
- begrensninger
- krav til materialer og utførelse
- forventet effekt med hensyn til vegens tilstandsutvikling og funksjonstid

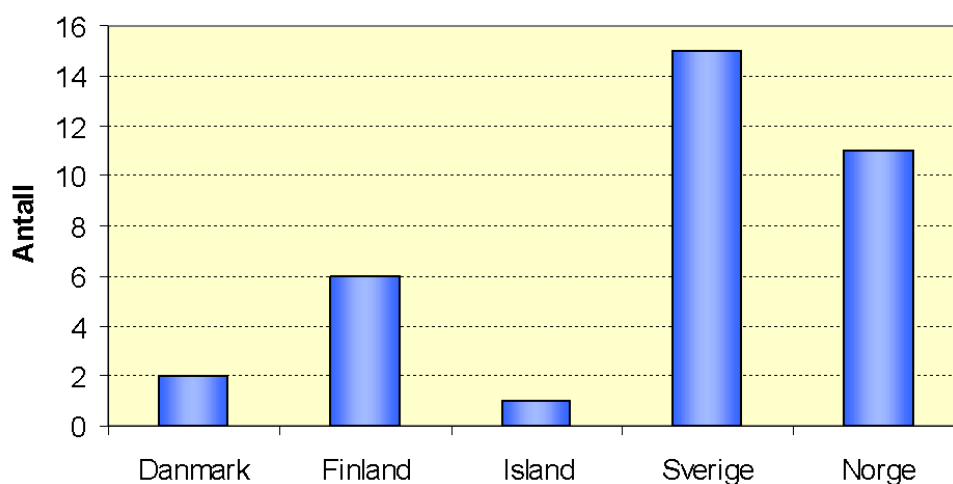
Som grunnlag for registreringen ble det utarbeidet et spørreskjema med i alt 22 spørsmål. Dataene er bearbeidet og samlet i en database i Access. Såvel spørreskjemaene som databasen er tilgjengelig over internet.

5.2 Databasen

Databasen inneholder, som ovenfor nevnt, en beskrivelse av i alt 35 forsterkningsmetoder. En oversikt over fordelingen av opprinnelseslandene for metoder som er lagt inn, er vist i figuren nedenfor. En del av forsterkningsmetodene har såvidt mange likhetspunkter at det ikke er realistisk å snakke om 35 forskjellige metoder. Samme metode kan være innrapportert av flere land. Metoden med bitumenstabilisering av grusbærelag er f.eks. omtalt av såvel Finland som Island, Sverige og Norge.

Det er i alt samlet inn opplysninger for 23 forskjellige forsterkningsmetoder.

Antall metoder registrert

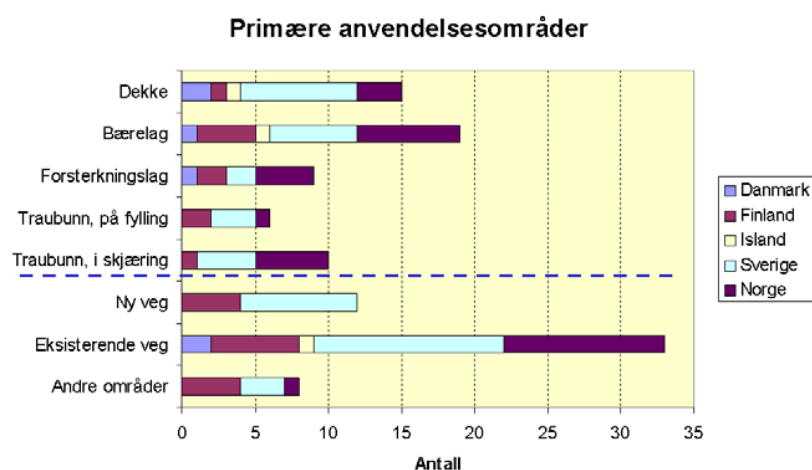


For å gjøre det lettere å karakterisere de forskjellige metodene, ble det etablert en klassifisering som er vist i listen nedenfor. Det bør bemerkes at det var anledning til å krysse av for flere valg dersom dette var dekkende for metoden. Det er f.eks. aktuelt å kombinere bitumenstabilisering med drenering av vegen.

- Bitumenstabilisering
- Sementstabilisering
- Kompositt (bitumen + sement)
- Mek. stab. materialer (f.eks. homogenisering)
- Nytt dekke
- Nytt dekke + bærelag
- Armering
- Drenering
- Annet

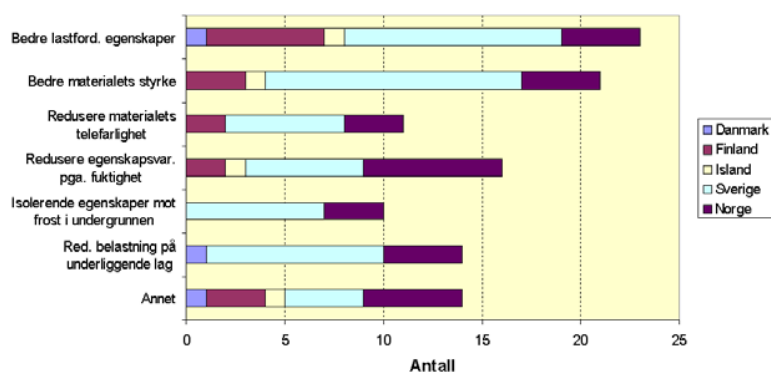
En annet viktig inndeling gjelder anvendelsesområdet for metodene. Av figuren nedenfor ser en at dekke og bærelag dominerer, men det er f.eks. også noen av metodene som primært har som mål å forsterke forsterkningslaget. Drenering kan være et godt eksempel på en slik metode.

Alle metodene som er omtalt, er aktuelle ved forsterkning av eksisterende veger. Dette ligger inne i de kriterier som ligger til grunn for å ta metodene med i databasen. Det er imidlertid en del av metodene som er like aktuelle ved bygging av ny veg.



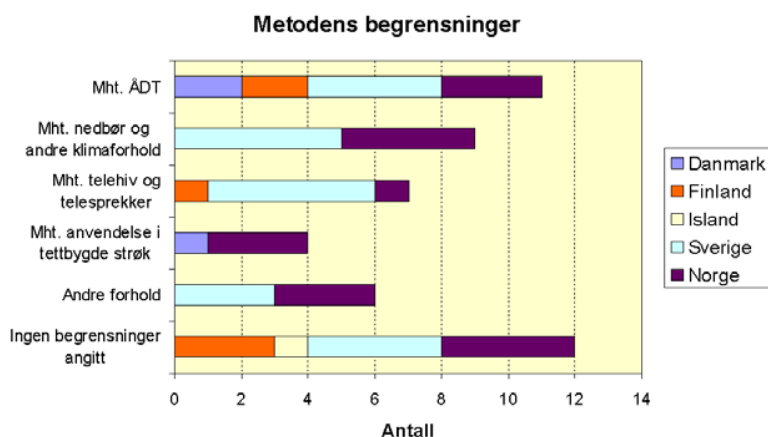
Dersom man summerer de anvendelsesområder som er vist i figuren over, kommer man til et tall som er langt over det totale antall metoder som er med i undersøkelsen. Relativt tidlig i undersøkelsen fant vi ut at det ikke lot seg gjøre å kreve en eksklusivitet i beskrivelsene. Det måtte f.eks. være mulig å angi at både bærelag og forsterkningslag er metodens primære

anvendelsesområde. Å måtte velge hvilket område som var det primære og angi de andre med en lavere rangering, kunne gi et feilaktig bilde av metoden.



En annen viktig informasjon er knyttet til hvilke materialeegenskaper og hvilke faktorer av betydning for vegens funksjonsegenskaper, man forventer å få en forbedring av ved metoden. Dette er listet opp i figuren ovenfor. Det er verdt å legge merke til at vi i ettertid fant det nødvendig å angi "Reduksjon i belastningene på underliggende lag" som en egen kategori. Dette alternativet var ikke med i det spørreskjemaet som ble sendt ut, men svarende viste at det var nødvendig å få dette inn spesielt.

Praktisk talt alle metoder som bedrer materialenes lastfordelende evne, har som sekundær effekt at påkjenningene på de underliggende lag blir mindre. Ved tilførsel av nye lag i vegkonstruksjonen, oppnår man en reduksjon av påkjenningene på de underliggende lagene, men uten at dette fanges opp i de øvrige alternative avkryssingene.

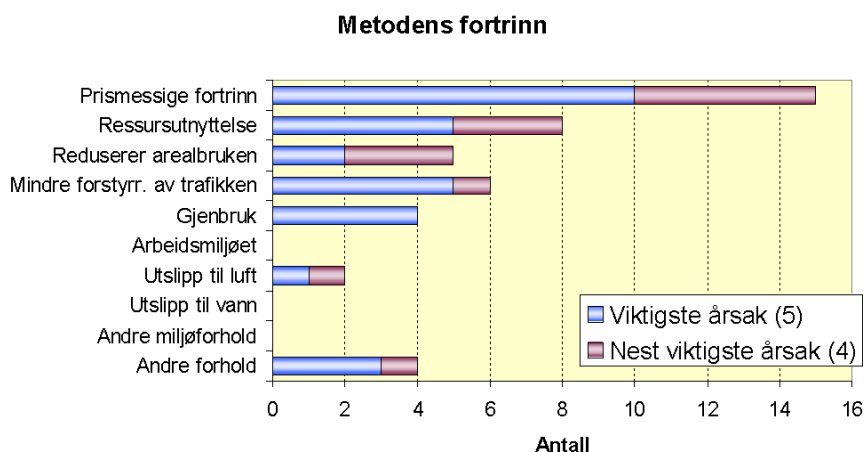


En annen viktig informasjon var hvilke begrensningen de forskjellige metodene hadde i anvendelse. Dette er vist i figuren ovenfor. Man kan her se at den største gruppen var de som ikke hadde noen

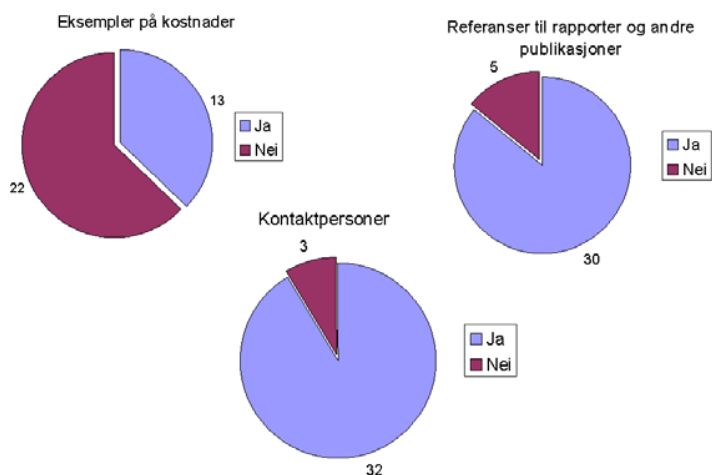
begrensninger, men det viser også at det av 35 metoder bare er 12 som er uten noen begrensning. Det er med andre ord 23 metoder hvor det er angitt en eller annen begrensning.

I denne oversikten må begrepet begrensning oppfattes relativt vidt. Når f.eks. telehiv og telesprekker er angitt som en begrensning, behøver ikke det bety at metoden ikke kan gjennomføres på veier med telegiv og telesprekker, men man kan ikke forvente at tiltaket har noen varig effekt dersom dette er en viktig delårsak til behovet for forsterkning.

Neste tema var hva man anså som metodens fortrinn i forhold til andre metoder. Det er vist i figuren nedenfor.



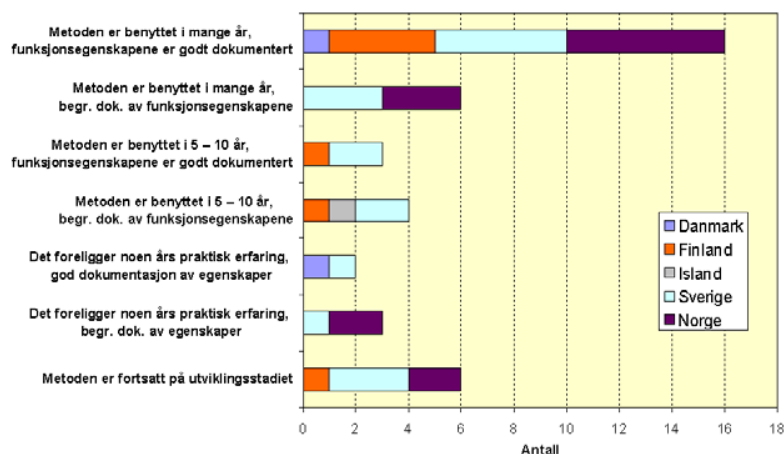
Det er verdt å legge merke til at nesten alle metodene er gitt ett eller annet fortrinn i forhold til andre metoder. Av de 35 metodene som er beskrevet, er det 33 metoder som er gitt ett eller annet fortrinn i forhold til andre forsterkningsmetoder. Dette må ikke tolkes som en generell påstand. Det viser imidlertid at hva som er en metodes fortrinn, kan variere fra prosjekt til prosjekt. Det som var et viktig fortrinn på ett forsterkningsarbeid, og som ganske sikkert var en viktig medårsak til at metoden ble brukt, behøver ikke å gjelde for alle andre forsterkningsarbeider.



Ved gjennomføring av undersøkelsen fant vi det av stor betydning å få med informasjon som kunne være viktige for de som ønsket å se nærmere på noen av de metodene som er tatt med. Det er derfor lagt inn opplysninger med referanse til rapporter og andre publikasjoner hvor metoden er omtalt. Det er også oppgitt navn på noen aktuelle kontaktpersoner som kan være behjelpelige med å fremskaffe slik informasjon. Opplysninger av denne type vil selvfølgelig ha en begrenset gyldighet.

Fremfor å forsøke å lage sett av vektete gjennomsnitt for enhetskostnader, har vi valgt å be om noen eksempler på enhetspriser. Også opplysninger av denne type har naturlig nok en begrenset gyldighet.

Status for erfaringsbakgrunn



Den siste type opplysning som vi har fått med i undersøkelsen, gjelder status for erfaringsbakgrunnen for de forskjellige metodene. Det er ikke uventet at man for de fleste metoder har oppgitt at metoden er benyttet i mange år og funksjonsegenskapene er godt dokumentert. Forsterkning av veger er ingen ny virksomhet i de nordiske landene. Man ser imidlertid at det også en flere metoder hvor det er angitt at metoden fortsatt er på utviklingsstadiet. Det kan vi forhåpentligvis tolke som et uttrykk for at vårt fagfelt ikke er i stagnasjon.

5.3 Eksempel: bitumenstabilisering

Bitumenstabilisering er av de forsterkningsmetodene hvor vi har fått innsamlet data for fire av de landene som har vært med. Det kan derfor være av en spesiell interesse å se nærmere på noen av den informasjonen vi har fått fra landene, og sammenlikne resultatene fra landene. Dette er gjort i tabellene nedenfor.

Den første oversikten viser en sammenstilling av hva de forskjellige land har oppgitt som det primære formålet med forsterkningsmetoden. Det er relativt god overensstemmelse mellom målsettingene i de enkelte land.

6 Målet med metoden

	Norge	Finland	Sverige	Island
Bedre de lastfordelende egenskaper	X	X	X	X
Bedre materialets styrke (i vid forstand)	X	X	X	X
Redusere materialets telefarlighet	X	X	X	X
Redusere egenskapsvariasjoner pga. fuktighet	X	X	X	X
Isolerende egenskaper mot frost i grunnen			X	
Andre effekter, angi hvilke: <ul style="list-style-type: none"> - Tål deformationer i vägen utan att skadas - Redusere belastningen på underliggende lag - Forbedring af overfladens jævnhed 		X	X	X

Den neste sammenstillingen viser hva de forskjellige land har oppgitt som metodens begrensning. Mens man i Finland har satt en grense på 5000 i ÅDT for metodens anvendelse, er den tilsvarende grense satt til 3000 i Norge.

11 Metodens begrensninger

	Finland	Island	Norge	Sverige
Mht. trafikkmengde, ÅDT	Inte lämplig vid över 5000		< 3000 ÅDT	
Mht. nedbør og andre klimaforhold			Ved kraftig regnvær kan vi få problem med for mye vann i de stabiliserte massene	
Mht. telehiv og telesprekker på vegen				
Mht. anvendelse i tettbygde strøk o.l.				
Andre forhold				Kan orsaka beläggningssprickor om stabiliseringen blir för stark

Den tredje sammenstillingen viser omfanget av erfaringer med metoden.

20 Status for erfaringsbakgrunnen

	Finland	Island	Norge	Sverige
Metoden er benyttet i mange år, funksjonsegenskapene er godt dokumentert	X		X	
Metoden er benyttet i 5 – 10 år, begr. dok. av funksjonsegenskapene		X		X
Det foreligger noen års praktisk erfaring, god dokumentasjon av egenskaper				X

Man kan samtidig legge merke til at det er Finland og Norge som har angitt begrensninger for metoden, de samme landene som har angitt at metoden har vært benyttet i mange år og funksjonsegenskapene er godt dokumentert.

Det er naturlig at man må ha en del års erfaringer med metoden før man setter pålitelige verdier for begrensninger i anvendelsesområdet.

5.4 Aktuelle forbedringer av databasen

Det er nedlagt et betydelig arbeid i etablering av databasen og innsamling av informasjon om de forskjellige forsterkningsmetodene. Dette betyr ikke at det ikke ligger en utfordring i å videreutvikle og forbedre den informasjon som er samlet i databasen.

For noen av de forsterkningsmetoder som er beskrevet, kan det være et behov for en bedre harmonisering av den informasjon som foreligger. I den eksisterende databasen vil man f.eks. se at frostisolasjon med skumbetong, lettklinker og celleplast er presentert som én forsterkningsmetode i Sverige, mens man i Norge har angitt frostisolasjon med skumglass, lettklinker og celleplast som tre forskjellige metoder.

Databasen vil sannsynligvis være enklere å forstå dersom man samlet de metoder som er beskrevet i flere land, som én metode, men med informasjon fra flere land.

Mer enn halvparten av forsterkningsmetodene er uten informasjon om kostnadene ved metoden. Det er åpenbart ønskelig å få innhentet supplerende opplysninger om kostnadene. Det ideelle hadde vært å få så gode og dekkende kostnadsopplysninger at man kunne få et inntrykk av spennvidden i prisene.

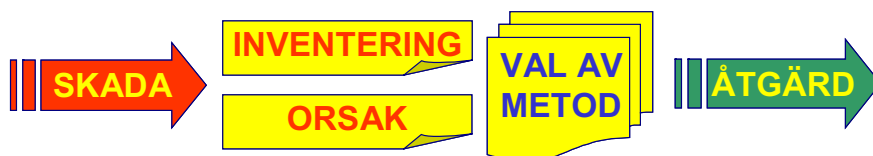
Et fjerde område hvor behovet for bedre informasjon om metodene er stor, men hvor det sannsynligvis er vanskelig å få hentet frem opplysninger som dekker alle forhold, er data om effekten av forsterkningsmetodene. Hva kan man med en rimelig grad av sikkerhet forvente av forsterkning ved en bestemt metode, f.eks. i form av en økning i vegens bæreevne eller ved en økning i den forventede dekkelevetiden etter forsterkning. Under hvilke forhold gir metoden liten eller ingen målbar forsterkningseffekt.

6 Planlegging av forsterkningsarbeider

Vägar mister med tiden av en eller annan orsak sin avsedda funktion och måste åtgärdas. Före åtgärd skall genom inventering vägens fysiska och funktionella tillstånd klargöras. Inventeringen skall ge underlag för ett genomförande med sådana åtgärder som erfordras för att säkerställa att kraven uppfylls på både kort och lång sikt.

Utredning av skadeorsaken skall ske för att ge sådan information att de planerade åtgärderna är tillräckliga för att säkerställa att kommande krav kan uppfyllas.

Ett antal vedertagna och i de flesta fall väl beprövade förstärkningsmetoder som redovisas i denna rapport, skall vara ett hjälpmedel vid planering av åtgärder och underlag vid val av åtgärd. Arbetsgången inför val av förstärkningsmetod kan vara enligt vidstående figur.



6.1 Inventering av en vägs tillstånd

Då ett vägobjekt befunnits vara i behov av åtgärd skall en inventeringen genomförs och ligga till grund för planering av nödvändiga åtgärder.

Inventeringen skall ge underlag för identifikation av de skador som förekommer på vägkonstruktionen och dess sidoområden samt ge underlag för val av åtgärd.

Inventeringen skall utföras i sådan omfattning att man kan bedöma åtgärdsbehoven och behov av eventuella ytterligare undersökningar.

6.2 Orsak till skador i en vägkonstruktion

För bedömning av orsaken till de skador och defekter som uppkommit på en väg bör en ingående utredning utföras. Utredningen bör vara så omfattande att den klarställer orsaken till de skador som uppstått. Skador och defekter skall bedömas och analyseras. Till hjälp kan upprättade skadekataloger, checklistor och materialvärderingar från tidigare utredningar vara till stor nytta. Strävan är att man från en skada skall utreda dess orsak och sedan bestämma en lämplig åtgärd.

6.3 Analys av vägens framtida funktion

För att välja rätt åtgärds metod för en skadad väg är det viktigt att känna till vägens framtida funktion i det nationella vägsystemet.

Den åtgärd som utförs skall därför vara av den omfattning att vägen efter åtgärd skall kunna trafikeras i överensstämmelse med den belastning och trafikintensitet som är planerad.

Valet av rätt förstärkningsmetod är inte bara viktig för dess hållbarhet att klara avsedd livslängd, utan även ur trafiksäkerhetssynpunkt. Det är väl känt att en dålig väg bidrar till en ökad olycksrisk.

6.4 Förstärkningsmetoder för en vägkonstruktion

Valet av förstärkningsmetod görs efter det att vägens tillstånd och den troliga orsaken till skadorna klarlagts. Beslutet om åtgärd görs därefter och den valda förstärkningsmetoden skall då vara vald utifrån att vägens fortsatta funktion under en antagen livstid kan säkerställas.

Vedlegg 1. medlemmer av Virksomhetsområde Forsterkningsmetoder

Nordisk Vegteknisk Forbund, Utvalg 34 Vegens konstruksjon har hatt temaet Forsterkningsmetoder som ett av fire virksomhetsområder i perioden 2000 – 2004.

Arbeidet har i hovedsak bestått i å samle inn opplysninger over de forsterkningsmetoder som er mest aktuelle i de nordiske landene. Opplysningene er systematisert og lagt inn i en databaser som er tilgjengelig for alle interesserte.

Arbeidsgruppen har bestått av følgende personer:

Danmark

Tom Hørmann	Inreco A/S
Arne Jensen	COWI A/S
Ole Olsen	Ribe amt

Finland

Pia Rämö	Finncementti Oy	
Juhani Salonen	Tiehallinto, Vasa tiepiiri	frem til 1.10.2003
Matti Vehviläinen	Tiehallinto, Turun tiepiiri	fra 1.10.2003
Seppo Määttänen	Lemminkäinen Oyj	
Jouko Munukka	YIT-Yhtymä Oyj	

Island

Kristjan Kristjansson	Vegagerdin
-----------------------	------------

Sverige

Stig Jansson	Cementa AB	
Peter Ekdahl	Scandiaconsult	fra 1.10.2003

Norge

Jarle Wentzel	NCC Roads AS
Geir Berntsen	Statens vegvesen, Vegdirektoratet
Ragnar Evensen	ViaNova Plan og Trafikk AS

Sammenstilling av innsamlede opplysninger og etablering av database med innlegging av data for de forskjellige forsterkningsmetodene er i sin helhet utført av Geir Berntsen.

Vedlegg 2 Brukerbeskrivelse for databasen

1. Plassering av databasen

Link til hjemmesiden for virksomhetsområdet Forsterkningsmetoder finnes på NVF Utvalg 34 sin hjemmeside <http://www.vegagerdin.is/nvf34.nsf>. Her finnes link til databasen samt WORD-dokument for hver registrert forsterkningsmetode.

Databasen startes ved å velge en av følgende linker:

- Registreringsskjema for forsterkningsmetoder
- Utlisting av registrerte forsterkningsmetoder

Andre WEB-lesere enn Internet Explorer er ikke testet mot databasen.

2. Innlegging av data

Ved å velge linken "[Registreringsskjema for forsterkningsmetoder](#)" vil det være mulig å registrere nye forsterkningsmetoder.

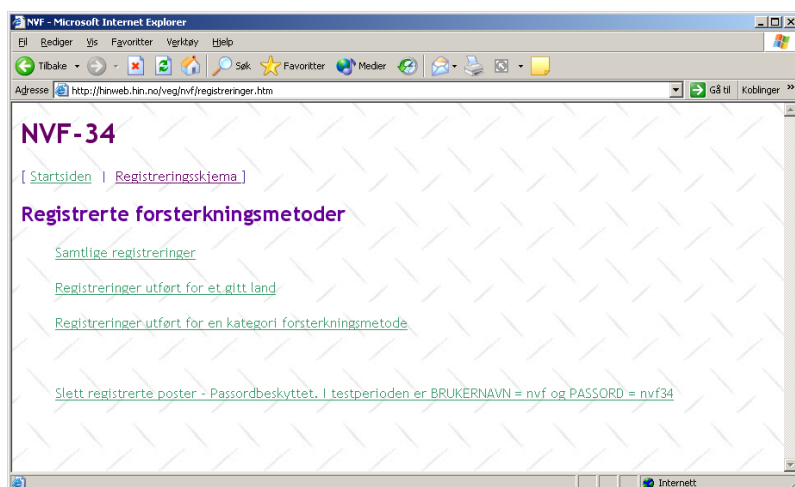
Skjemaet er selvforklarende.

NB! Det er noe vanskelig å bruke skjema. Følgende forhold må man være oppmerksom på:

- Ikke trykk Linjeskift-/Enter-tasten før alle dataene er lagt inn
- Når dataene først er lagt inn er det ikke mulig å endre disse. Alle data må legges inn på nytt

3. Utlisting av data

Velg linken "[Utlisting av registrerte forsterkningsmetoder](#)" for å foreta utlisting av registrerte data i basen. Følgende skjermbilde vises:



3.1 Utlisting av samtliga registreringer

For utlisting er det 3 valgmuligheter. Velges ”Samtlige registreringer” vi følgende skjermbilde vises:



Registrerte forsterkningsmetoder

[[Startside](#) | [Andre registreringer](#) | [Registreringsskjema](#)]

Klikk på ID-nummer for å få detaljene for hver enkelt registrering

ID	Registrert av Kategori	Forsterkningsmetode Kort beskrivelse av metoden
5	Norge Bitumenstabilisering	Bitumenstabilisering med bitumenscum eller bitumenemulsjon Bitumen i form av cum eller emulsjon freses ned i ustabil/vannømfintelig grusbærelag.
6	Finland Sementstabilisering	MASSASTABILISERING BINDEMEDET INBLANDAS I MARKEN DIREKT (Sa, Si, Tv) MED HJÄLP AV AKTIVATOR ENLIGT DEN SK. ICKE GRÄVMETODEN. FINLÄNDSKT METODPATENT NR 96793/15. 12. 1997
7	Danmark Nytt dekke og bærelag	Forstærkning og nyt slidlag Vejen forstærkes ved at der udlægges et flere bærelag og et nyt slidlag. Evt. partiel udskiftning af dårlige partier i eks. belægning.
9	Danmark Nytt dekke og bærelag	Remix med binderlag samt nyt slidlag. Der foretages Remix i ca. 4,5 cm dybde - dertil tilsættes 70-100 kg/m ² bærelagsmateriale afsluttet med 40 kg/m ² tyndlagsbelægning eller andet slidlag. Endvidere foretages klæbning mellem Remix-laget og eks. underlag.
10	Finland Sementstabilisering	DJUPSTABILISERINGSMETODEN ELLER PELARSTABILISERING BINDEMEDET MATAS IN I MARKEN MED EN "BORR" OCH BLANDNING SKER DÅ BORREN LYFTES UPP

Her kan en rulle seg nedover gjennom alle registreringene. Dersom man ønsker å se dataene for en bestemt forsterkningsmetode, listes disse ut ved å klikke på ID-nummeret.

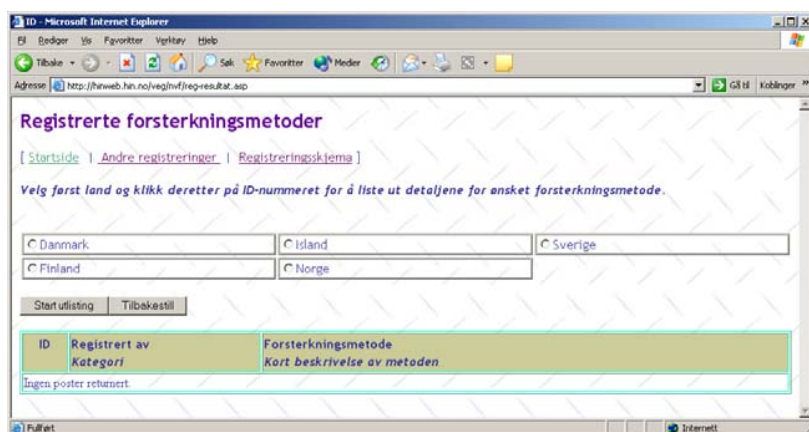
Velges f.eks. ID nr. 9 kommer følgende skjermbilde.



Dette er en detaljert utlistering av alle inngangsdataene og er på samme form som registreringsskjemaet.

3.2 Registreringer utført for et gitt land

Ønskes utlistering av de registreringer som er utført i et bestemt land velges linken ”Registreringer utført for et gitt land”. Følgende skjermbilde vises da:



Velg her ønsket land og klikk på **Start utlistering**. Dersom vi velger Danmark kommer følgende skjembilde:

Registrerte forsterkningsmetoder

[Startside | Andre registreringer | Registreringskjema]

Velg først land og klikk deretter på ID-nummeret for å liste ut detaljene for ønsket forsterkningsmetode.

☐ Danmark
 ☐ Island
 ☐ Sverige
 ☐ Finland
 ☐ Norge

Start utlistering Tilbakestill

ID	Registrert av Kategori	Forsterkningsmetode Kort beskrivelse av metoden
7	Danmark Nytt dekke og bærelag	Forstærkning og nytt slidlag Vejen forstærkes ved at der udlægges et/ flere bærelag og et nyt slidlag. Evt. partiel udskiftning af dårlige partier i eks. belægning.
9	Danmark Nytt dekke og bærelag	Remix med binderlag samt nyt slidlag. Der foretages Remix i ca. 4,5 cm dybde - dertil tilsættes 70-100 kg/m ² bærelagsmateriale afsluttet med 40 kg/m ² tyndlagsbelægning eller andet slidlag. Endvidere foretages klæbning mellem Remix-laget og eks. underlag.

Klikk på ID-nummeret for den forsterkningsmetoden som en ønsker detaljerte opplysninger for. Se forøvrig pkt. 3.1.

3.3 Registreringer utført for en kategori forsterkningsmetode

Velges linken ”[Registreringer utført for en kategori forsterkningsmetode](#)” kommer følgende skjembilde:

Registrerte forsterkningsmetoder

[Startside | Andre registreringer | Registreringskjema]

Velg først kategori og klikk deretter på ID-nummeret for å liste ut detaljene for ønsket forsterkningsmetode.

☐ Bitumenstabilisering
 ☐ Nytt dekke+bærelag
 ☐ Sementstabilisering
 ☐ Armering
 ☐ Kompositt bit+sem
 ☐ Forsterkning av undergrunn
 ☐ Mekanisk stab. materiale
 ☐ Drenering
 ☐ Nytt dekke
 ☐ Annet

Start utlistering Tilbakestill

ID	Registrert av Kategori	Forsterkningsmetode Kort beskrivelse av metoden
Ingen poster returnert.		

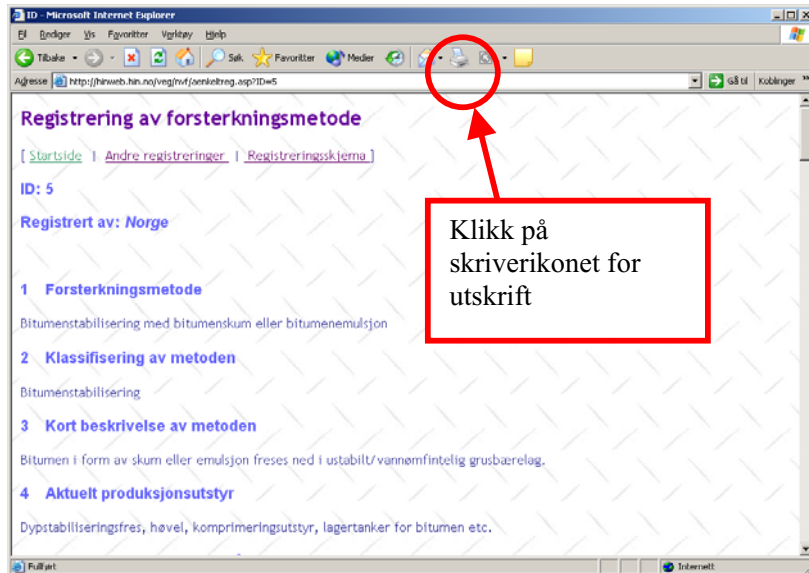
Velg en kategori og trykk **Start utlistering**. Man vil da få en utlistering av alle forsterkningsmetoder innenfor en kategori uavhengig av hvilket land den tilhører. Hvis vi velger "Bitumenstabilisering" og trykker **Start utlistering** får vi følgende skjermbilde:



Klikk på ID-nummeret for den forsterkningsmetoden som en ønsker detaljerte opplysninger for. Se forøvrig pkt. 3.1.

4. Utskrift

Når de detaljerte dataene vises på skjermen kan man få utskrevet disse ved å taste på "Skriv ut" i Internet Explorer.



Vedlegg 3 Terminologi

I arbeidet innen virksomhetsområdet ble vi relativt tidlig klar over at terminologien innen de nordiske landene ikke var så ensartet som man opprinnelig trodde. **Forstærkningslag** oppfattes f.eks. som noe helt annet i Danmark enn i Sverige og Norge. Et annet eksempel er det norske **Dypstabilisering** som ikke går særlig langt ned i dybden i vegkonstruksjonen.

Danmark

Vejdirektoratet

1.10.01 Administrative forhold, Vejnomenklatur, Vejregeludvalget 1980

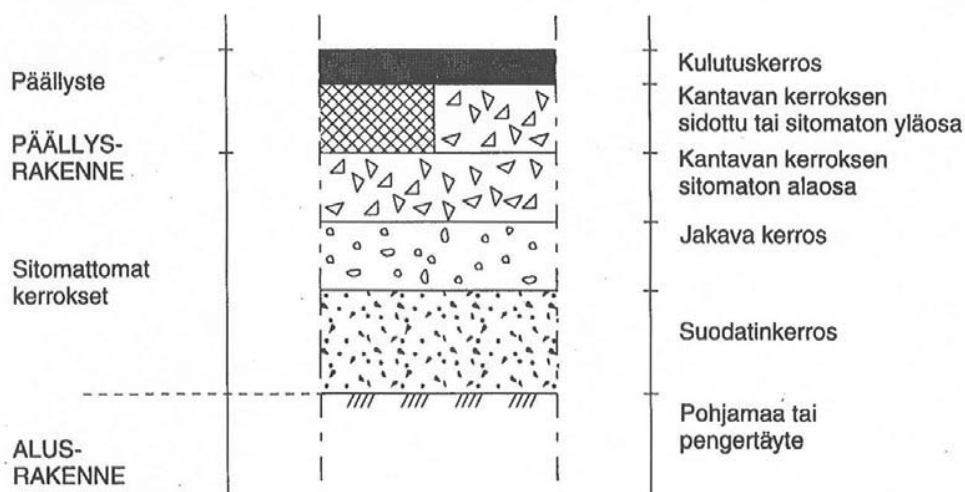
Afgravning	Udgravning til en vej på en strækning, hvor vejens råjordsoverflade ligger under terræn; på en sådan strækning søges vejen at ligge i afgravning
Afgravningsmasser	Masse, der skal udgraves og flyttes eller udsættes fra vejanlægget
Bindelag	Lag indskudt mellem slidlag og bærelag i asfaltbelægning
Bundsikring	Lag i en vejbefæstelse mellem underbygning og bærelag.
Bærelag	Del af vejbefæstelse, hvis primære funktion er at give befæstelsen den ønskede bæreevne
Cementbundet grus (CG)	Bærelag der fremstilles ved blanding af grus, cement og vand i et sådant forhold, at laget inden afbindingen kan komprimeres ved tromling. Det hærdnede lag har væsentlig større bæreevne enn det anvendte grus, men dog så ringe styrke, at der er kort afstand mellem svindrevnerne.
Cementstabilisering	Indblanding af cement, normalt i friktionsjord, for at opnå forøget bæreevne.
Dybdeasfalt	En vejbefæstelse, der består af asfalt i alle lag over bundsikringslaget.
Filterlag	Sideordnet betegnelse for drænlag. Lag af filtermateriale, dels til afledning af vand fra mindre permeable materialer, dels til forebyggelse af vandtryk i impermeable materialer.
Forstærkningslag	Ethvert lag, der utlægges med det formål at forøge eksisterende befæstelses bæreevne.
Grøftedybde	Mindste højdeforskel mellem grøftbund og kronekant eller terræn
Grøfteskråning	Skråning mellem grøftbund og terræn eller kronekant
Kalkstabilisering	Stabilisering af lerholdige jordarter med brændt kalk eller hydratkalk
Kantbane	Kørebaneareal, der afgrænser almindelige kørespor fra særlige spor eller rabattarealer. Kantbaner kan være afstribet i fuld bredde eller forsynet med en kantlinje placeret nærmest de almindelige kørespor.

Kantforstærkning	Forstærkning af en vejbefæstelse langs kanterne, hvor befæstelsen er særlig udsat for nedbrytning. Kanterne forstærkes ved udskifting af en smal strimmel af befæstelsen med mere bæredygtige materialer.
Kronekant	Linje langs vejen gennem det yderste punkt af yderrabat eller - hvoe en sådan ikke findes - af yderste færdselsareal
Kørebane	Den del af vejen, der er bestemt for kørende, herunder dog ikke cykelsti eller ridesti. En kantbane er en del af kørebanen. En holdebane i betydningen nødspor er udenfor kørebanen. En række afmærkede parkeringsbåse er normalt del af kørebanen.
Makadam	Bærelag i en vejbefæstelse, der fremstilles af enskornede sten, som forkiles ved tromling, hvorefter mellemrummene mellem stenene udfyldes med dækgrus.
Mekanisk stabilt grus	Ældre betegnelse for stabilt grus
Nødspor	Spor placeret direkte ved kørebanen til henstilling af nedbrudte motorkøretøjer og anvendelse for udrykningskøretøjer
Overbygning	Sideordnet betegnelse for befæstelse eller vejbefæstelse
Rabat	Færdselsfrit areal i færdigvejsoverfladen mellem kronekanterne, der tjener som adskillelse mellem - eller begrænsning af - færdselsarealer.
Rabatforstærkning	Forstærkning af eksisterende vejs rabatter. Har til formål at etablere sidestøtte til kørebanens befæstelse eller sætte rabatten i stand til at modstå påvirkningerne fra biler, der kører ud i rabatten.
Råjordsoverflade	Overfladen af det udgravede eller opfyldte jordanlæg.
Råjordsplanum	
Stabilt grus	Grus, der uden tilsætning af bindemiddel har en god bæreevne i komprimeret tilstand.
Terræn	Jordens overflade, i vejteknisk forbindelse ofte opfattet som jordens overflade inden påbegyndelsen af et vejarbejde.
Underbund	Sideordnet betegnelse for underbygning. Naturlig jordbund eller opfyldning, hvortil færdselens påvirkninger overføres gennem vejbefæstelsen. Den øverste delen af underbygningen kan eventuelt være stabiliseret.
Underbygning	Sideordnet betegnelse for underbund. Naturlig jordbund eller opfyldning, hvortil færdselens påvirkninger overføres gennem vejbefæstelsen. Den øverste delen af underbygningen kan eventuelt være stabiliseret.
Vejalen	Bredde målt i tværsnittet mellem færdigvejsterrænkant og skel.
Vejskel	Linie langs vejen, som angiver grænsen mellem vejbestyrelsens og lodsejernes arealer
Yderrabat	Rabat udenfor yderste færdselsareal

Finland

Lähde

Ehrola, Esko. Liikenneväylien rakennesuunnittelun perusteet. Rakennustieto Oy. Helsinki. 1996. s.138:



Kuva 89. Tien joustavan päällysrakenteen rakennekerrokset.

Termit ruotsiksi ja englanniksi:

Suomi / på finska	Ruotsi / på svenska	Englanti / på engelska
päälyste	beläggning	pavement, surfacing
päällysrakenne	överbyggnad	pavement, pavement structure
sitomaton kerros	obundet underlag	unbound underlay
alusrakenne	underbyggnad	subgrade, prepared subgrade, embankment
kulutuskerros	slitlager	wearing course
kantavan kerroksen sidottu tai sitomaton yläosa	övre delen av bärlager, bunden/obundet	upper part of base course/roadbase(GB), bound/unbound
kantavan kerroksen sitomaton alaosa	nedre delen av bärlager, obundet	lower part of base course/roadbase(GB), unbound
jakava kerros	förstärkningslager	sub-base
suodatinkerros	filterskikt	filter course
pohjamaa tai pengertäyte	undergrund eller bankfyllnad	subgrade or fill

Norge

RTT 31 Rådet for teknisk terminologi, 1973

Ordbok for veg- og trafikkteknikk

Statens vegvesen, Håndbok 018, utgave 1999

Statens vegvesen, Håndbok 017, utgave 1992

Avretting	Se justering
Avrettingslag	Justering av et lag i overbygningen for å oppnå den nødvendige jevnhet
Bindlag	Se skisse
Bindlag	Det første asfaltlaget som legges over bærelaget
Bærelag	Det øverste lag i vegfundamentet. Deles ofte i nedre og øvre bærelag
Bærelag	Det øverste laget under veddekket. Deles ofte i øvre og nedre bærelag. Hovedfunksjonen til bærelaget er å oppta spenninger knyttet til ringtrykk. Se også forsterkningslag
Dekke, fast	Fellesbetegnelse på vegdekker med slitelag av asfalt, betong eller brustein
Eiendomsgrense, vegens	Linje som angir grensen mellom vegens eiendomsområde og tilstøtende eiendommer.
Filterlag	Lag av filtermateriale, normalt nederste lag i vegfundamentet mellom planum og forsterkningslaget
Filterlag	Lag av filtermateriale, normalt nederste lag i overbygningen mellom planum og forsterkningslaget.
Forsterkningslag	Lag i vegens overbygning. Se skisse
Forsterkningslag	Lag i vegens overbygning, mellom planum og bærelag. Hovedfunksjonen er å fordele trafikkbelastningene slik at undergrunnen ikke overlastes. Se også bærelag
Frostsikringslag	Den delen av overbygningen som er beregnet på, helt eller delvis, å hindre frosten i å trenge ned i telefarlig undergrunn eller underbygning
Frostsikringslag	Den delen av overbygningen som er beregnet på, helt eller delvis, å hindre frosten i å trenge ned i telefarlig undergrunn eller underbygning
Geosynteter	Fellesbetegnelse på geotekstiler, geonett, geomembraner osv.
Grunnforsterkning	Fellesbetegnelse for tiltak for å øke undergrunnens bæreevne
Grøfteskråning	Skråning mellom grøftebunn og vegkant
Grøft, lukket	Grøft hvor vannet føres i nedgravde rør
Grøft, åpen	Grøft hvor vannet føres på overflaten
Jordskjæring	Område i jord hvor vegen ligger lavere enn terrenget på sidene

Jordskjæringsskråning	Område mellom skjæringsfot og skjæringstopp (i jord)
Justering	Gi vegen riktig form
Kalkstabilisering	Innblanding av brent kalk eller hydratkalk i kohesive jordarter for å oppnå økt bæreevne
Kalkstabilisering	Innblanding av brent kalk eller hydratkalk i kohesive jordarter for å oppnå økt bæreevne
Kantlinje	Linje som markerer kjørebanelens ytterkant
Kantlinje	Linje som markerer kjørebanelens ytterkant
Magerbetong	Forholdsvis steinrik betong med jordfuktig eller plastisk konsistens. Brukes som bærelagsmateriale.
Materialer, mekanisk stabiliserte	Bærelagsmaterialer hvor bæreevnen er oppnådd ved mekanisk påvirkning uten tilsetning av stabiliserende midler som asfalt, sement e.l.
Materialer, mekanisk stabiliserte	Bærelagsmaterialer hvor bæreevnen er oppnådd ved mekanisk påvirkning (komprimering) uten tilsetning av stabiliserende midler som asfalt, sement e.l.
Overbygning	Den delen av vegkroppen som ligger over underbygningen. Består vanligvis av vegdekke, bærelag, forsterkningslag, evt. filterlag og/eller frostsikringslag. Se skisse
Overbygning	Den delen av vegkroppen som er over planum. Overbygningen kan bestå av frostsikringslag, filterlag (ev. fiberduk) forsterkningslag, bærelag og dekke (bindlag og slitelag)
Overtrekk	Tynt slitelag av asfalt
Penetrering	Jevn påføring av bituminøst bindemiddel i åpent underlag, slik at bindemiddelet trenger ned mellom kornene i dette.
Planum	Overflate av underbygningen
Planum	Overflate av underbygningen. Se også traubunn
Sanddren	Form for dypdrenering ved etablering av lag eller søyler med permeabel sand i vegens underbygning eller undergrunn
Sanddren, vertikale	Vertikale søyler av permeabel sand i vegens underbygning og/eller undergrunn
Sidegrøft (veggroft)	Åpen grøft langs vegkant for samling og bortledning av overflatevann eller drensvann.
Sidegrøft, dyp	Åpen grøft langs vegkant for samling og bortledning av overflatevann og drensvann.
Sidegrøft, grunn	Åpen grøft langs vegkant for samling og bortledning av overflatevann.
Skjæring	Se vegskjæring
Skjæring	Utgraving i opprinnelig terreng begrenset av skjæringsskråning og vegens planum (traubunn)
Skulder	Kjørbart felt som ligger inntil kjørebanelen. Ytre skulder skal brukes til nødparkering. Skulder skal ikke brukes for vanlig trafikk.

Skulder	Kjørbart felt som ligger inntil kjørebane. Ytre skulder skal brukes til nødvendig parkering. Skulder skal ikke brukes for vanlig trafikk.
Skulderkant	Skjæringslinje mellom skulder og fyllingsskråning, grøfteskråning eller kantstein. Se vegkant
Slitelag	Det øverste laget i et vegdekke beregnet på å kunne oppta trafikk- og klimapåkjenninger
Terrenggrøft (overvannsgrøft)	Åpen grøft langs vegen utenfor skjæringstoppen eller fyllingsfoten for avskjæring og bortledning av vann.
Terrenggrøft (overvannsgrøft)	Åpen grøft langs vegen utenfor skjæringstoppen eller fyllingsfoten for avskjæring og bortledning av vann.
Traubunn	Planum i skjæring
Traubunn	Se planum (traubunn brukes ofte om planum i skjæring)
Underbygning	Anbrakte masser mellom undergrunn og planum
Vegdekke	Den øverste del av overbygningen. Består vanligvis av et slitelag og et bindlag
Vegdekke	Den øverste del av overbygningen. Består vanligvis av et slitelag og et bindlag
Vegfundament	Den del av overbygningen som ligger under vegdekket
Vegfylling	Oppfylling på opprinnelig terreng begrenset av fyllingsskråning og vegens planum
Vegfylling	Oppfylling på opprinnelig terreng begrenset av fyllingsskråning og vegens planum
Vegkant	Skjæringslinje mellom ytre kant av skulder, fortau, sykkelfelt eller sykkelbane og skråning (grøfte- eller fyllings-), mur, bygning e.l.
Vegkant	Skjæringslinje mellom ytre kant av skulder, fortau, sykkelfelt eller sykkelbane og skråning (grøfte- eller fyllings-), mur, bygning e.l.
Vegkonstruksjon	Alle konstruksjoner som inngår i vegen, dvs. underbygning, overbygning, samt konstruksjoner av kompletterende karakter som rekkverk, avvanningssystem etc.
Vegkonstruksjon	Alle konstruksjoner som inngår i vegen, dvs. underbygning, overbygning, samt konstruksjoner av kompletterende karakter som rekkverk, avvanningssystem etc.
Vegskjæring	Utgraving i opprinnelig terreng begrenset av skjæringsskråning og vegens planum (traubunn)
Vegskjæring	Utgraving i opprinnelig terreng begrenset av skjæringsskråning og vegens planum

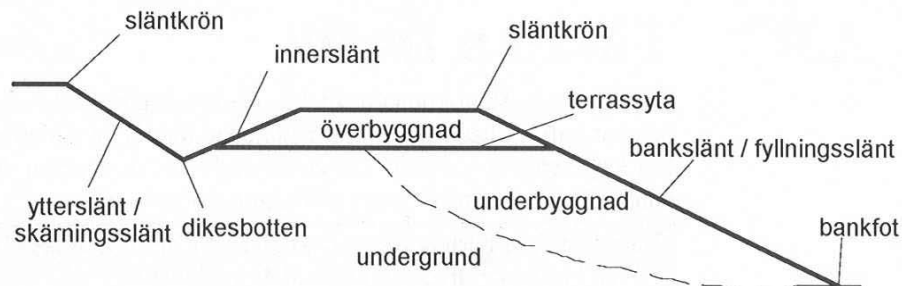
Sverige

ATB Väg 2003 Kap A2.2 Benämningar

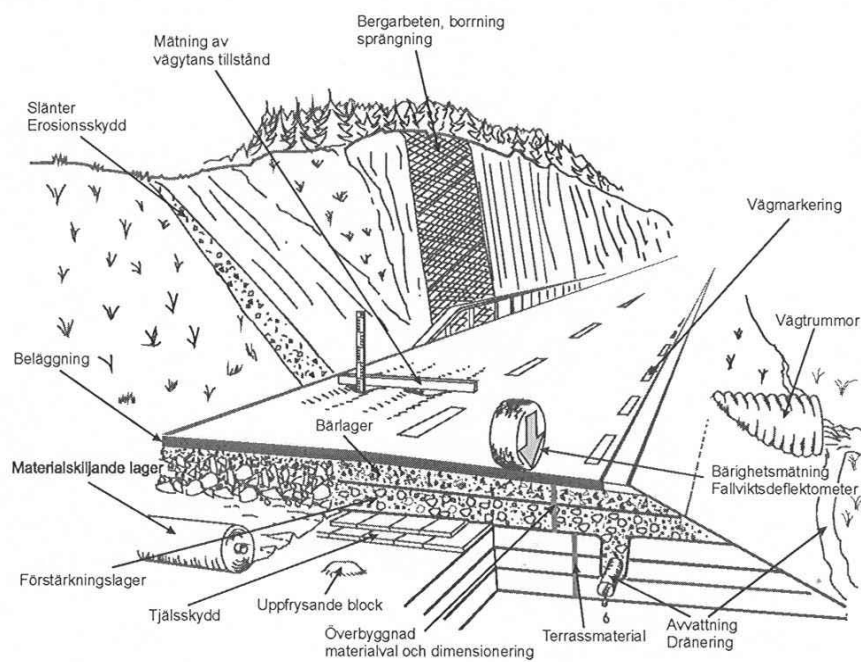
Henvisning til: Transportforskningskommissionens rapport "Vägrafikteknisk nomenklatur", kapittel 3, samt Tekniska nomenklaturcentralens ordlista "Plan- och byggtermer" Statens vägverk, Vägbankens termkatalog

Ballast	Stenmaterial som används vid tillverkning av betong och cementbunden grus
Bankfot	Se Figur A2.2-1 sidan 34
Bankslänt/fyllningsslänt	Se Figur A2.2-1 sidan 34
Bergterrass	Terrass på bergunderbyggnad
Bergunderbyggnad	Underbyggnadskonstruktion bestående av sprängstenfyllning och förstärkningslager
Beläggning	Slitlager eller bärlager som är cement- eller bitumenbundet
Bindlager	Lager som används för att reducera sprickbildning och ge ett jämnare underlag för nästa beläggningsslager
Bundet bärlager	Undre del av beläggning, Se Figur A2.2-3 sidan 34
Bärighet	Förmåga hos jordlager eller skiktat system att utan nämnvärd deformation bära viss trafik/belastning
Bärighetsförbättring	Ombyggnads åtgärder på redan befintlig konstruktion
Bärlager	Se Figur A2.2-2 samt Figur A2.2-3 sidan 34
Flexibel överbyggnad	Överbyggnad med enbart obundna eller obundna och bitumenbundna lager
Förbättring	Åtgärd för att utöka/förbättra en väganläggnings funktion/skick i förhållande till ursprunglig funktion/skick
Förstärkning	Förbättring med syfte att öka väganläggningens bärighet
Forstärkningslager	Se Figur A2.2-2 samt Figur A2.2-3 sidan 34
Innerslänt	Slänt hos vägkroppen i skärning, se Figur A2.2-1 sidan 34
Obundet bärlager	Se Figur A2.2-3 sidan 34
Skyddslager	Se Figur A2.2-3 sidan 34
Släntkrön	Se Figur A2.2-1 samt Figur A2.2-2 sidan 34
Styv överbyggnad	Överbyggnad med minst ett hydrauliskt bundet lager
Terrassyta	Den yta som bildas genom att planera de i huvudsak naturliga jord och bergmassorna i väglinjen. Terrassytan bildar gräns mellan överbyggnad och undergrund, se figur A2.2-1 sidan 34.
Underbyggnad	Del av vägkonstruktion mellan undergrund och terrassyta. I underbyggnad ingår i huvudsak tillförda jord- och bergmassor, se Figur A2.2-1 sidan 34.

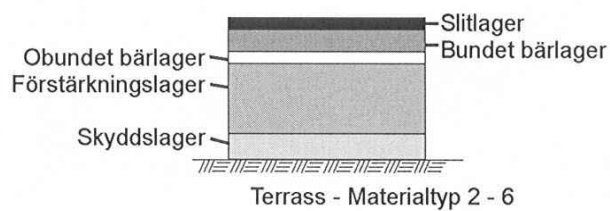
Undergrund	Del av mark till vilken last överförs från grundkonstruktionen för en byggnad, en bro, en vägkropp ed.
Undre terrass	En yta under en bergfyllning eller utskiftning
Utskiftning	Utbyte av material under den projekterande terrassyta
Vägbana	Del av väg eller gata bestående av körbana jämte eventuella väggrenar och uppställningsfält
Vägbeläggning	Vägbanans översta lager
Väggren	Del av vägbanan i omedelbar anslutning till körbanan avsedd att ge vägen sådan bredd att avsedd hastighet kan hållas på körbanan och att uppställda fordon lättare kan passeras,
Vägkonstruktion	I vägkonstruktionen ingår vägkropp med undergrund, diken, avvattningsanordningar, slänter och andra väganordningar
Vägkropp	Vägunderbyggnad och vägöverbyggnad
Ytterslänt	Slänt utanför vägkropp, se Figur A2.2-1 sidan 34.
Överbyggnad	Den del av vägkonstruktionen som ligger ovanför terrassytan, se Figur A2.2-1 sidan 34.



Figur A2.2-1 Undergrund, underbyggnad, terrassyta, överbyggnad och slänter



Figur A2.2-2 ATB VÄG 2002, principiell omfattning



Figur A2.2-3 Principiell uppbyggnad av överbyggnad