

# Intern rapport

## Intern rapport nr. 1696

Vegbetong - Foredrag ved  
NVF's temamøte oktober 1991 og  
på Via Nordica juni 1992



**Statens vegvesen**  
Vegdirektoratet

Juni 1994

**Veglaboratoriet**

## Vegbetong - Foredrag ved NVF's temamøte oktober 1991 og på Via Nordica juni 1992

### Sammendrag

Rapporten inneholder Reidar Kompens innlegg "Entreprenørens syn på optimal vegbetong" på Nordisk Vegteknisk Forbunds temamøte "Högpresterende Vägbetong, 15. - 16. oktober 1991 samt innlegget "Nye betongdekker" på Via Nordica i Tammerfors, 9. - 11. juni 1992.

Emneord: *Optimal vegbetong*  
*Nye betongdekker*

Seksjon: *45 Betong*  
Saksbehandler: *Reidar Kompen*  
Dato: *Juni 1994*

/KØ

---

Statens vegvesen, Vegdirektoratet  
**Veglaboratoriet**

Postboks 8142 Dep, 0033 Oslo  
Telefon: 22 07 39 00 Telefax: 22 07 34 44

NORDISK VEGTEKNISK FORBUND

TEMAMÖTE

HÖGPRESTERANDE VÄGBETONG

15. - 16. oktober 1991

ENTREPRENÖRENS SYN PÅ  
OPTIMAL VÄGBETONG

Forfatter:

Siv.ing. Reidar Kompen  
Veglaboratoriet  
Norge

Entreprenørens syn på optimal vegbetong. Hvordan definere bearbeidelighet for utlegging og hvordan kan denne relateres til overflatejevnhet og kantsig. Konsekvenser for resepturen.

## INNLEDNING

Dette innlegget vil i hovedsak omfatte observasjoner og erfaringer fra to litt spesielle prosjekter som ble utført forsommeren 1991. Påstøp av betong slite- lag ble utført på:

- Gaula bru i Sør-Trøndelag, lengde 285 m
- Helgelandsbrua i Nordland, lengde 1065 m

Påstøpene ble utført av Nordisk Veibetong A/S med en 4-belters glideformsutlegger (slipform paver) SGME 750 MF. Begge bruene er to-felts bruer, og det ble lagt ett felt med bredde 3,5 h.h.v. 3,75 m om gangen. I begge prosjektene ble det benyttet stålfiberbetong, fiberdosering 50 kg/m<sup>3</sup> Dramix ZC 30/.50. Betong-sammensetningene som ble funnet optimalt å benytte er selvfølgelig preget av stålfibertilsetningen, i det fiberen påvirker vannbehov og støpelighet i betydelig grad. Likevel tror jeg at observasjonene som ble gjort kan vurderes som generelle og allmenngyldige. Innlegget vil bli begrenset til selve betongutstøpingen med slipform paver, mens forbehandling og liming til underlaget ikke vil bli omtalt utover at det så langt ser ut til at full heft er oppnådd overalt på begge bruene.

## OM STØPELIGHET GENERELT

Knappt noe område innen betongteknikken er så vanskelig og så lite utforsket som fersk betongs rheologi og støpelighet. Vi mangler ord og faguttrykk til å beskrive det vi mener. Forskjellige mennesker bruker samme ord til å beskrive ulike egenskaper. Vi mangler brukbare metoder til å tallfeste det vi kan observere med øyet og fingrene. De målemetodene vi har er å karakterisere som "vikarierende metoder". Metodene for måling av støpelighet kan inndeles i to typer:

- a) En måler resultatet av en standardisert påkjønning (eksempel: synkmål).
- b) En måler hvilken påkjønning som skal til for å oppnå et standardisert resultat (Eksempel: Vebe).

Det er generelt vanskelig å se klare sammenhenger mellom noen konsistens-målemetode og de påvirkninger betongen blir utsatt for ved praktisk, fullskala utstøping. Så vidt meg bekjent fins ennå ingen målemetode som kan tillegges noen "sannhetsverdi".

Mangelen på egnede målemetoder gjør at en må basere seg på visuelle observasjoner, det vil si "øyemålet"

ved vurdering av spesialbetonger og betonger til spesielle utførelser. Støpeligheten avhenger av hele betongsammensetningen. Personlig forsøker jeg generelt å danne meg et synsinntrykk av balansen mellom ulike delmaterialer. For vegbetong vil vurderingene være:

- Balanse stein - sand  
Betongen må se ut til å være fylt opp av stein uten at en får utpreget partikkelinterferens mellom steinkornene. Steinkornene må ligge tett, men de må påvirke og bevege hverandre gjennom sementlimet og mørtelen, ikke ved direkte kontakt.
- Balanse sand - sement  
Sandkornene må være innhyllet i sementlim, mørtelen må se fet ut, være mett med finstoff.
- Balanse sement - silika  
Sementlimet må være helt stabilt og uten separasjonstendens, men uten påtakelig seighet (Sirups-tendens).
- Balanse vann - P/SP-stoff

Dette har med sementlimets stabilitet og seighet å gjøre, dessuten med forløpet av støpelighets-tap, "koagulering" og "snerking". Betongens "blankhet" sier mye om vann - P/SP balansen.

De enkelte balansepunktene innvirker i noen grad på hverandre. F.eks. påvirker en endring av sand-/steinforholdet både sand/sementbalansen og vannbehovet, det vil si vann - P/SP balansen. Med rimelig oversikt over slike forhold kan en, i alle fall innledningsvis ved innkjøring av en vegbetong resept, kjøre inntil 4 resept-endringer samtidig, og i det vesentligste observere effekten av hver resept-endring på støpeligheten.

Delmaterialene i betongen har avgjørende betydning for hva som er optimale balansepunkter. Sandens egenskaper er avgjørende for enhver betong. Korngradering og slaminnhold er viktige egenskaper, men for støpelighet av vegbetong betyr kornform, mineralogi og mulige andre karakteristika minst like mye. For spesialbetonger som vegbetong har også steinen, sementtypen og type SP-stoff vesentlig betydning.

Sist men ikke minst: Betongens vannbehov, støpelighet og endring i støpelighet over tid avhenger i betydelig grad av blandemaskinen, blandetiden og blandeprosedyren, det vil si rekkefølge og tidsforskyvning av delmaterialene inn i blandemaskinen.

## STØPELIGHET RELATERT TIL GLIDEFORMSUTLEGGER

I forbindelse med betongutstøpning med glideforms-utlegger kan støpelighet defineres som : "Evne til å la seg komprimere til et kompakt og homogent produkt med jevn og tett overflate". Optimal støpelighet kan konkretiseres nærmere til: "så bløt og smidig at den lar seg avrette og glatte uten å vise kantsig".

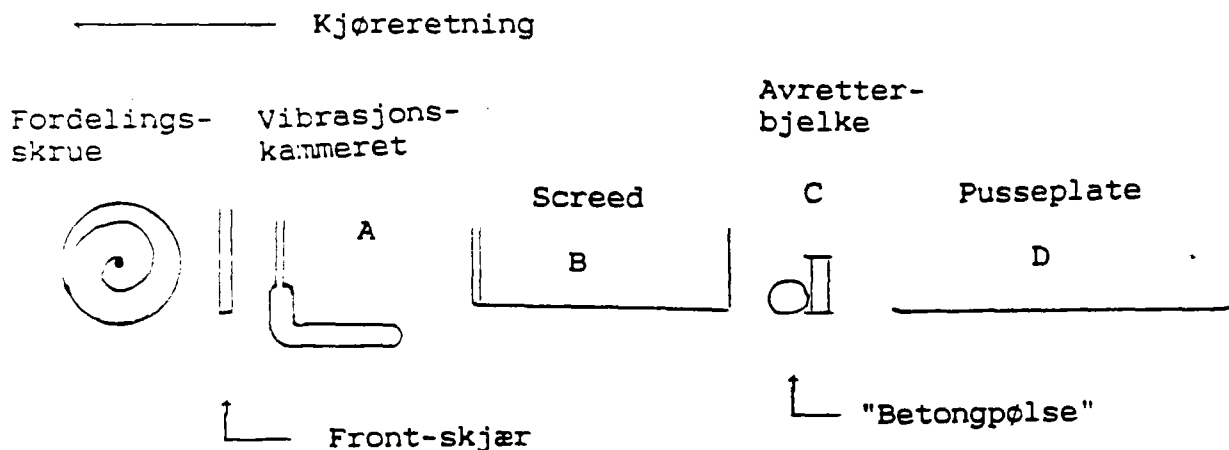
Glideform-utleggeren er en maskin som har sin helt bestemte virkemåte. Operatøren kan i noen grad nyansere virkemåten med:

- høyde på front-skjæret
- vibrasjonsintensitet
- vinkel på screeden
- framdriftshastighet for maskinen
- måte å legge ut betongen på foran maskinen

Virkemåten vil også i noen grad nyanseres avhengig av:

- utlagt betongtykkelse
- tverrfall
- lengdefall

Spekteret av påvirkningsmuligheter er imidlertid begrenset, og støpelighet må først og fremst bygges inn i betongresepten. Hva som kreves av betongen og hvordan støpeligheten viser seg i praksis kan vises i en skjematisk skisse av glideform utleggeren:



- A. Den første prøvelsen betongen utsettes for er i vibrasjonskammeret. Betongen må gi respons på vibrering ("ta vibrering") og bli mer eller mindre flytende. Stor seighet, noe som spesielt kan oppstå ved for høyt silikainnhold, ved høyt slam-

innhold i sanden og med visse melaminbaserte SP-stoffer, vil i kombinasjon med stiv konsistens kunne medføre at betongen tar vibrering dårlig. Videre må betongen holde seg flytende inntil den går innunder screden, og ikke stivne eller koagulere straks den har oppnådd full komprimering. Det er et vanlig problem at betongen blir fast og ubevegelig med det samme den har blitt vibrert.

- B. Under screden må betongen vise smidighet og la seg presse sammen/la finstoff trekkes opp til overflata, uten at den henger seg fast på screed-plata. Hvis smidigheten er for dårlig eller klebingen til screed-plata er for stor, vil betongen enten sprekke opp (maskinen drar med seg betongflak), eller overflata vil se ukomprimert ut. Resultatet av betongens oppførsel under screden kan en se ved bakkant av screden, foran avretterbjelken.
- C. Ved avretterbjelken skal det dannes en "betong-pølse". Denne opptar overskudd av finstoff/mørtel fra overflata, og den "låner bort" finstoff/mørtel der dette mangler i overflata. Utseendet og størrelsen av pølsa forteller derfor mye om betongen. En "riktig" betong låner bort like mye (lite) mørtel som den får igjen. Underskudd eller overskudd av mørtel i pølsa forteller om en eventuell ubalanse i mørtelmengden i betongen. Pølsa etableres ved at en kaster ekstra betong foran avretterbjelken. Pølsa kan også vedlikeholdes ved å kaste inn ekstra betong dersom det tidvis er ubalanse i mørtelmengden.
- D Pusseplata er en prøve på betongens smidighet. Hvis betongen er for smidig, vil pussebjelken dra og gyngje betongen med seg fram og tilbake. Lokale små ujevnheter og kantsig er da et sannsynlig resultat. Under pussebjelken bør altså betongen ligge mest mulig i ro.

I forbindelse med tidligere arbeider med den før nevnte glideform utleggeren SGME 750 MF, har Kjell Kristiansen fra firmaet Noteby A/S fastlagt konsistensgrenser for vegbetong (uten stålfiber) som har de rette egenskapene for utleggeren:

- |                       |                    |
|-----------------------|--------------------|
| - Synkmål: 0,5-2,5 cm | Begge krav må      |
| - Vebe : 5-10 s       | oppfylles samtidig |

Dette er ganske snevre grenser som det vil være vanskelig å tilfredsstille ved lang transport av betongen.

## BETYDNING FOR RESEPTUREN

Her kan det bare angis relative forhold og subjektive oppfatninger. Det er på ingen måte utelukket at andre vurderinger kan være riktige i spesielle tilfeller.

Sement: I Norge vil P30-4A sement være bort i mot obligatorisk på grunn av denne sementens fasthets-egenskaper, mp30 og RP38 vil kun unntaksvise være aktuelle. Sementmengden vil normalt være 390-430 kg/m<sup>3</sup>, både for å oppfylle v/c-forhold/fasthetskrav og for å fylle ut hulrommet i fingrusen/gi tilstrekkelig smidighet i betongen.

Silikastøv: Bruk av silika er meget gunstig for å gi betongen god stabilitet, men silikadoseringen må ikke være så høy at betongen får "sirups-tendens" eller betongen mister all smidighet/bevegelsesevne etter vibrering. 15 kg/m<sup>3</sup> har i flere tilfeller vist seg gunstig, men både silikaens kompakteringsgrad, blandemaskin-typen og blandeprosedyren kan påvirke optimal silika-mengde.

Tilsetningsstoff: Med P30-4A sement må P-stoff mengden begrenses til ca. 0,8 % av sement og silikamengden, for å unngå raskt konsistenstap. Med hensyn til SP-stoff bør det foretrekkes en type som oppløser seighet i massen, det vil si naftalen eller eventuelt en modifisert melamin med tilsvarende egenskaper. SP-stoffet påvirker egentlig synkmålet for en så stiv betong lite, men har betydelig innvirkning på komprimerbarhet, smidighet og stabilitet/kantsig.

Vann: Muligheten for å redusere vannmengden og senke v/c-forholdet er egentlig stor, men går på bekostning av smidighet, tilstivning ved komprimering og stabilitet/kantsig. I praksis er det også grenser for hvor mye vanninnholdet kan reduseres uten at støpelighetstapet blir uakseptabelt raskt.

Tilslaget: Som for all annen betong betyr tilslags-egenskapene enormt mye for støpeligheten, uten at en har relevante målemetoder for å karakterisere disse egenskapene. Optimalt fillerinnhold i sanden er antakelig noe høyere for vegbetong enn for bløtstøp-betong av samme fasthetsklasse. I forhold til ved andre betongtyper har steinens kornform og gradering meget stor betydning for støpeligheten. Generelt har tilslaget så stor betydning for støpeligheten av vegbetong at det vil være nærmest umulig å produsere optimal vegbetong med et tilslag som har variasjoner.

Det grove tilslaget bør være knust på grunn av hefteegenskapene, mens en bør være varsom med bruk av knust sand på grunn av støpeligheten.

Blandeprosedyren: For bløtstøp-betong er erfaringen at blandemaskintype og blandeprosedyre innvirker så mye på vannbehov og støpelighet at resepturen ikke kan



fastlegges uavhengig av disse. Det er liten grunn til å tro at dette ikke er gjeldende også for vegbetong. Blandetiden har en konstatert har betydelig innvirkning på støpeligheten, uten at dette kan avleses på blanderiets konsistensmåler, betongens utseende eller på synkmål.

## PROSJEKT GAULA BRU

Utgangssituasjonen for oppstart av betonglegging ble vurdert å være den aller beste. Året før var det blitt utført nøyaktig samme arbeid med godt resultat på Kroppan bru i Trondheim. En valgte derfor å benytte de samme delmaterialene som året før, for også å kunne benytte en velprøvd og god betongresept. Så langt en kunne bedømme ut fra siktekurver etc. fikk en også samme sand og pukk som året før. Blanderiet var imidlertid et annet. Kort fortalt fikk en ved oppstart av arbeidet følgende erfaring:

1. Den betongresepten som hadde fungert godt året før var overhodet ikke brukbar, selv om utleggermaskin, mannskap og delmaterialer var de samme.
2. Ulike reseptvarianter hvor det var umulig å se forskjell på betongen ga ganske forskjellige resultater i utleggeren.
3. Resept-tilpasning måtte gjøres ut fra "følelse" og intuisjon om hvordan sammensetningen innvirker på tilstivning i vibrasjonskammeret og smidighet under screeden.
4. Blandetiden hadde stor innvirkning på støpeligheten i utleggeren, uten at en kunne se noen forskjell verken på betongen eller på konsistensmåleren på blanderiet.
5. Når en først kom fram til en resept som viste seg å gå problemfritt i utleggeren, viste denne resepten seg å gi langt mindre blandemotstand (utslag 18) enn de reseptene som ikke fungerte akseptabelt (utslag 24), selv om konsistens og utseende var det samme.
6. Betongproduksjonen måtte styres etter konsistensmåleren på blandeanlegget. Denne viste seg å være mer fintfølende overfor denne typen betong enn både øyemålet og synkmålet. Oppveiingen måtte skje med meget stor nøyaktighet.

En brukte så godt som en hel arbeidsdag med prøveutlegging for å finne fram til en riktig betongsammensetning. Når produksjonen ble satt i gang, ble betongresepten holdt konstant gjennom hele jobben. Den ene støpedagen ble det faktisk ikke gjort en eneste endring/tilpasning på vann eller SP-dosering.

Betongresepten som ble benyttet på Gaula bru, og på Kroppan bru året før, er vist nedenfor:

	Gaula	Kroppan
Sement P30-4A	429,0 kg	400,0 kg
Silikastøv	15,0 "	20,0 "
Vann	183,5 "	167,0 "
P	3,25"	3,6 "
SP (Naftalen)	4,8 "	3,6 "
Sand 0-8 mm ( $FM_{\lambda_{STB}}=3,09$ )	970,0 "	864,0 "
Pukk 8-16mm	890,0 "	936,0 "
Dramix ZC 30/.50	50,0 "	-
EE-fiber, 25 mm	-	60,0 "
L (T)	-	0,8 "
V/c+2xs=	0,400	
28 dg fasthet	80 Mpa	

Betongutleggingen gikk problemfritt (bortsett fra værforholdene) og ga et tett og jevnt dekke.

Målinger av dekkets jevnhet ga følgende resultater (Verdier fra andre prosjekter gjengitt til sammenligning):

Gaula bru IRI=	1.86, 1.65, 1.65, 1.48
Kroppan bru	2.26, 2.15, 2,35
Omkjøringsvegen	
før sliping	3.58, 2.06, 3.05, 2.35
etter sliping	2.04, 1.78, 2.15, 1.75

#### PROSJEKT HELGELANDSBRUA

Ut fra erfaringene fra Gaula bru var vi nå innstilt på å bruke en dag på prøveutlegging, selv om prøveblanding med vurdering av støpeligheten var utført tidligere. Prøveutleggingen forløp også på samme måte som på Gaula bru, med bekreftelse av den type erfaring som en der hadde høstet.

En kom fram til en betongsammensetning som fungerte ok i utleggeren og ga godt resultat. Betongproduksjonen var imidlertid litt problematisk fordi en hele tiden måtte justere SP-doseringen for å holde konstant konsistensmeter-utslag.

Den tredje dagen utlegging pågikk fikk en problemer: Resultatet begynte å variere med hensyn til overflatetetthet og ble på kort tid slik at en måtte foreta nødstopp og grave opp betongen igjen. En begynte å søke etter årsaken til endringen i støpelighet, og det viste seg å være steinen. Pukk var levert i 3 båtlaste, og det hadde skjedd en separasjon av steinen i grensen mellom steinhausene som var lagt inntil hverandre. Endringen i steinen var så liten at det neppe ville blitt lagt merke til på en bløtbetong.

Steinhaugene ble lastet om og blandet v.hj.a. showel før utlegging kunne starte på nytt. For å gi betongen noe ekstra smidighet fra oppstart, ble sementmengden økt med  $15 \text{ kg/m}^3$ . Resultatet bakom utleggeren var akseptabelt, men varierte fra perfekt til "på kanten". Det vil si det foregikk nesten hele tiden tilførsel av mørtel til og fra "pølsa" foran avretterbjelken. En besluttet derfor en mindre resept-endring: 25 kg mer sand, 25 kg mindre med pukk. Resultatet av denne endringen, som en ikke kan se verken på betongen eller på sammensatt kornkurve, var ganske overaskende:

1. Resultatet bakom utleggeren ble konstant perfekt.
2. Det ble ikke lenger nødvendig å justere SP-doseringen fra blanding til blanding. Den ustabiliteten en hadde trodd var variasjon i fukt i tilslagene forsvant.
3. Blandemotstanden ble betydelig redusert.
4. Vannbehovet for betongen ble redusert med  $11 \text{ kg/m}^3$ , noe som er i strid med vanlig betongteknologisk teori, men som også har blitt observert for ekstruderbetong til hulldekke-produksjon. SP-doseringen kunne dermed reduseres.
5. I og med at SP-doseringen kunne holdes konstant, økte også blanderiets kapasitet betydelig.

I og med den siste lille resept-endringen virken det som "proppen passet akkurat i hullet". Endelig betongresept (C60-betong) var:

Sement P30	420,0 kg
Silikastøv	15,0 "
Vann	157,5 "
P	3,5 "
SP (Sikament 100)	2,2 "
Sand 0-8 mm <sup>1)</sup>	978,0 "
Pukk 8-16 mm <sup>2)</sup>	852,0 "
Dramix ZC 30/.50	50,0 "

V/c + 2xs = 0,350

28 dg fasthet 75.2 Mpa

1) Aker Singel og Grus, Årdal  $F_{m,1.0} = 3.15$

2) Aker Singel og Grus, Årdal  $F_{m,1.0} = 6.46$

## KONKLUSJONER

Ut fra de erfaringene som er nevnt mener jeg at følgende konklusjoner kan trekkes:

1. En glideform utlegger har meget bestemte oppfatninger om hvordan betongen skal være, og den smaker forskjell på ulike betongsammensetninger selv om et trenet øye ikke er i stand til å se forskjell på betongene.
2. En betongresept i nærheten av det optimale kan utarbeides på grunnlag av teoretiske betraktninger, prøveblandinger og erfaring. Optimal resept kan imidlertid bare finnes ved prøveutlegging, prøving og feiling. Hva som er optimalt avhenger ikke bare av delmaterialene, men også av blandemaskinen og blandetiden, og (ikke minst) blandedproseduren.
3. Optimal resept er karakterisert ved betydelig lavere blandemotstand enn de ikke-optimale reseptene, ved lavere vannbehov og ved konstant vannbehov. Det er nærliggende å tro at dette optimalpunktet skulle la seg beregne teoretisk.
4. Det er neppe mulig å tvinge en glideform-utlegger til å legge ut en teoretisk basert betongsammensetning den ikke liker. Utleggeren har en måte å protestere på - og den gjør det.
5. Glideform-utleggerens krav til støpelighet synes å være helt forenlige med kravene til høyfast vegbetong, men en må være villig til å vurdere noen flere reseptparametre ved optimaliseringen.

Avslutningsvis vil jeg nevne at de to omtalte prosjektene vurderes som meget vellykkede. Jevnheten av brudekkene er meget bra, av en annen klasse enn det som har vært mulig å få til med annet utstyr tidligere. Dessuten har en lyktes med å oppnå full heft til underlaget. Problemet med å oppnå gode betongslitelag ved påstøp på bruer synes i det alt vesentligste å være løst.

VIA NORDICA  
Tammerfors 9.-11.6-1992

VÄGBELÄGGNINGAR  
NYE KRAV OCH LÖSNINGAR  
del II

---

NYE BETONGDEKKER

Siv. ing. Reidar Kompen,  
Veglaboratoriet

## 1. INNLEDNING

Mens betong har vært et meget benyttet vegbelegg materiale i utlandet i alle år, har det hittil ikke fått en tilsvarende sterk stilling ved vegbygging i Norden. Dette er bemerkelsesverdig siden betong er "materiale nr. 1" for nordiske konstruktører, og materialkunnskapen er godt utviklet. Det er også bemerkelsesverdig ut fra det som er hovedproblemet for vegdekker i de fleste nordiske land: Slitasje fra piggdekk. De seinere årene har en imidlertid sett ikke bare større interesse for, men også større anvendelse av betong som vegbelegg.

## 2. NYE KRAV TIL VEGBELEGG

Brukere og samfunn stiller idag strengere krav til vegnettet enn før. Det er nok å nevne stikkord som:

- trafiksikkerhet, ulykker
- miljø, forurensing
- framkommelighet, akseltrykk, hastighet

Hjulspordannelse pga. piggdekksslitasje vinterstid og plastiske deformasjoner om sommeren er en av vegholderens største bekymringer. Slitasje og deformasjoner har alvorlig innvirkning på de primære funksjonsegenskapene for vegdekket. Økningen i betydning av vegbeleggenes slitasjeegenskaper illustreres av at det i Norge var en trafikkvekst på 38 % fra 1980 til 1990. Med dagens trafikk tetthet og krav til funksjonsegenskaper er det meget ressurskrevende å vedlikeholde vegdekkene i samme takt som de slites. Såvel utviklingen av betongdekker som utviklingen på belastningssiden, spesielt nevnes hjultrykk, aksellast og hastighet, har aktualisert materialevalget i økende grad.

## 3. BETONGVEGDEKKER, LØSNINGER OG OMFANG

I Norge ble det i perioden 1930-1945 lagt 90 km betongvegdekker. I perioden 1945-1981 utgjorde nye betongdekker ca. 60 km. De siste 10 årene er det lagt tilsammen 100 km betongdekker, 46 km i plastisk betong og 54 km valsebetong. Omfanget av betongdekkelegging har vært noe ustabil fra år til år, men har klart vist en økende tendens, noe som går fram av Tabell 1.

Ut fra de utviklingsarbeider som har vært utført har det utkrystallisert seg 3 løsninger eller "produktgrupper":

1. Høyfast plastisk vegbetong, høytrafikkerte veger
2. Valsebetongdekker, lavtrafikkerte veger
3. Høyfast stålfiberbetong, slitelag påstøp på bruer

Tabell 1: Omfang av betongvegdekkelegging i Norge

ÅR	HØYFAST VEGBETONG		VALSEBETONG	
	m <sup>2</sup> /år	Ant.prosj.	m <sup>2</sup> /år	Ant.prosj.
1981-87	55.000	4	67.000	6
1988	6.000	1	43.000	3
1989	155.000	6	68.000	3
1990	36.000	4	49.000	3
1991	63.000	2	146.000	5
1992	154.000	11	79.000	5

I Norge har Vegdirektoratet foretatt en strategisk satsing på utvikling av betongdekker. For perioden 1990-1993 er det bestemt en målsetning om årlig betongdekkelegging av et omfang på

- 50 km sementstabilisert bærelag
- 15 km valsebetong
- 10-15 km høyfast vegbetong

#### 4. HØYFAST VEGBETONG, UTVIKLINGSTREKK OG ERFARINGER

Prøvingsmaskinen "Veisliter'n" har stått helt sentralt i utviklingen av betongdekker. Veisliter'n har siden oppstarten den 1. september 1985 frembrakt en rekke verdifulle resultater som idag kommer vegbruker og vegholder til nytte. Ved den unike muligheten til å teste materialer og betongsammensetningens betydning for slitestyrken, har maskinen også økt vegeniørenes interesse for betong. Ved en ukes kjøring i maskinen kunne en simulere 10 års slitasje ved 20.000 ÅDT. I tiden 1986-1991 har derfor også Veisliter'n blitt aktivt benyttet i utprøvingen av betongresepter for i alt 15 betongdekkeprosjekter, 10 i Norge, 2 i Sverige og 3 i Finland.

Resultatene fra Veisliter'n er behørig rapportert og publisert tidligere, og gjentas ikke her.

Resultatene fra Veisliter'n førte kvalitetsmessig til en ny generasjon betongdekker. Det første dekket av den nye generasjonen ble lagt i 1986. Dette er det viktig å være klar over når en tolker erfaringene som er oppnådd med betongdekker. Selv om betongens gode slitestyrke er forbedret ytterligere, får den selvfølgelig fortsatt slitasje. De reviderte norske vegnormalene (vegvesenets Håndbok-018) tar hensyn til dette ved at det skal dimensjoneres for slitasje. Dette er nytt og et konkurransemessig handicap for betong, men likevel uttrykk for en realistisk holdning som ethvert slitasjeutsatt materiale burde være gjenstand for.

De aller mest slitesterke reseptene iflg. prøvningen i Veisliter'n har ofte vist seg vanskelige å legge med tilfredsstillende homogenitet og jevnhet. Dette burde ikke overraske, siden utleggermaskinen er bygget for helt andre betongtyper og det er stor forskjell på betongutstøping i stor skala kontra liten skala. Til nå har en derfor ofte lagt "kompromiss-resepter", og det ligger et betydelig potensiale i forbedring av betongutleggerne og undersøkelser av hvilke praktisk utførbare betongsammensetninger som har den beste slitestyrken.

Mht. utleggerutstyr har utviklingen gått i retning av ett-felts utleggere, som er tilpasset våre prosjekters størrelse og økonomi.

## 5. VALSEBETONG

I vegsammenheng er valsebetong et relativt nytt materiale. I Norge startet utviklingen av valsebetong til vegdekker for ca. 10 års tid siden. Bruken av valsebetong begrenser seg stort sett til de siste 5-6 årene. Hittil er det lagt vel 50 km valsebetong på det norske riks- og stamvegnettet. Dette er fordelt på ca. 20 prosjekter med lengde fra 0,3 til 9,0 km. Vel halvparten er lagt i Nordland fylke. Statens vegvesen Nordland har vært svært aktiv i utviklingen. Legging av valsebetong er i hovedsak utført av Svv Nordland i egen regi, og av Nordisk Veibetong ANS. Oversikt over de viktigste prosjektene er gitt i Tabell 2.



Tabell 2: Viktigste valsebetong dekkeprosjekter i Norge.

PROSJEKT	LEGGÅR	LENGDE (m)
E6 Leirfjorden	1985	300
Rv80 Olav V's gate	1986	1.400
Rv17 Holandsfjorden	1986	500
Rv803 Tosen tunnel	1987	5.800
Jernverket	1987	
E6 Tømmerneset	1988	900
E6 Ankenes	1988	2.000
Rv836 Sila tunnel	1988	1.900
Rv835 Steigen tunnel	1989	300
Rv836 Sila tunnel	1989	800
Rv601 Flåm	1989	5.000
Rv67 Tussen tunnel	1990	2.800
Rv835 Steigen tunnel	1990	5.000
E6 Mosåsen	1990	300
E6 Saltdalen	1991	265
Ny veg til Kjøpsvik	1991	5.000
E75 Åkrafjorden	1991	1.600
Rv571 Bolstad-Dale	1991	7.200
Rv560 Sætre tunnel	1991	700
E69 Innfjordtunnelen	1991	6.000

Erfaringene med valsebetongdekker har jevnt over vært gode. Jevnhet og kjørekomfort har blitt vurdert som meget tilfredsstillende. Slitestyrken har vært bedre enn forventet pga. en meget høy fasthetstilvekst i løpet av det første året.

Erfaringene har imidlertid også vist at det er kort veg fra suksess til fiasko. Små detaljer kan være avgjørende for resultatet. Prosessen må derfor kontrolleres og detaljstyres hele tiden, for å holde den hårfine balansen mellom komprimerbarhet og stabilitet/separasjon.

Mht. utstyr har utviklingen gått i retning av bedre blandeverk og tyngre utleggere. Nordland vegvesen har utført sine dekker med en AGB Titan 280, seinere Vøgele 1800. Nordisk Veibetong benyttet i 1990 en AGB Titan 411, i 1991 en Vøgele 2000. Legging med 2 felts bredde har vært meget fordelaktig for dekketypen.

## 6. HØYFAST STALFIBERBETONG, SLITELAG PASTØP PA BRUER.

Det norske vegvesenets bruk av betongslitelag på store bruer har av mange blitt vurdert som dristig. Erfaringen med betongslitelag er likevel hittil meget positive. Det er å merke seg at selv om det har vist seg holdbarhetsproblemer for bruer i kyststrøk, har en hittil ikke kunnet avdekke tilsvarende problemer med betongslitelag som med andre konstruksjons-elementer.

Svakheten ved betong påstøp har i en årrekke vært frekvensen av "bom" (mangel på heft til underlaget) samt dårlig jevnhet av overflaten. Ved den teknikken som er tatt i bruk de aller siste årene synes disse svakhetene å være eliminert, eller i alle fall sterkt redusert.

Ved bruk av glideformutlegger til utstøping har en oppnådd meget god jevnhet. Ved bruk av epoxylim langs alle avgrensinger samt semet-latex slemming av underlaget ellers har en på en rekke prosjekter oppnådd bomfri påstøp. Stålfiberbetongen har vært av fasthetsklasse C60-C75. Inspirert av de gode påstøpsresultatene oppnådd med glideformutlegger, har en også utført noen forsøksprosjekter med valsebetong som påstøp på bruer. For å kunne komprimere og avrette valsebetongen har en måttet sløyfe stålfibertilsetningen, og en har forsøksvis kompensert dette ved andre limings-løsninger. Et knapt år etter utførelsen synes erfaringene å være positive, men en er spent på dekkens funksjonsegenskaper videre.

## 7. VEDLIKEHOLD AV BETONGDEKKER

Fler av betongdekkene av "forrige generasjon" har nådd slik alder at vedlikeholds-problematikken er blitt brennaktuell. Den vanlige løsningen har vært legging av asfaltslitelag oppå betongen, men det er også gjort forsøk med fornyelse med betong.

Sliping eller fresing har vært og er en forutsatt vedlikeholdsmetode for betongdekker. Sliping med Cushion-Cut maskinen med 90 cm bred trommel av diamantsagblad har gitt meget tilfredsstillende dekker. Enkelte har imidlertid vurdert maskinens kapasitet som noe lav, spesielt hvis det må slipes dypt.

Sliping med diamantsagblad har vist seg å gi en positiv bieffekt, nemlig reduksjon av støynivået. Reduksjonen i rullestøy ved 80 km/t er målt til 7-8 dB (A). Selv om denne gevinsten er omtrent halvert etter ett års slitasje, er det likevel et positivt moment å ta med seg. Sliping med tannfres har for såvidt også fungert mht. å oppnå jevnhet. Metoden gir imidlertid redusert slitestyrke av den freste overflaten, og fugekantene blir knekt dersom en ikke treffer tiltak for å unngå det.

Påstøp i en eller annen form er den løsningen en regner med bør bli reparasjonsmetoden for sporslitte betongdekker. Det er allerede utført to forsøk med utfresing av sporet og gjenstøping med betong, etter tilsvarende teknikker som har vært benyttet for slitelagpåstøp på bruer. Teknisk har resultatene vært gode, mens kostnadene har vært høye.

## 8. AVSLUTNING

I løpet av bare de siste 6-8 årene har den kvalitetsmessige utviklingen av betongbelegg for vegformål vært betydelig, jeg vil våge å påstå større enn de foregående 50 år. Betongleggingen synes allerede nå å kunne gi svar på mange av de utfordringer dagens og morgendagens krav gir.

Vi kan ikke tro at utviklingen er bragt til en avslutning med det som er utført til nå. Kvalitetsutvikling på piggdekkets premisser har gitt oss verdifull basiskunnskap, men etter min vurdering ligger det et enda større potensiale i målrettet arbeid med produksjons- og utleggerutstyr. Ikke minst ligger det betydelige muligheter til å forbedre betongdekkenes økonomiske konkurransevne ved å arbeide systematisk fra denne vinkelen. Markedet for betongdekkelegging har til nå vært for lite og usikkert til at det har fristet noen entreprenør til vesentlig utstys- og metodeutvikling.

Det skal innrømmes at betongdekker til nå oftest har vist en problematisk økonomi. Selv om betongdekket på lang sikt kommer omtrent likt ut med asfalt, medfører betongdekket som regel høyere anleggskostnader. Dette er ugunstig når en ønsker å oppnå mest mulig veg for en begrenset pengesum i dag. Det må også innrømmes at det idag råder en del usikkerheter omkring vedlikehold av betongdekker.

Vegbelegg av betong er sannsynligvis allerede tilstrekkelig utviklet til "å stå på egne ben". Tempoet i den videre utviklingen vil likevel avhenge av overordnede beslutninger i vegetaten vedrørende budsjettering, og tålmodighet til å la løsninger utvikles.

Jeg håper at vegetaten ikke bare vil vise tålmodighet men også initiativ for å utvikle produksjonsmetoder og forbedre økonomien til betongvegdekker.