Laboratorieserien

Rapport nr. 71

Beregning av bæreevne

November 1995

Statens vegvesen
Vegdirektoratet

Veglaboratoriet

Laboratorieserien, rapport nr. 71

Beregning av bæreevne

Sammendrag

Rapporten inneholder innlegget "Beregning av bæreevne", som ble holdt på SK-kurset "Forsterkning av veg", Gautefallheia Turisthotell i Drangedal, april 1995.

Innlegget viser hvordan bæreevnen kan beregnes etter regler gitt i Håndbok 018 og etter edb-program utarbeidet av Vegdirektoratet.

Emneord: *Bæreevne, dimensjonering*

Seksjon: *Vegoverbygning*
Saksbehandler: *Tore Slyngstad*
Dato: *November 1995*

Statens vegvesen, Vegdirektoratet
Veglaboratoriet
Rapporten kan fås ved henvendelse til Veglaboratoriet, Arkivet:
Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo. Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44

Innhold

1. Innledning

Den matematiske beregning av bæreevne kan skje etter flere metoder.

Mest vanlig er det å foreta bæreevneberegningen etter dimensjoneringsnivå 1 i Håndbok 018, kap. 533 og kap. 512. Beregningen kan utføres med basis i nedbøyningsmålinger eller oppgravingsdata. Benyttes nedbøyningsmålinger, vil beregnet bæreevne gi uttrykk for bæreevnen på måletidspunktet - f.eks i teleløsningen eller om sommeren. Benyttes oppgravingsdata gir beregningen uttrykk for en kritisk teleløsningsbæreevne. Denne vil bare opptre over et meget begrenset tidsrom. Det er utarbeidet et dataprogram, DimEn, for å lette beregningen av bæreevnen.

Bæreevneberegningen kan også foretas etter dimensjoneringsnivå 2. I dette tilfellet gir ikke Håndbok 018 noen direkte beskrivelse. Det er imidlertid utarbeidet et dataprogram, DimTo, som kan benyttes i dette tilfellet. DimTo gjør bruk av både oppgravingsdata, nedbøyningsmålinger og andre tilgjengelige data, som f.eks. DCP-data, for beregning av bæreevnen.

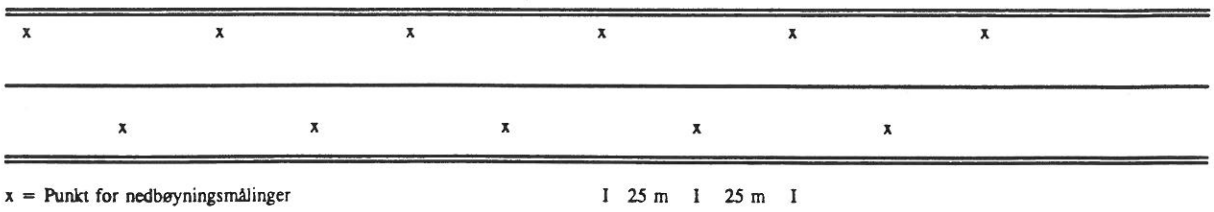
I det følgende skal en kort gjennomgå metodene.

2. Bærevneberegning etter dim.nivå 1

2.1 Generelt

Kvaliteten av bæreevne-beregningene er helt avhengig av kvaliteten på måle/oppgravingsdataene. Det er derfor viktig at f.eks. målingene skjer på tidspunkt som er dimensjonerende for bæreevnetilstanden for årstiden.

Dette tilsier at bæreevnemålinger helst ikke bør foretas under tørre, gode forhold sommerstid. Dette kan gi for gode resultater for bæreevnen. Likeledes kan det for forsterkningsvurderinger være aktuelt å fravike normal måleprosedyre som er en måling for hver 50 meter i ytre hjulspor kjørt med stigende kilometrering. Siden mange av våre veger ligger i dalsider, kan det være mer aktuelt å måle for hver 25 m vekselsvis på høyre og venstre side av vegen, se figur 1.
Ved måling av bæreevne bør en også registrere temperaturen nedover i bitumenbundne lag. Årsaken er at temperaturen sterkt påvirker disse materialenes stivhet.

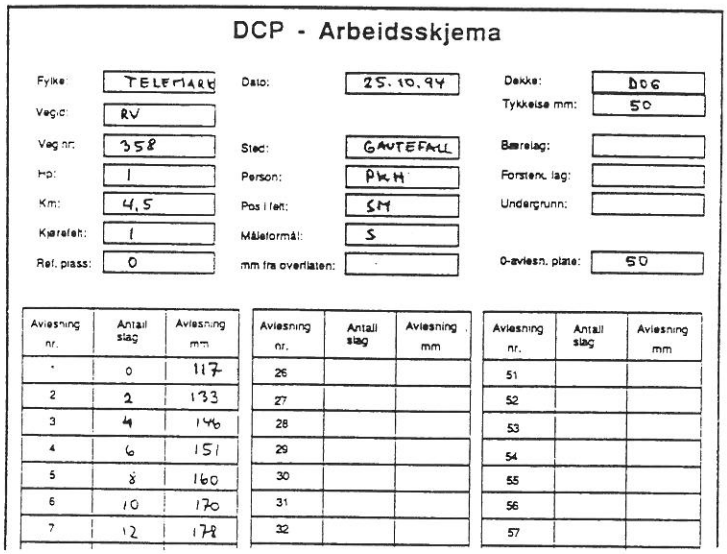


Figur 1. Bæreevnemålinger for vurdering av forsterkning

Oppgravingene må tilsvarende foretas i omfang og på måter som gir adekvat oversikt over lagene i overbygningen og grunnforholdene for vegen. Skjema for prøvetaking i veg bør føres i forbindelse med registreringene, se vedlegg 1. Prøvene merkes med "Merkelapp for prøver", se vedlegg 2. Forøvrig henviser en til Håndbok 015 Feltundersøkelser. Prøvene sendes til laboratoriet for bestemmelse av korngradering.

Foruten nedbøyningsmålinger og oppgravinger kan det være aktuelt å foreta DCP-målinger samt indirekte strekkforsøk på utborede kjerner av asfaltdekket.

DCP-målinger kan registreres på skjema som vist i figur 2, se også vedlegg 3. Nærmere forklaring av referansens plass, nullavlesing plate og avlesing ved 0 slag, er gitt i vedlegg 4.



DCP - Arbeidsskjema

Fylke:	TELEMARK	Dato:	25.10.94	Dekke:	DOG
Vegid:	RV			Tykkelse mm:	50
Veg nr:	358	Sted:	GAUTEFALL	Bærelag:	
Hp:	1	Person:	PKH	Forsterk. lag:	
Km:	4,5	Pos i felt:	SM	Undergrunn:	
Kjørefelt:	1	Måleformål:	S		
Ref. plass:	0	mm fra overflaten:		0-avlesn. plate:	50

Avlesning nr.	Antall slag	Avlesning mm	Avlesning nr.	Antall slag	Avlesning mm	Avlesning nr.	Antall slag	Avlesning mm
1	0	117	26			51		
2	2	133	27			52		
3	4	146	28			53		
4	6	151	29			54		
5	8	160	30			55		
6	10	170	31			56		
7	12	178	32			57		

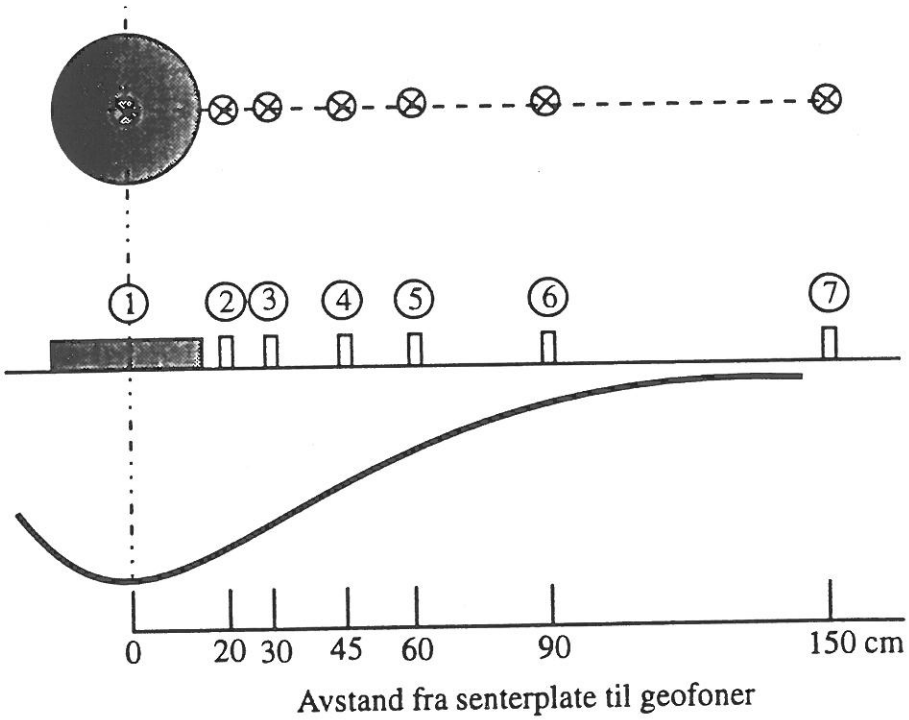
Figur 2. Registreringer av DCP-målinger.

2.2 Nedbøyning

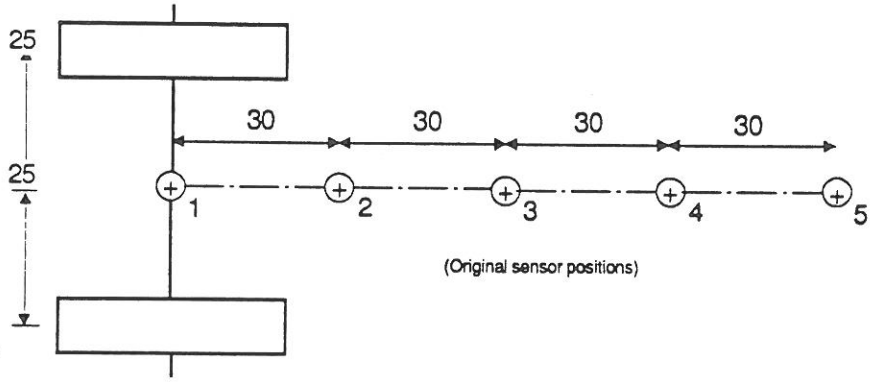
Nedbøyningsmålinger utføres av Statens vegvesen med falloddsutstyr av typen Dynatest eller Kuab og med Dynaflect-utstyr.

Falloddene kan påføre gjentatte, enkle laster (maks. 70 - 120 kN) mot en sirkulær belastningsplate. Nedbøyningsbassenget registreres med opptil 7 geofoner hvorav en er plassert i lastsentret. Ytterste geofon kan plasseres opptil 150-180 cm fra lastsentret. En vanlig plassering av geofonene er vist i figur 3.

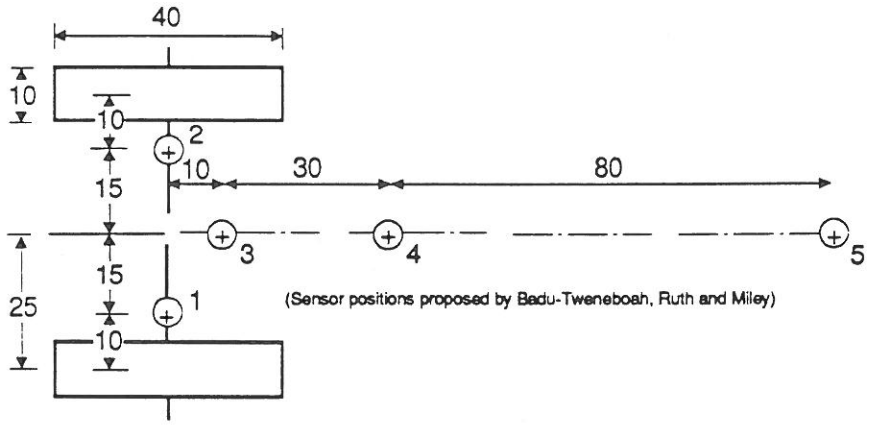
Dynaflectene har en statisk last på 900 kg og sinusformet tilleggslast på ± 250 kg. Ved normal geofonplassering er geofonene idag anbragt som vist i figur 4. Nyere arbeider har vist at geofonplasseringen med fordel kan endres som vist i figur 5.



Figur 3. Vanlig plassering av geofoner ved bruk av fallodd.



Figur 4. Nåværende plassering av geofoner ved bruk av Dynaflect.



Figur 5. Ny foreslått plassering av geofoner ved bruk av Dynaflect.

Beregning av bæreevne, B, på basis av falloddsmålinger skjer etter uttrykket :

$$B = 11 * [E_{dim}/200]^{0.6} * [50/ÅDT_T]^{0.072} \quad \text{[tonn]} \qquad \{1\}$$

hvor E_{dim} = $110*p/(G1*(G1-G2))^{0.5}$
G1 = nedbøyning for geofon 1 i senter av belastningen i mm
G2 = nedbøyning for geofon 2, 20 cm fra belastningssentret i mm
p = kontakttrykk i MPa
$ÅDT_T$ = årsdøgntrafikk for tunge kjøretøy

Dersom Dynaflect benyttes ved bæreevnemålingene, beregnes bæreevnen etter uttrykket :

$$B = 64 * ÅDT_T^{-0.072} * DIM^{-0.6} \quad \text{[tonn]} \qquad \{2\}$$

hvor $ÅDT_T$ = årsdøgntrafikk for tunge kjøretøy
DIM = $(0.25 * DMD * SCI)^{0.5}$
DMD = målt nedbøyning midt mellom belastningshjulene i μm
SCI = DMD - d_{300}
d_{300} = nedbøyning 30 cm fra midtpunktet mellom stålhjulene, målt i μm

I Håndbok 018 er det utarbeidet et nomogram for beregning av bæreevnen på basis av Dynaflect-målinger, se figur 533.6.

I det følgende skal en vise to enkle eksempler på beregning av bæreevne ved hjelp av formlene 1 og 2 og nomogrammet.

Eksempel 1.

På Rv 358 Hp 1 km 7.2 ble det 3. oktober 1990 målt bæreevne med Dynaflect. Luftemperaturen var 11 °C. Følgende geofonverdier ble registrert :

Tabell 1. Målte geofonverdier ved Dynaflectmålinger på Rv 358 3.oktober 1990.

Geofon nr.	1	2	3	4	5
Avstand	0	30	60	90	120
Nedbøyning	52	31	0	0	0

Tabellen viser en typisk situasjon hvor det ikke foreligger verdier for annet enn de 2 innerste geofonene. ÅDT på strekningen er 550.

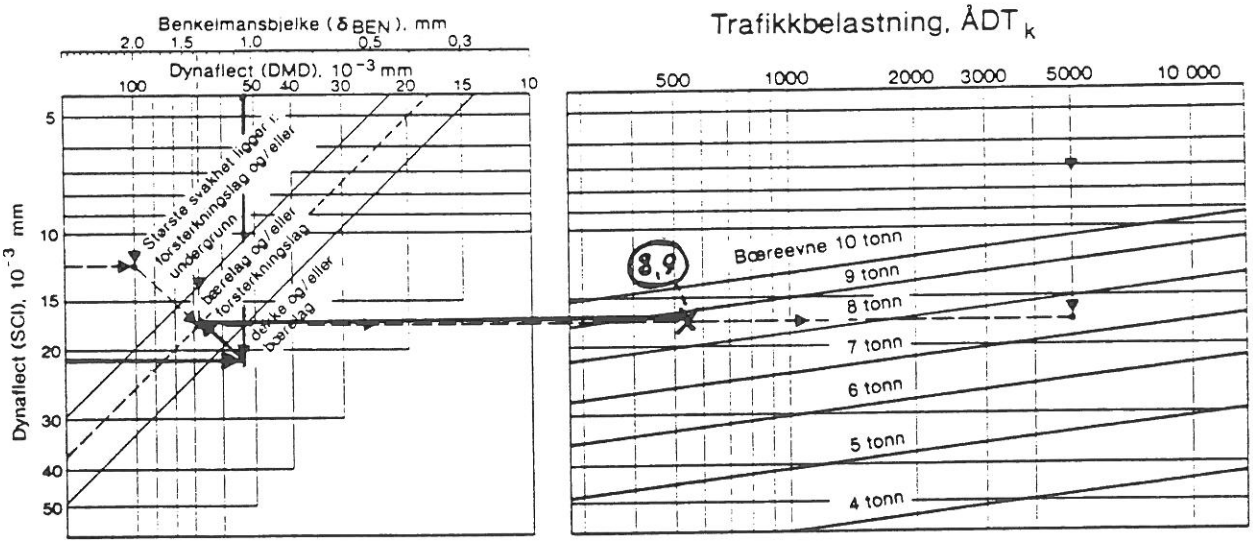
Innsatt i likning 2 får en :

$$B = 64 * (550/10)^{-0.072} * 16.5^{-0.6} = 64*0.749*0.186 = 8.9 \text{ [tonn]}$$

hvor $DIM = (0.25 * 52 * 21)^{0.5} = 16.5$

$SCI = DMD - d_{300} = 52-31 = 21$

Benyttes nomogrammet i figur 533.6 i Håndbok 018, får en som vist i figur 6, også 8.9 tonn.



Figur 6. Beregning av bæreevne ved DMD = 52, SCI = 21 og ÅDT = 550.

De foregående beregninger er foretatt under forutsetning av at Dynaflect geofonene er plassert som i figur 4. Dersom de er plassert som vist i figur 5, skal formlene i vedlegg 5 benyttes ved beregningen av bæreevnen.

Eksempel 2

På Rv 358 Hp 1 km 7.2 ble det også målt med fallodd av typen Kuab 27. oktober 1994. Dekketemperaturen var 6.0 °C og lufttemperaturen 7.0 °C. Følgende geofonverdier ble registrert :

Tabell 2. Falloddsmåling på Rv 358 27.oktober 1994.

Rv 358, Hp 1, Km	Temperatur, °C		Kraft, 0.1 kN	Geofonenes avstand fra lastsentret, µm						
	Dekke	Luft		0	20	30	45	60	90	150
7.2	6.0	7.0	494	1405	1067	830	574	388	191	78

Det er bare geofonverdiene i avstand 0 og 20 cm fra lastsentret som benyttes i likning 1 for beregning av bæreevne.

$$B = 11 * [E_{dim}/200]^{0.6} * [50/ÅDT_T]^{0.072} \quad \text{[tonn]}$$

$$\text{hvor } E_{dim} = 110*p/(G1*(G1-G2))^{0.5}$$

$$= 110*(49.4/(\pi*0.15*0.15)) / (1.405*(1.405-1.067))^{0.5} = 111.6$$

$$B = 11 * [111.6/200]^{0.6} * [50/55]^{0.072} = 11*0.705*0.993 = 7.7 \text{ tonn}$$

Etter gjeldende norske regler korrigeres ikke bæreevnen for forskjeller i temperatur. Dersom en hadde innført en korreksjon for E_{dim} , som bekrevet i AIL rapport nr. 4 1986, se nedenfor, ville bæreevnen ved 20 °C blitt 6.9 tonn. Korreksjonen ville følgelig blitt på 0.8 tonn. I dette tilfellet er det i tillegg til de automatiske temperaturmålingene, se tabell 2, foretatt manuelle målinger i 2 og 5 cm dybde, som viser en dekketemperatur på 7.0 °C.

$$E_{dim} = 110*p/[(G1*(G1-G2))^{0.5} * (1.3-0.015*T)] \quad \text{[tonn]}$$

2.3 Oppgraving

Oppgravingsdata brukes som nevnt til å fastlegge kritisk teleløsningsbæreevne. Formelverket som nyttes for faste dekker, er gjengitt i figur 7.

Håndbok 018 Vegbygging oppgir et nomogram, figur 533.7, som kan benyttes for beregning av teleløsningsbæreevne. Både formlene i figur 7 og nomogrammet forutsetter imidlertid at indeksverdiene er bestemt for konstruksjonen. Ved bestemmelsen av indeksverdiene kan en nytte blankett nr. 496, se vedlegg 6.

$$B_{oppgr.\ BI} = (BI / (3.8 * ÅDT_{dim}^{0.15})^{(1/0.6)}$$
$$B_{oppgr.\ SI1} = ((SI+G) / (10.3 * ÅDT_{dim}^{0.15})^{(1/0.6)}$$

.

.

.

$$B_{oppgr.\ SIn} = ((SI+G) / (10.3 * ÅDT_{dim}^{0.15})^{(1/0.6)}$$

$$B_{tele} = B_{oppgr.\ BI/SI1..n,\ min}$$

$$(DI_{krav} = 1.8 * ÅDT_{dim}^{0.15} * Till^{0.6})$$
$$(BI_{krav} = 3.8 * ÅDT_{dim}^{0.15} * Till^{0.6})$$
$$(SI_{krav} = 10.8 * ÅDT_{dim}^{0.15} * Till^{0.6})$$

hvor :

$ÅDT_{Dim}$ = ÅDT-T
Till = Tillatt aksellast
BI = bærelagsindeks ; $\Sigma^{i(a=2.5)} (a_i * t_i)$ [t i cm]
SI = styrkeindeks ; $\Sigma (a_i * t_i)$ [t i cm]
G = faktor avhengig av undergrunn
= 60 for bæreevnegruppe III
= 35 " " " " IV
= 20 " " " " V
= 10 " " " " VI
= 0 " " " " VII

Figur 7. Bestemmelse av bæreevne i teleløsningen

Eksempel 3

Oppgraving viser at Rv 358, Hp 1, km 7.220 rimeligvis består av, se vedlegg 7 :

Dekke : 10 cm delvis oppsprukket kalde masser
Bærelag : mangler

Forst.lag : 15 cm grusig sand, >15 % <75μm
" : 10 cm grus ? (Det er ikke tatt prøve av materialet, men det er karakterisert som grus.)
Grunn : fra 35 cm dybde, siltig sand, T2; Bg 4

Beregningen av bærelagsindeks, BI, og forsterkningslagsindeks, SI, er vist i figur 8.

STATENS VEGVESEN
Blankett nr. 496

BEREGNING AV NØDVENDIG FORSTERKNING

Oppdrag nr. .....
Dato utført .....
Sign. .....

Rv ..... veg nr 358 Telemark ..... fylke Vegklasse .....

Parsell 1 .....

Prøver fra km 7.220

Lag	Materialbeskrivelse	Bæreevnegruppe	Laglykkelse H i cm	Materialkoeff. a	Lagets ekvivalentverdi
1	Og		10	1,25	12,5
2	Grusig sand		15	0,5	7,5
3	Grus		10	1,0	10,0
4	Siltig sand 4				

Indekser	Beregnet	Krav	F_{diff} Differanse
D_i	–	–	
B_i	12,5	28	15,5
S_i	30,0	40	10
S_i			
S_i			

Nødvendig forsterkning F_{diff} = ...	Type	Tykkelse i cm
Slitelag		
Bindlag		
Bærelag		
Forst.lag		
Total tykkelse		

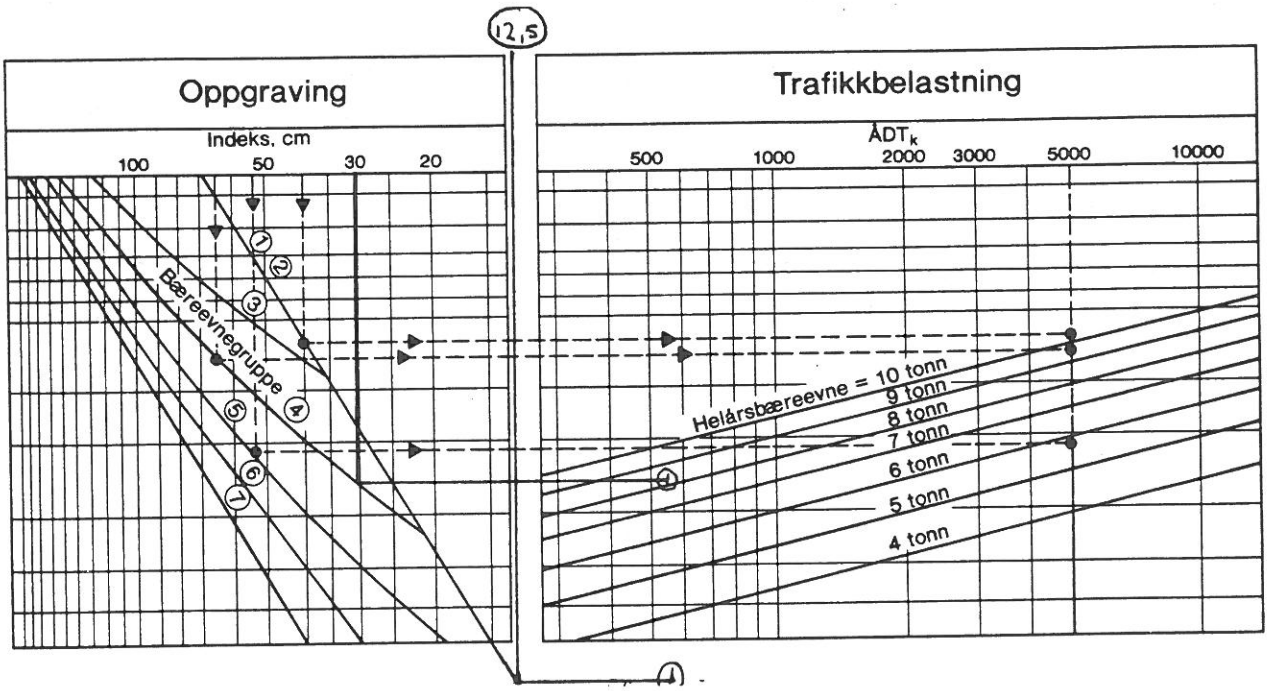
Figur 8. Beregning av bære- og forsterkningslagsindeks

Beregningen av bæreevne gjennomføres deretter med formlene i figur 7.

$$B_{oppgr,\,BI} = (BI / (3.8^* \text{ÅDT}_{dim}^{0.15}))^{(1/0.6)}$$
$$= (12.5/(3.8^*55^{0.15}))^{(1/0.6)} = 2.7 \text{ tonn}$$

$$B_{oppgr,\,SI1} = ((SI+G) / (10.3^* \text{ÅDT}_{dim}^{0.15}))^{(1/0.6)}$$
$$= ((30+35)/(10.3^*55^{0.15}))^{(1/0.6)} = 7.9 \text{ tonn}$$

Dersom en istedet for å regne bæreevnen etter de oppgitte formler, benytter figur 533.7 i Håndbok 018, får en resultater som vist i figur 9.



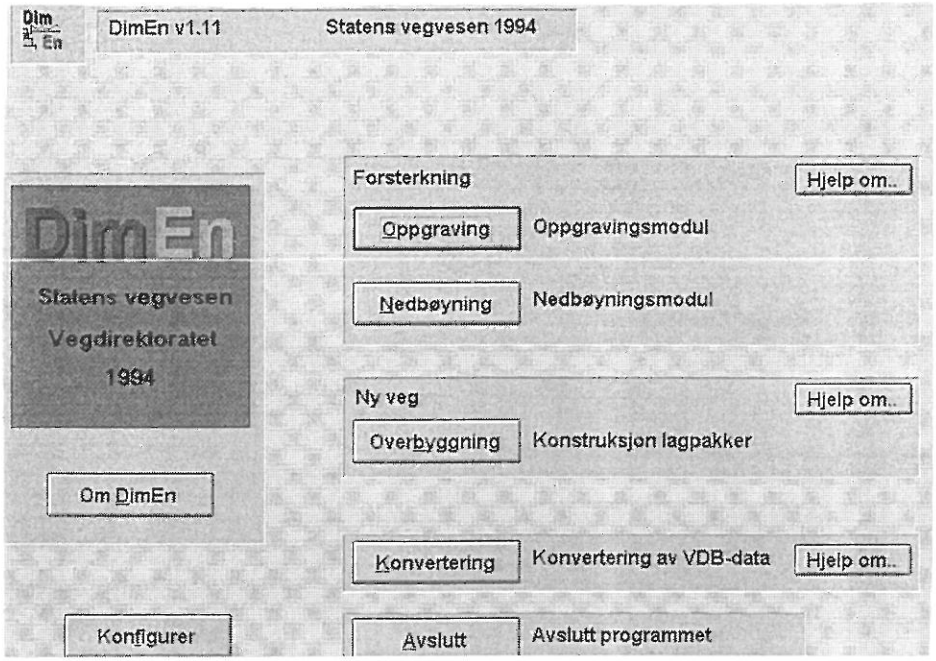
Figur 9. Beregning av bæreevne etter figur 533.7 i Håndbok 018.

Nomogrammet gir bæreevner << 4 tonn for bærelagsindeksen og ca 8.1 tonn for forsterkningslagsindeksen.

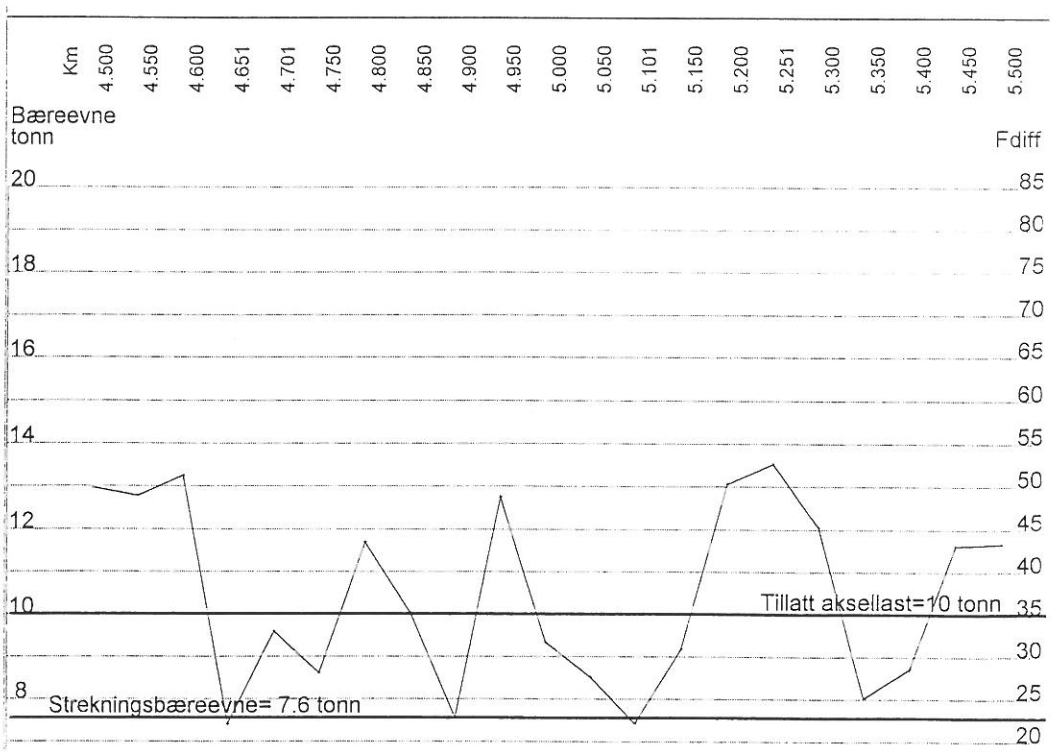
2.4 DimEn

DimEn er et dataprogram utviklet for Statens Vegvesen for dimensjonering av ny veg eller forsterkning etter reglene i dim.nivå 1. Programmet beregner også bæreevnen. Beregningen kan gjøres enten på basis av nedbøyningsmålinger eller oppgravinger. Programmet er utviklet av Nick Johannessen. Åpningsbildet i Dimen er vist i figur 10.

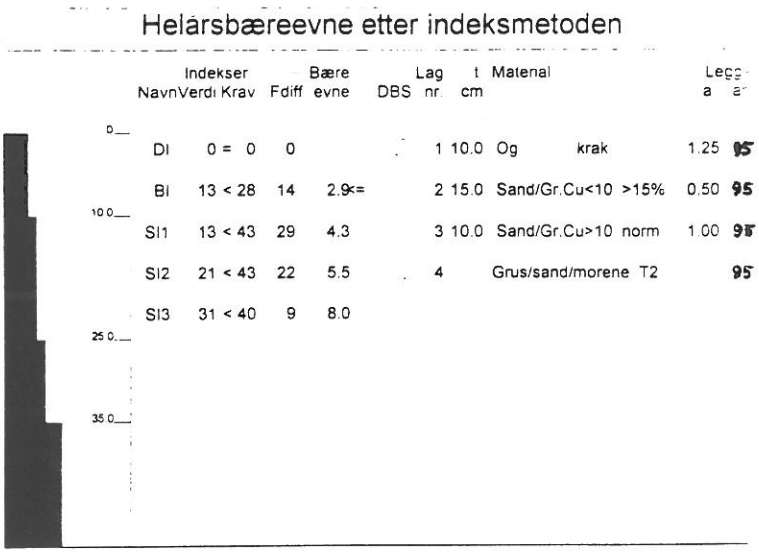
Dersom en gjennomfører beregningen av bæreevne etter nedbøyning og oppgraving på basis av DimEn, får en resultat som vist i figurene 11 og 12. Disse verdiene tilsvarer de som er bestemt i eksempel 1, 2 og 3. Resultatene avviker svakt.



Figur 10. Åpningsbildet i dimensjoneringsprogrammet DimEn



Figur 11. Bæreevne beregnet hva. DimEn på basis av nedbøyningsmålinger



Helårsbæreevne etter indeksmetoden

Indekser Navn	Verdi	Krav	Fdiff	Bære evne	DBS	Lag nr.	t cm	Matenal		Legg a	
DI	0 =	0	0			1	10.0	Og	krak	1.25	95
BI	13 <	28	14	2.9<=		2	15.0	Sand/Gr.Cu<10	>15%	0.50	95
SI1	13 <	43	29	4.3		3	10.0	Sand/Gr.Cu>10	norm	1.00	95
SI2	21 <	43	22	5.5		4		Grus/sand/morene	T2		95
SI3	31 <	40	9	8.0							

Vegnummer:Nybygg
Hovedparsell: 0
Km: 0.000

Fil: c:\dimen\system\egnepunkt1.lib
Utskriftsdato: 28. 3.1995 / 09:08
Beskrivelse: Ingen beskrivelse

FORUTSETNINGER:
Tillatt aksellast: 10 tonn
ÅDT: 550
ÅDT-korr: 550
ÅDT-T (%): 10
Dim.periode: 10 år

BEREGNINGSRESULTATER:
Helårsbæreevne: 2.9 tonn
F-diff: 30
Svakeste lag nr.: 0
Forutsetninger: Egne data

Figur 12. Bæreevne beregnet vha. DimEn på basis av oppgravingsdata

3. Bæreevneberegning etter dim.nivå 2

3.1 Generelt

Hensikten med å bestemme bæreevne etter dim.nivå 2 er å kunne ta bedre hensyn til stedlige materialers egenskaper både med hensyn til lastfordelende egenskaper og bæreevne.

I dim.nivå 2 kombinerer en informasjonen fra såvel nedbøyningsmålinger som oppgraving og en tar også hensyn til tilleggsmålinger som f.eks. DCP og indirekte strekk om slike finnes.

Bestemmelse av lastfordelingskoeffisient

Lastfordelingskoeffisienten for lagene i overbygningen kan i nivå 2 bestemmes på 3 måter :

a. En kan benytte lastfordelingskoeffisientene etter nivå 1

b. En kan beregne lastfordelingskoeffisienter fra nedbøyningsmålinger med Dynaflect eller fallodd. En etterregner først lag E-moduler og omregner disse til lastfordelingskoeffisienter etter uttrykket :

$$a = 0.208 * E^{1/3}$$

hvor a = lastfordelingskoeffisient
E = E-modul (MPa)

c. En kan bestemme bituminøse materialers indirekte strekkstyrke ved 25 °C og omregne denne verdien til lastfordelingskoeffisient etter uttrykket :

$$a = 0.383 * P^{1/3}$$

hvor a = lastfordelingskoeffisient
P = indirekte strekkstyrke (kPa)

En har frihet til å velge mellom de forskjellige metodene. Dersom en ikke har utført målinger, kan en velge metode a. Dersom nedbøyningsmålinger er utført, kan en velge metode b, men det er fortsatt mulig å nytte metode a om en vil undersøke resultatet med en alternativ beregning. Metode c er bare tilpasset for de bituminøse materialene. Metoden kan være nyttig i kombinasjon med metode a eller metode b. Dersom de bituminøse lagene er tynne, kan etterregning være usikkert eller være umulig. I slike tilfeller kan bruk av tilleggsinformasjon etter metode c være nyttig.

Bestemmelse av lagtykkelser

a. Tykkelsene kan tas fra VDB; oppgravingsregistret med evt. korreksjon fra dekkeregistret

b. En kan foreta nye oppgravinger

c. En kan benytte DCP

Når lastfordelingskoeffisienter og lagtykkelser er bestemt, kan opptredende indeksverdier fastlegges. Opptredende indeksverdi reduseres med 10 dersom vegskulderen er mindre enn 0.5 m.

Krav til indeksverdier

Kravet til indeksverdier fastlegges med basis i materialenes styrke og trafikken. Styrken til materialene kan bestemmes etter flere metoder :

a. En kan nytte nivå 1 's bæreevnegrupper

b. En kan bruke DCP for å fastslå styrken. DCP-verdien omregnes til CBR-verdi. Det kan nyttes forskjellige omregningsformler for forskjellige materialtyper, men en formeltype som synes egnet er :

$$\log CBR = a - b * (\log DCP)^c$$

hvor a, b, c er konstanter.

c. En kan benytte felt- eller laboratoriebestemte CBR-verdier

d. En kan bestemme CBR-verdien for teleløsningsforhold med basis i etterregnede E-moduler for grunnen, etter formelen :

$$CBR = (E / 17.6)^{1.5625}$$

hvor E = E-modul i MPa

Dersom feltbestemte verdier benyttes, må en være klar over at disse vil variere over året. Derfor må feltundersøkelser fortrinnsvis foretas på den årstid som en ønsker å beregne bæreevnen for. Dersom feltundersøkelsen er foretatt på annen årstid, er det mulig å omregne verdien etter bestemte regler. Dette gjør imidlertid bestemmelsen mer usikker. Når en også tillater bruk av etterregnede E-moduler for å fastslå CBR-verdier i teleløsningen, er det fordi også DCP er en forholdsvis tidkrevende undersøkelse. Dersom omregnede nedbøyningsverdier kan gi rimelig brukbare svar, er det store fordeler med å nytte slike data.

Overgangen mellom bæreevnegrupper og CBR-verdier er pr dags dato :

Bæreevnegruppe	CBR-verdi
6	2
5	4
4	6
3	9
2	15
1	15
forsterkningslag	40
bærelag	80

Kravet til indeksverdiene er i tillegg fastlagt slik at kravene til forsterkning etter Håndbok 018 kap.53 er oppfylt.

Kravene til indeksverdi er bestemt som et sett av formler. Kravet til indeksverdi over materialer i forsterkningslag og grunn med CBR-verdier < 80, er på formen :

$$SI_k = a * N^b + c * CBR^d * N^e + f * CBR^g + i$$

hvor SI_k = krav til styrkeindeks
N = sum ekvivalente 10 tonns aksler i dimensjoneringsperioden (mill. passeringer)
CBR = CBR-verdien
a, b, c, ..., i = konstanter

Andre formler er utviklet for øvrig del av CBR-området og over andre materialer. Kravet til indeksverdier er bestemt slik at resultatene etter nivå 1 og 2 skal gi tilnærmet samme svar. Dette er oppnådd ved å tilordne bæreevnegruppene og forsterknings- og bærelagsmaterialene ; CBR-verdier. Dette er et vanskelig arbeid. Fortsatt foreligger det stor usikkerhet på dette punktet.

Det beregnede indekskravet skal korrigeres for høy fylling og tynne telefarlige lag. Slik korreksjon utføres ikke dersom beregningen gjennomføres med feltbestemte DCP-verdier.

Bæreevne

Bæreevnen beregnes med basis i $F_{diff} = I_k - I_{opptr}$.

3.2 DimTo

Det er utviklet et edb-verktøy for bestemmelse av bæreevne etter dimensjoneringsnivå 2. Åpningsvinduet for dette programmet er vist i figur 13.

Figur 13. Åpningsvindu for DimTo

DimTo har en egen rapportmodul for utskrifter av inngangsdata og resultater. Det er også mulig å få grafiske utskrifter. Dette er illustrert i figurene 14 og 15.

STATENS VEGVESEN VEGLABORATORIET Dato 16.11.95
BÆREEVNEBEREGNING DIMENSJONERINGSNIVÅ 2 Side 1

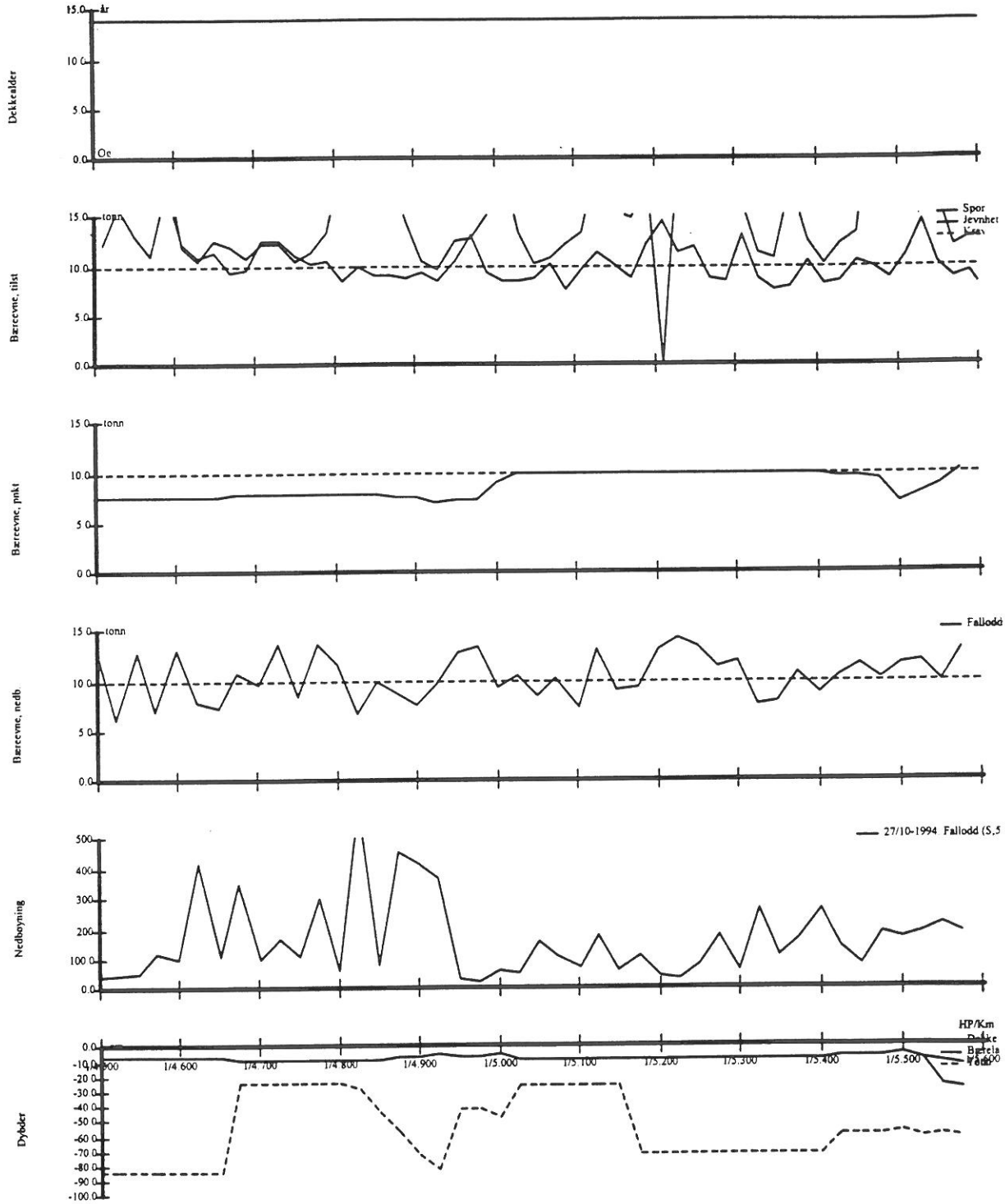
Presentasjon av Fdiff

Prosjekt rv358_45 Fylke TELEMARK Vegnr. RV358

ÅDT startår 550 Dim.per. 10 Andel tunge kj.t. 10 Till.aksell. 10

		Dekkeindeks		Bærelagsindeks		Styrkeindeks		Største Fdiff	
Hp	Km	Fdiff d	Dybde	Fdiff b	Dybde	Fdiff	Dybde	Fdiff	Dybde
1	4.500	11.50	7.00	11.50	7.00	-73.63	82.00	11.50	7.00
1	4.523	11.50	7.00	11.50	7.00	-47.16	82.00	11.50	7.00
1	4.550	11.50	7.00	11.50	7.00	-73.63	82.00	11.50	7.00
1	4.574	11.50	7.00	11.50	7.00	-51.51	82.00	11.50	7.00
1	4.600	11.50	7.00	11.50	7.00	-73.63	82.00	11.50	7.00
1	4.625	11.50	7.00	11.50	7.00	-63.81	82.00	11.50	7.00
1	4.651	11.50	7.00	11.50	7.00	-62.83	82.00	11.50	7.00
1	4.675	10.00	8.00	10.00	8.00	-3.65	23.00	10.00	8.00
1	4.701	10.00	8.00	10.00	8.00	-3.65	23.00	10.00	8.00
1	4.725	10.00	8.00	10.00	8.00	-3.65	23.00	10.00	8.00
1	4.750	10.00	8.00	10.00	8.00	-3.65	23.00	10.00	8.00
1	4.775	10.00	8.00	10.00	8.00	-3.65	23.00	10.00	8.00
1	4.800	10.00	8.00	10.00	8.00	-3.65	23.00	10.00	8.00
1	4.825	10.00	8.00	10.00	8.00	-6.58	26.00	10.00	8.00
1	4.850	10.00	8.00	10.00	8.00	-21.20	41.00	10.00	8.00
1	4.875	11.50	7.00	11.50	7.00	-47.31	55.00	11.50	7.00
1	4.900	11.50	7.00	11.50	7.00	-49.58	70.00	11.50	7.00
1	4.925	14.67	5.00	14.67	5.00	-70.63	80.00	14.67	5.00
1	4.950	13.00	6.00	13.00	6.00	-32.16	40.00	13.00	6.00
1	4.975	13.00	6.00	13.00	6.00	-32.16	40.00	13.00	6.00
1	5.000	4.67	5.00	4.67	5.00	-57.11	45.00	4.67	5.00
1	5.025	0.28	8.00	0.28	8.00	-14.63	24.00	0.34	8.50
1	5.050	0.28	8.00	0.28	8.00	-14.63	24.00	0.34	8.50
1	5.073	0.28	8.00	0.28	8.00	-14.63	24.00	0.34	8.50
1	5.101	0.28	8.00	0.28	8.00	-10.98	24.00	0.45	8.50
1	5.124	0.28	8.00	0.28	8.00	-14.63	24.00	0.34	8.50
1	5.150	0.28	8.00	0.28	8.00	-14.63	24.00	0.34	8.50
1	5.175	0.28	8.00	0.28	8.00	-73.43	71.00	0.34	8.50
1	5.200	0.28	8.00	0.28	8.00	-73.43	71.00	0.34	8.50
1	5.225	0.28	8.00	0.28	8.00	-73.43	71.00	0.34	8.50
1	5.251	0.28	8.00	0.28	8.00	-73.43	71.00	0.34	8.50
1	5.274	0.28	8.00	0.28	8.00	-73.43	71.00	0.34	8.50
1	5.300	0.28	8.00	0.28	8.00	-73.43	71.00	0.34	8.50
1	5.325	0.28	8.00	0.28	8.00	-62.97	70.00	0.41	8.50
1	5.350	0.28	8.00	0.28	8.00	-72.21	70.00	0.34	8.50
1	5.375	0.28	8.00	0.28	8.00	-72.46	70.00	0.34	8.50
1	5.400	0.28	8.00	0.28	8.00	-72.46	70.00	0.34	8.50
1	5.425	1.78	7.00	1.78	7.00	-66.31	57.00	1.78	7.00
1	5.450	1.78	7.00	1.78	7.00	-72.31	57.00	1.78	7.00
1	5.475	3.28	6.00	3.28	6.00	-61.36	56.00	3.28	6.00
1	5.500	14.78	5.00	14.78	5.00	-60.31	55.00	14.78	5.00
1	5.525	10.28	8.00	10.28	8.00	-64.51	58.00	10.28	8.00
1	5.550	6.32	11.00	6.32	11.00	-57.25	57.00	6.32	11.00
1	5.574	-5.91	13.00	-5.91	13.00	-61.17	59.00	-5.91	13.00

Figur 14. Eksempel på utskrift av F_{diff} beregninger fra DimTo for Rv 358 Hp 1 Km 4.5 - 5.6



15. Eksempel på grafisk utskrift av resultater fra Dimto for Rv. 358 Hp 1 Km 4.5 - 5.6

Vedlegg 1

Skjema for prøvetaking

STATENS VEGVESEN BLANKETT NR. ZZZ	**PRØVETAKING I VEG**

Oppdrags nr. : ..... Utstyr : .....

Veg nr. : ..... Dato : .....

Hp : ..... Sign. : .....

Prøve nr.	Km / pel	Dybde (m)	Avst.s.l. (m)	Lag	Material

Vedlegg 2

Merkelapp for prøver

Statens vegvesen ..... fylke **Adresse : .....**	
Oppdrag nr. :	
Veg nr : ..... Hp : ..... Km / pel : ..... Avstand s.l. : ..... Dybde :	Lag : ..... Materialtype : ..... Prøve nr. : ..... Dato : ..... Signatur : .....

Vedlegg 3

Skjema for DCP-målinger

DCP - Arbeidsskjema

Fylke:		Dato:		Dekke:	
Vegid:				Tykkelse mm:	
Veg nr:		Sted:		Bærelag:	
Hp:		Person:		Forsterk. lag:	
Km:		Pos i felt:		Undergrunn:	
Kjørefelt:		Måleformål:			
Ref. plass:		mm fra overflaten:		0-avlesn. plate:	

Avlesning nr.	Antall slag	Avlesning mm	Avlesning nr.	Antall slag	Avlesning mm	Avlesning nr.	Antall slag	Avlesning mm
1	0		26			51		
2	1		27			52		
3	1		28			53		
4			29			54		
5			30			55		
6			31			56		
7			32			57		
8			33			58		
9			34			59		
10			35			60		
11			36			61		
12			37			62		
13			38			63		
14			38			64		
15			40			65		
16			41			66		
17			42			67		
18			43			68		
19			44			69		
20			45			70		
21			46			71		
22			47			72		
23			48			73		
24			49			74		
25			50			75		

Vedlegg 4

Forklaringer av begrep på skjema for DCP-målinger

2

2) Beregning av dybde

Dybden skal regnes ut som:

Dybde= avlest dybde + ref. plass - nullavlesning plate

I rubrikken "Nedsynkning akkumulert" skal en legge inn avlest dybde på DCP-utstyret. En ber om at evt. VDB-data som er feil, rettes opp, og at data heretter legges inn i overensstemmelse med angitte begreper og regler.

Statens vegvesen
Vegdirektoratet

Notat

Dato
21/3-1995

Saksbehandler - innvalgsnr.
J.Myre-3904

Innlegging av DCP-data i Vegdatabanken

Dette notatet omhandler innlegging av DCP-data i Vegdatabanken. Bakgrunnen for notatet er misforståelser vedrørende betydningen av ulike begrep. En skal derfor først presisere disse begrepene. Deretter omtales beregning av dybde.

1) Begreper

Nullavlesing plate

Null avlesing plate er den avlesingen en får ved å plassere utstyret på et plant underlag f.eks en tynn plate. Nullavlesing plate er er konstant størrelse for utstyret, og bestemmes derfor bare en gang for det aktuelle utstyret.

Referanseplass

Angir avstanden fra vegoverflaten til det nivået hvor referansen for dybdemålingene står.

Eksempel 1. Dersom en borer et hull i et slitelag og bruker manuelt DCP-utstyr vil målestanga for dybdeanvisning stå igjen på vegoverflaten. dvs. at ref. plass er 0.

Eksempel 2. Dersom det sages ut et større hull slik at at hele utstyret plasseres i hullet, er ref. plass lik tykkelsen på dekket (avstanden fra vegoverflaten ned til det nivået hvor målestanga hviler)

Nullavlesning

Den avlesningen en får etter å ha plassert utstyret i det aktuelle målepunktet, men før en har begynt å slå (null slag). Ved DCP-målingene må en alltid foreta nullavlesning. I DCP-skjemaet føres dette opp som nedsynkning ved 0-slag.

Postadresse
Postboks 8142 DEP
0033 OSLO

Kontoradresse
Grensevegen 92

Telefon
22 07 35 00

Telex
21 524
Telefax
22 07 37 68

Egne kontoradresser
Bruavdelingen
Grensevegen 97
Telefax 22 07 38 66

Veglaboratoriet
Gaustadalléen 25
Telefon 22 07 39 00
Telefax 22 07 34 44

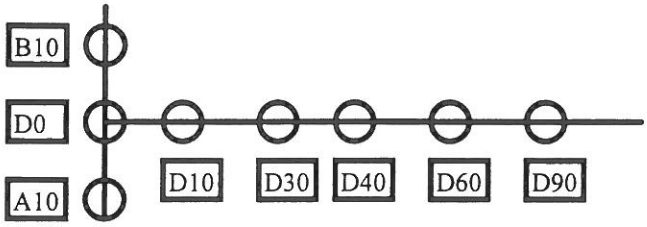
Vedlegg 5

Bæreevneberegning ved ny geofonplassering

Dokumentasjon av nye formler for Dynaflect-målinger:

I programmet for styring av målinger med Dynaflect er det implementert ny plassering av sensorer og utviklet et nytt formelverk.

Sensorplassering:



Tidligere ble bare sensor 1 og 2 brukt. Disse ble da plassert på D0 og D30. Det nye formelverket krever at minst 4 sensorer blir brukt, på plassene A10, B10, D10 og D40.

Formelverk for ny geofonplassering:

1. DMD=D10

2. SCI=D10 - D40

3. Bæreevne = $\dfrac{64}{(ÅDT - T)^{0,072} * \left(\sqrt{0,25 * DMD * SCI}\right)^{0,6}} - KORR$

4. Korr = $0,2 * (ÅDT - T)^{0,072} * [CCI - 4]^{0,6}$, Korr = 0 når CCI < 4

5. CCI = $\dfrac{(A10 + B10)}{2} - D10$

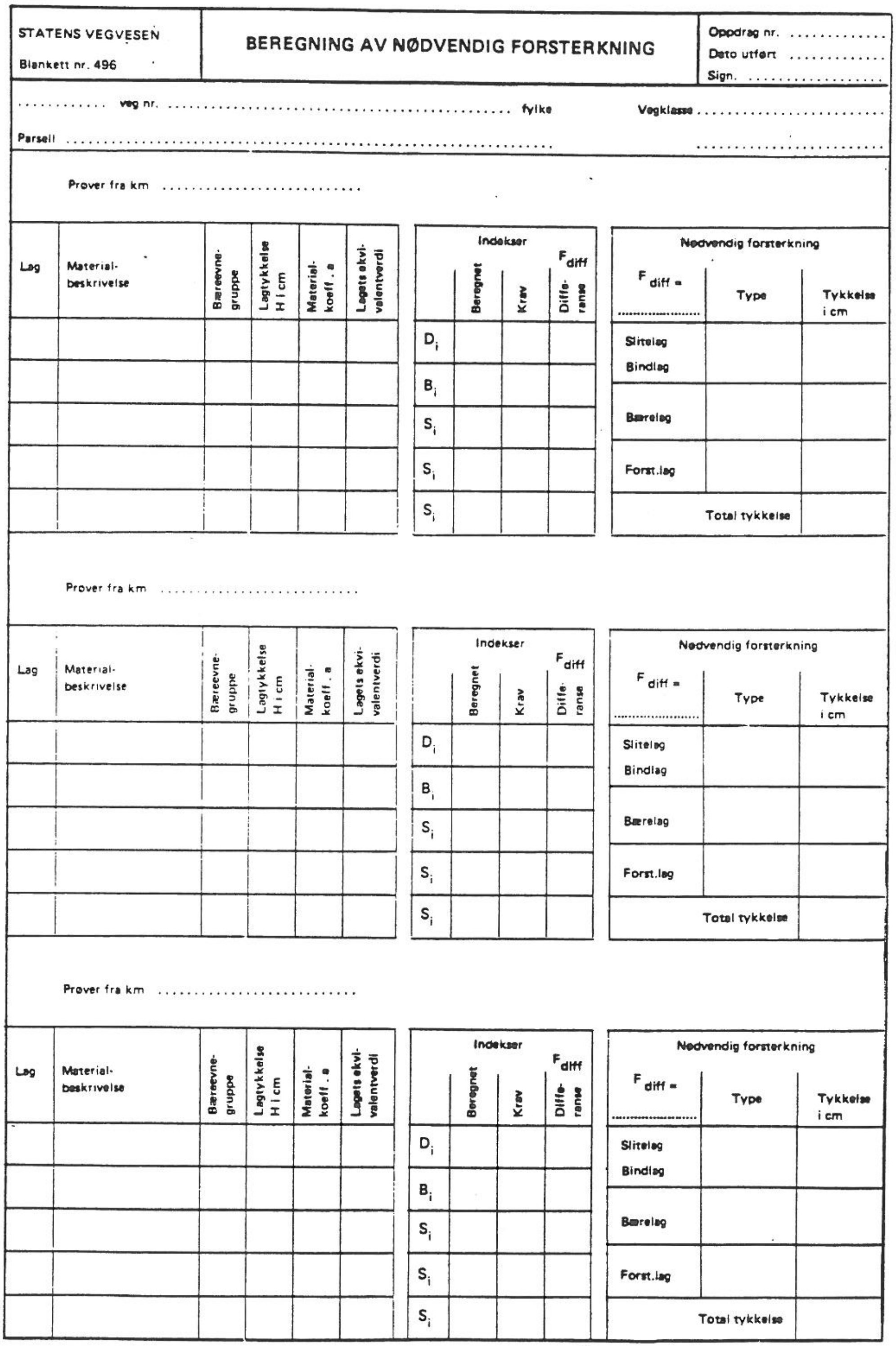
Endringer i VDB:

Det vil bir nødvendig med endringer i beregningsgangen i VDB og alle programmer som bruker nedbøyningsdata fra VDB, dette gjelder DimTo og DimEn og antageligvis flere. En liten endring i dataformatet er også påkrevd, slik at VDB skjønner at datafilen gjelder ny geofonplassering. Dette er tenkt ordnet gjennom endring av verdiene i geofonavstandsfeltet.

Arne Sørlie /Nic Johannessen

Vedlegg 6

Blankett 496 Beregning av nødvendig forsterkning



STATENS VEGVESEN

Blankett nr. 496

BEREGNING AV NØDVENDIG FORSTERKNING

Oppdrag nr. ....
Dato utført ....
Sign. ....

.... veg nr. .... fylke Vegklasse ....

Parsell ....

Prover fra km ....

Lag	Materialbeskrivelse	Bæreevnegruppe	Lagtykkelse H i cm	Materialkoeff. a	Lagets ekvivalentverdi

	Indekser		F_{diff}
	Beregnet	Krav	Differanse
D_i			
B_i			
S_i			
S_i			
S_i			

Nødvendig forsterkning		
F_{diff} = ...	Type	Tykkelse i cm
Slitelag Bindlag		
Bærelag		
Forst.lag		
Total tykkelse		

Prover fra km ....

Lag	Materialbeskrivelse	Bæreevnegruppe	Lagtykkelse H i cm	Materialkoeff. a	Lagets ekvivalentverdi

	Indekser		F_{diff}
	Beregnet	Krav	Differanse
D_i			
B_i			
S_i			
S_i			
S_i			

Nødvendig forsterkning		
F_{diff} = ...	Type	Tykkelse i cm
Slitelag Bindlag		
Bærelag		
Forst.lag		
Total tykkelse		

Prover fra km ....

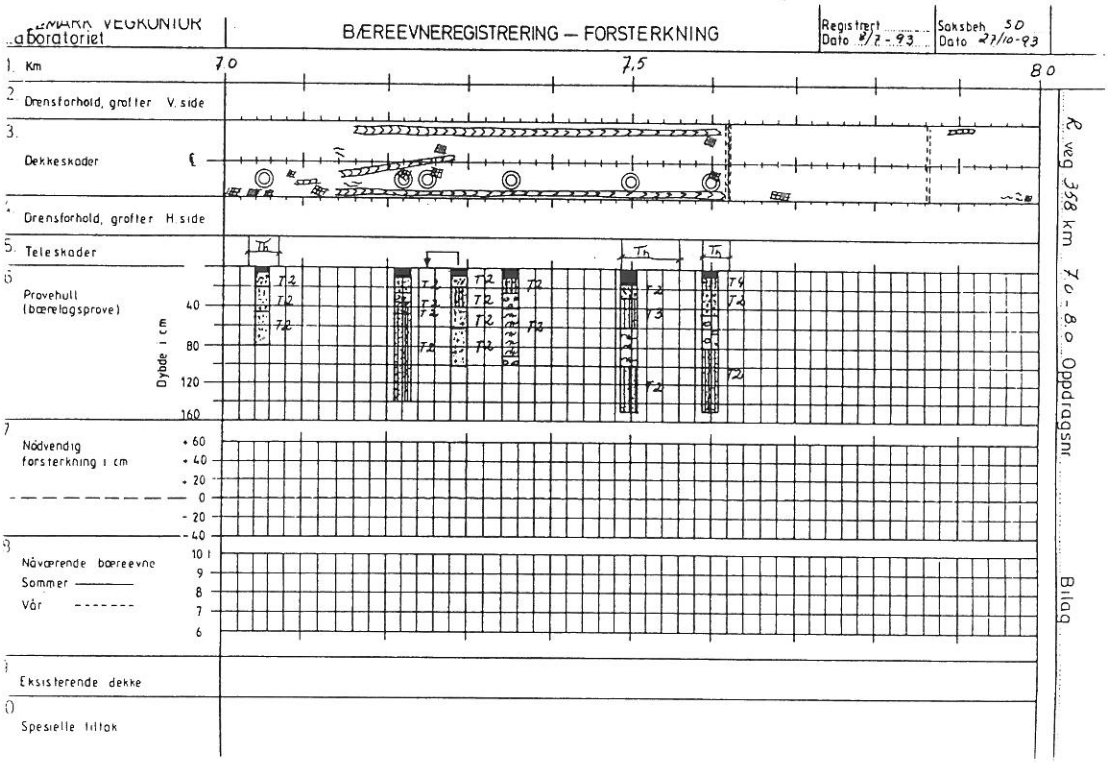
Lag	Materialbeskrivelse	Bæreevnegruppe	Lagtykkelse H i cm	Materialkoeff. a	Lagets ekvivalentverdi

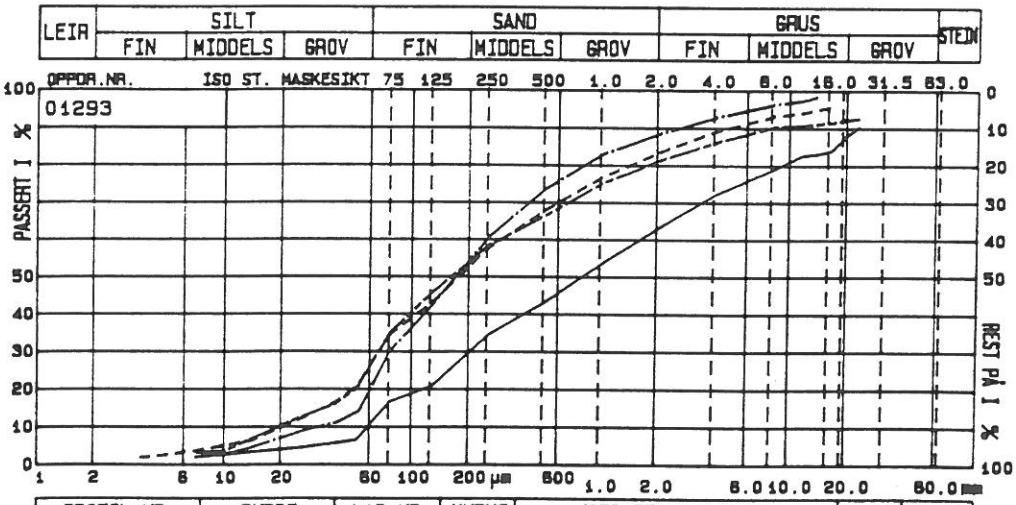
	Indekser		F_{diff}
	Beregnet	Krav	Differanse
D_i			
B_i			
S_i			
S_i			
S_i			

Nødvendig forsterkning		
F_{diff} = ...	Type	Tykkelse i cm
Slitelag Bindlag		
Bærelag		
Forst.lag		
Total tykkelse		

Vedlegg 7

Oppgravingsdata for Rv 358 Hp 1 Km 7.220





STATENS VEGVESEN

PROFIL NR.		DYBDE	LAB.NR.	KURVE	JORDARTSBETEGNELSE	C_u	TELEGR.
7220	H	0.10-0.25	931030	———	SANDIG GRUSIG MATERIALE	27	T2
7220	H	0.35-0.40	931031	— —	Stor glødepros !	14	T2
7220	H	0.40-0.45	931032	—·—	SILTIG SAND	7	T2
7220	H	0.45-1.40	931033	—··—	SANDIG SILTIG MATERIALE	15	T2
				·····			