

# Bruk av knust betong i veg- bygging

Varige veger 2011-2014

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 262



**Tittel**

Bruk av knust betong i vegbygging

**Undertittel**

Varige veger 2011-2014

**Forfatter**

Dag Atle Tangen, Ragnar Evensen

**Avdeling**

Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelingen

**Seksjon**

Vegteknologi

**Prosjektnummer**

603102

**Rapportnummer**

Nr. 262

**Prosjektleder**

Leif Bakløkk

**Godkjent av**

Joralf Aurstad

**Emneord**

Varige veger, gjenvinning, knust betong

**Sammendrag**

Med denne rapporten håper Varige vegeprogrammet å stimulere til økt bruk av gjenbruksbetong som vegbyggingsmaterial.

Rapporten retter seg mot alle som på en eller annen måte kan bli involvert i å beskrive, fremkaffe eller anvende knust betong til vegbygging.

Rapporten beskriver aktuelle bruksområder, egenskaper og krav, og følger hele prosessen fra riving av objekt til utlegging og komprimering av ferdig produsert material.

**Title**

Use of recycled crushed concrete in road construction

**Subtitle**

Durable roads 2011-2014

**Author**

Dag Atle Tangen, Ragnar Evensen

**Department**

Traffic Safety, Environment and Technology Department

**Section**

Road technology

**Project number**

603102

**Report number**

No. 262

**Project manager**

Leif Bakløkk

**Approved by**

Joralf Aurstad

**Key words**

Durable roads, recycling, crushed concrete

**Summary**

## Forord

Etatsprogrammet *Varige veger* har definert følgende effektmål; økt dekkelevetid og reduserte årskostnader på det norske vegnettet.

Programmet har fokus på tre hovedtema som også utgjør hver sin arbeidspakke:

- 1 Vegdekker
- 2 Dimensjonering og forsterkning
- 3 Kunnskapsformidling og implementering

Programmet skal beskrive tiltak og forbedringer for alle deler av vegkonstruksjonen. I tillegg ønsker man at programmet skal bidra til å heve kompetansen hos Statens vegvesen og andre byggherrer, entreprenører, konsulenter, undervisnings- og forskningsinstitusjoner.

Etatsprogrammet *Gjenbruksprosjektet 2002-2005* hadde som formål å legge til rette for bruk av resirkulerte materialer til vegbygging. Etter at programmet ble avsluttet har det ikke blitt brukt så mye knust betong i vegbygging som man hadde håpet. Dette kan skyldes at det har vært for dårlig kjent hvilke fordeler knust betong har som vegbyggingsmateriale. Det kan også ha vært vanskelig å skaffe seg oversikt over dagens regelverk.

Med denne rapporten håper *Varige vege*-programmet å stimulere til økt bruk av gjenbruksbetong som vegbyggingsmateriale. Rapporten retter seg mot alle som på en eller annen måte kan bli involvert i å beskrive, fremskaffe eller anvende knust betong til vegbygging. Rapporten beskriver aktuelle bruksområder, egenskaper og krav, og følger hele prosessen fra riving av objekt til utlegging og komprimering av ferdig produsert materiale.

Rapporten er utarbeidet av Vianova Plan og Trafikk AS med faglig støtte fra ressurspersoner i SINTEF Byggforsk og Statens vegvesen.

Trondheim, desember 2013



## Innholdsfortegnelse

<b>Kapittel 1</b>	<b>Innledning.....</b>	<b>3</b>
1.1.	<i>Hensikt med rapporten .....</i>	3
1.2.	<i>Målgruppe .....</i>	3
1.3.	<i>Materialer.....</i>	3
<b>Kapittel 2</b>	<b>Bruksområder.....</b>	<b>5</b>
2.1.	<i>Anleggsveger og rigg.....</i>	5
2.2.	<i>Vegoverbygning - forsterkningslag og bærelag.....</i>	5
2.3.	<i>Lukkede rørgrøfter .....</i>	6
2.4.	<i>Avretting av sprengt stein .....</i>	6
2.5.	<i>Fyllinger og støyvoller.....</i>	6
<b>Kapittel 3</b>	<b>Hvilke anbefalinger og krav finnes i håndbøker, forskrifter mv .....</b>	<b>8</b>
3.1.	<i>Anbefalinger .....</i>	8
3.2.	<i>Materialkrav – tekniske krav.....</i>	8
3.3.	<i>Miljøkrav.....</i>	10
<b>Kapittel 4</b>	<b>Bruksmessige egenskaper til gjenbruksbetong .....</b>	<b>14</b>
4.1.	<i>Betong.....</i>	14
4.2.	<i>Stabilitet .....</i>	14
4.3.	<i>Frostbestandighet .....</i>	14
<b>Kapittel 5</b>	<b>Miljømessige egenskaper til gjenbruksbetong.....</b>	<b>16</b>
5.1.	<i>Ren betong er ikke skadelig.....</i>	16
5.2.	<i>Miljøsaneringsbeskrivelse .....</i>	16
5.3.	<i>Helse- og miljøskadelige stoffer .....</i>	16
<b>Kapittel 6</b>	<b>Innarbeiding av gjenbruk i konkrete prosjekter .....</b>	<b>18</b>
6.1.	<i>Insentiver og motivasjon for bruk av gjenbruksmasser .....</i>	18
6.2.	<i>Økonomi .....</i>	18
6.3.	<i>Beskrivelse av gjenbruk i tilbudsgrunnlaget .....</i>	19
6.4.	<i>Velegnet gjenbruksbetong.....</i>	19
6.5.	<i>Saksgang og dokumentasjon .....</i>	19

<b>Kapittel 7</b>	<b>Hvordan produseres gjenbruksbetong.....</b>	<b>20</b>
7.1.	<i>Riving og sortering .....</i>	20
7.2.	<i>Knusing og sikting .....</i>	20
7.3.	<i>Utlekking og komprimering .....</i>	22
7.4.	<i>Logistikk .....</i>	22
<b>Kapittel 8</b>	<b>Eksempler og erfaringer med gjenbruk av knust betong .....</b>	<b>24</b>
8.1.	<i>Gjenbruk i Norden .....</i>	24
8.2.	<i>Prosjekter i Norge .....</i>	24
<b>Kapittel 9</b>	<b>Referanser.....</b>	<b>28</b>
<b>Kapittel 10</b>	<b>Støttelitteratur .....</b>	<b>30</b>



## Kapittel 1 Innledning

### 1.1. Hensikt med rapporten

Statens vegvesen ønsker at gjenvinning og gjenbruk skal prioriteres ut fra ressurs- og miljøhensyn. Å bruke knust betong til vegbygging vil være et viktig bidrag i denne sammenheng.

Gjenbruksbetong kan være et godt vegbyggingsmateriale, men ikke all betong er nødvendigvis egnet til formålet. Med denne rapporten håper *Varige vege*-programmet å stimulere til økt bruk gjennom å synliggjøre hvilke muligheter som ligger i disse materialene. Samtidig pekes det også på hvilke begrensninger man må være klar over ved bruk av knust betong som vegbyggingsmateriale.

### 1.2. Målgruppe

Målgruppen for rapporten er alle som på en eller annen måte kan bli involvert i å beskrive, fremskaffe eller anvende knust betong til vegbygging, eksempelvis:

- Eier av konstruksjoner som skal rives
- Riveentreprenør
- Avfallsmottak
- Produsenter av knust betong
- Prosjekterende konsulenter
- Statens vegvesens byggeledere
- Utførende entreprenør

### 1.3. Materialer

Materialene som omtales er knust betong fra egne og andres riveobjekt. Kvaliteten varierer mellom god betong fra bruer eller betongdekker til svakere betong fra bygg. Den siste har ofte større eller mindre innslag av tegl, lettklinker og andre svake materialer.



Figur 1.1 Gjenbruksbetong med tegl. Fra forsøksfelt på GS-veg ved Skøyen.  
Foto: Statens vegvesen

Denne rapporten tar ikke for seg øvrige sementbaserte eller brente/ varmebehandlede materialer som kan tenkes aktuelle til vegbygging, så som gassbetong, lettklinker, tegl eller betongslam.

Knust betong som tilslag i ny betong er heller ikke omtalt i rapporten.



## Kapittel 2 Bruksområder

For gjenbruksbetong er det mange bruksområder innen vegbygging. Hva som velges vil være avhengig av mulighetene i det aktuelle prosjektet, kombinert med kvaliteten på gjenbruksmassene. De mest aktuelle bruksområdene er:

- Anleggsveger og riggområde
- Forsterkningslag
- Bærelag
- Lukkede rørgrøfter
- Fyllinger
- Støyvoller

I oversikten nedenfor er tatt med de aktuelle kapitler i Håndbok 018 *Vegbygging*<sup>(2)</sup> og Håndbok 025 *Prosesskode 1*<sup>(3)</sup> hvor disse bruksområdene er omtalt, selv om gjenbruksbetong ikke er nevnt alle stedene.

<b>Bruksområde</b>	<b>Håndbok 018</b>	<b>Håndbok 025</b>
Anleggsveger og riggområde	Kapittel 133	Prosess 13.1
Forsterkningslag	Kapittel 522	Prosess 53.6
Bærelag	Kapittel 523	Prosess 54.5
Lukkede rørgrøfter	Kapittel 42	Prosess 42
Fyllinger	Kapittel 25	Prosess 27
Støyvoller	Kapittel 722	Prosess 27 og 74

I følgende punkter gis det en oversikt over forskjellige bruksområder. Kravene til det enkelte bruksområdet vil bli omtalt i kapittel 3.

### 2.1. Anleggsveger og rigg

Erfaring fra bygg og anlegg viser at knust betong kan gi stabile anleggsfundament når den legges ovenpå bløte masser. Dette skyldes at betongkornene ofte har større innbyrdes friksjon enn ordinære steinmaterialer.

Eksempel på anvendelsesområder er anleggsveger, fundament for pelerigg eller fundament for anleggsrigg. Det kan også være aktuelt å bruke massene som forsterkning av traubunn i skjæring, dersom det er aktuelt å trafikkere denne.

Man bør på forhånd ta stilling til om massene kan bli liggende etter bruken, eller om de skal graves opp igjen og anvendes på annen måte.

### 2.2. Vegoverbygning - forsterkningslag og bærelag

Innen vegbygging brukes uttrykket gjenbruksbetong om forsterknings- eller bærelagmasse som består hovedsakelig av resirkulert knust betong eller blandet masse (betong og tegl). Dette er nærmere omtalt i kapittel 3.2.

God gjenbruksbetong har lastfordelende egenskaper som kan være bedre enn ordinære steinmaterialer i samme sortering. Den økte stivheten skyldes bedre friksjon mellom kornene, dels på grunn av ru overflate, dels fordi man får en kjemisk binding mellom frigjorte sementkorn som følge av knusingen.

Håndbok 018<sup>(2)</sup> opererer med to kvaliteter for overbygningsmasser:

- Gjb I knust betong
- Gjb II blandet masse

### **Bærelag**

Gjb I knust betong kan brukes som bærelag for G/S-veger og parkeringsplasser med lett trafikk.

### **Forsterkningslag**

Gjb I og Gjb II kan begge anvendes i forsterkningslag opp til og med trafikkgruppe D.



Figur 2.1 Knust betong i forsterkningslag. Fra E6 Melhus  
Foto: Dag Atle Tangen, Statens vegvesen

### **2.3. Lukkede rørgrøfter**

Gjenbruksbetong kan også benyttes som omfyllingsmasser i grøfter, forutsatt at materialet produseres i en egnet sortering.

Det er viktig å tenke gjennom hva man vil gjøre med de frasorterte massene hvis man selv produserer grøftepukken. Dersom man ikke finner anvendelse på eget anlegg må man ha tilgang til et egnet mottak.

### **2.4. Avretting av sprengt stein**

Håndbok 025 pkt 51.4 åpner for at gjenbruksbetong som ikke er telefarlig, kan benyttes som avrettingsmasse på fylling av sprengt stein. Denne bruken er ikke omtalt i Håndbok 018.

### **2.5. Fyllinger og støyvoller**

Gjenbruksbetong har ved flere anledninger blitt brukt som vegfyllinger, kjerne i støyvoller og lignende fyllmasser. Dette utnytter ikke materialenes gode

egenskaper. Har man betong som kan brukes som vegoverbygning bør man tilstrebe en slik bruk.

Knust betong som er av så dårlig kvalitet at den bare er egnet i fyllinger eller voller vil normalt ha dårligere frostmotstand. Disse bør derfor legges drenert slik at de ikke blir stående under vann<sup>(5)</sup>. Fyllinger og voller er ikke ytterligere omtalt i denne rapporten.

## Kapittel 3 Hvilke anbefalinger og krav finnes i håndbøker, forskrifter mv

### 3.1. Anbefalinger

Flere av Statens Vegvesen sine håndbøker anbefaler gjenbruk. Håndbok 018<sup>(2)</sup> sier i kap. 024 at gjenvinning og gjenbruk skal prioriteres ut fra ressurs- og miljøhensyn. Det skal legges opp til gjenbruk av egne rivemasser og materialer på anlegget. Håndbok 211<sup>(1)</sup> sier i forordet at gjenvinning eller gjenbruk/ombruk alltid skal vurderes i alle faser av et prosjekt fra planlegging og bygging, til drift og vedlikehold.

### 3.2. Materialkrav – tekniske krav

Det er i hovedsak Vegvesenets normaler som er lagt til grunn for beskrivelse av krav til materialet. Den mest sentrale er Håndbok 018 *Vegbygging*<sup>(2)</sup>. Tallene i Tabell 3.1 er fra 2011-utgaven.

Håndbok 018 opererer med to sorteringer for overbygningsmasser:

- Gjb I knust betong
- Gjb II blandet masse

Tabell 3.1 Utdrag fra figur 522.2 i Håndbok 018 (2011)

Materialsammensetning	Gjb I Knust betong	Gjb II Blandet masse
Hoveddelmateriale: - Knust betong ( $R_c$ ) - Knust betong, naturtilslag og knust murverk ( $R_c+R_u+R_b$ )	$\geq 90 \%$	$\geq 90 \%$ <sup>1)</sup>
Andre granulære delmaterialer: - Knust murverk ( $R_b$ ) - Knust gjenbruksasfalt ( $R_a$ )	$\leq 10 \%$ $\leq 5 \%$	$\leq 5 \%$
Ikke-mineralsk innhold: - Glass ( $R_g$ ) - Treverk, papir, metall, plast, gummi, annet (X)	$\leq 2 \%$ $\leq 1 \%$	$\leq 2 \%$ $\leq 2 \%$
Flytende partikler	$\leq 5 \text{ cm}^3/\text{kg}$	$\leq 5 \text{ cm}^3/\text{kg}$
Partikkeldensitet (iht. NS-EN 1097-6) - Ovnstørr - Vannmettet overflatetørr	$> 2000 \text{ kg/m}^3$ $> 2100 \text{ kg/m}^3$	$> 1500 \text{ kg/m}^3$ $> 1800 \text{ kg/m}^3$
Vannabsorpsjon (iht. NS-EN 1097-6)	$< 10 \%$	$< 20 \%$

<sup>1)</sup> For bruksområder der det stilles andre krav til resirkulert tilslag enn renhetskrav anbefales det å holde andelen av ren betong på minimum 80 %.

### NS-EN 13242

Statens vegvesen Håndbok 018<sup>(2)</sup> kap 522.12 angir at leveransen av knust betong skal skje i henhold til NS-EN 13242 *Tilslag for mekanisk stabiliserte og hydraulisk stabiliserte materialer til bruk i bygg og anleggsarbeid og vegbygging*<sup>(10)</sup>. For et godkjent mottak som er vant til å håndtere rivingsbetong vil dette normalt ikke være noe problem.

Standarden gjelder ikke for gjenbruksbetong på Statens vegvesens anlegg så lenge materialet leveres direkte fra etatens egne riveprosjekt, så som bygninger, bruer eller andre konstruksjoner.

### Mekaniske og fysiske egenskaper

Los Angeles<sup>(17)</sup> og Micro-Deval<sup>(16)</sup> er norske standarder når det gjelder testing av nedknusnings-motstand og slitasjemotstand for steinmaterialer. Metodene benyttes for både forsterknings- og bærelag. Kravene finnes i Håndbok 018, tabell 522.2. Dersom betongen kommer fra et objekt med varierende kvalitet må man øke antall prøver slik at eventuelle variasjoner fanges opp.

I tillegg til kravene i tabell 522.2 må materialene også tilfredsstillende krav til korngredning, utførelse og komprimering. Disse er gitt i Håndbok 018 kapittel 522.2. Krav til korngredning for bærelag er gitt i kapittel 523.12, figur 523.8.

Det ferdig utlagte laget må også tilfredsstillende krav til komprimering gitt i kap 522.2.



Figur 3.1 Kasserte hulldekker av betong klippes opp før knusing. Fra E6 Melhus  
Foto: Dag Atle Tangen, Statens vegvesen

### Bærelag

Gjb I knust betong kan brukes som bærelag for G/S-veger og parkeringsplasser med lett trafikk.

Gjb I har lastfordelingskoeffisient 1,25 (tilsvarende knust grus og forkilt pukk).

### Forsterkningslag

Gjb I og Gjb II kan begge anvendes i forsterkningslag opp til og med trafikkgruppe D, tilsvarende ca 5.000 i ÅDT.

Gjb I får lastfordelingskoeffisient 1,0 (tilsvarende velgradert grus).

Gjb II får lastfordelingskoeffisient 0,9.

### Lukkede grøfter

I følge Håndbok 018 kapittel 422 kan Gjb I og Gjb II begge anvendes i grøfter.

Det er ikke stilt krav til mekanisk styrke ut over at materialet ikke knuses unødige ned under utlegging og komprimering. Krav til sortering er som ordinær grøftepukk.

## 3.3. Miljøkrav

Nedenfor er en oversikt over de mest sentrale miljømessige krav. Det henvises til nyeste utgave av håndbøker og forskrifter.

### Håndbok 211 - Avfallshåndtering

Statens vegvesens Håndbok 211<sup>(1)</sup> inneholder mange relevante føringer og god informasjon om håndtering av riveavfall. Boka forutsettes kjent av de som har ansvar for prosjekt med rivemasser. Her kommer noen av de mest relevante utdrag av teksten, hentet fra 2012-utgaven:

Side 12: Ansvarlig søker (tiltakshavers representant overfor kommunen) har et ansvar for å påse at det blir utarbeidet avfallsplan, miljøsaneringsbeskrivelse, sluttrapport for avfallshåndtering og innhentet dokumentasjon for faktisk disponering av avfall, jf. § 12 i byggesaksforskriften (SAK10).

Side 13: Statens vegvesen skal motivere til gjenvinning og gjenbruk/ombruk av bygningsmaterialer ved å beskrive løsninger i konkurransegrunnlaget som fremmer bruk av slike materialer. Entreprenøren skal oppfordres til å foreslå gjenbruk av materialer utover det som byggherren har beskrevet.

Side 14: Gjenbruk og ombruk av egne avfallsmaterialer, eller utnyttelse av andres avfall til permanente tiltak, skal beskrives i prosesstekstene.

Side 18: Masse som har nytteverdi i permanente tiltak (flygeaske, glass, betong, mindre forurenset masse), kan Statens vegvesen deponere utenom godkjent mottak etter søknad om tillatelse til KLIF, Klima- og forurensningsdirektoratet (tidligere SFT), eller Fylkesmannens miljøvernnavdeling.

(Merknad: Fra 1. juli 2013 ble Direktoratet for naturforvaltning og KLIF slått sammen til Miljødirektoratet.)

Side 22: Ved planlagte rive- og rehabiliteringsarbeider skal Statens vegvesen utarbeide eller få utarbeidet miljøsaneringsbeskrivelse(r) som grunnlag for krav og beskrivelser i konkurransegrunnlaget og vedlegges dette.

Håndboka inneholder prosedyre for rive- og rehabiliteringsarbeider og for vurdering av rivemasser av betong med tanke på gjenbruk. Den har også med en sjekklister for vurdering av betongavfallets renhet. Avskrift av prosedyre og sjekklister ligger som vedlegg bakerst i rapporten.

### **Byggeteknisk forskrift (TEK10)**

Fra 2010 ble bestemmelsene i *Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall (avfallsforskriften)* kapittel 15 om byggavfall flyttet over til *Forskrift om tekniske krav til byggverk (byggeteknisk forskrift)* kapittel 9 og *Forskrift om byggesak- (byggesaksforskriften)* kapittel 8, 12, 13 og 15. Det finnes en god veileder for byggeteknisk forskrift i (4).

Byggeteknisk forskrift §§ 9-6 til 9-9 krever at det utarbeides avfallsplan ved riving og rehabilitering av bygg større enn 100 m<sup>2</sup> BRA. Kravet gjelder også for tiltak som generer mer enn 10 tonn med bygge- og rivemateriell fra konstruksjoner og anlegg der areal er vanskelig å måle.

Den som er ansvarlig for bygge- eller riveprosjektet må sørge for at det utarbeides en oversikt over de avfallsmengder som vil oppstå og hvordan avfallet skal behandles. Etter at tiltaket er ferdig skal avfallsprodusent levere sluttrapport til kommunen. Dette er forholdsvis enkle dokument å fylle ut.

Ved rehabilitering og riving av bygg større enn 100 m<sup>2</sup> BRA, skal det i tillegg til avfallsplan lages en miljøsaneringsbeskrivelse med plan for håndtering av eventuelt farlig avfall. Statens vegvesens Håndbok 211<sup>(1)</sup> er i teorien strengere og forlanger miljøsaneringsbeskrivelse for *alle* planlagte rive- og rehabiliteringsarbeider. I praksis er det ingen stor forskjell, da det er sjelden Statens Vegvesen har riveprosjekt under 10 tonn. Hvilke krav som stilles til en slik kartlegging fremkommer av byggeteknisk forskrift § 9-7.

Dersom det skal opprettes mellomlager kan dette være søknadspliktig, avhengig av tiden det skal ligge og hva det senere skal brukes til. Se forskriften for detaljer.

### **Miljødirektoratet** (Tidligere Klima- og forurensningsdirektoratet)

Betongavfall skal betraktes som næringsavfall. I henhold til forurensningsloven § 32 første ledd skal næringsavfallet bringes til lovlig avfallsanlegg. Bestemmelsen åpner imidlertid for at avfallet kan gjenvinnes eller benyttes til et formål hvor det erstatter andre materialer som ellers ville blitt benyttet.

Bruken av gjenbruksbetong må ikke være i strid med forurensningsforbudet: Forurensningsloven § 7 sier at det er forbudt å ha, gjøre eller sette i verk noe som kan medføre fare for forurensning.

Medfører bruken fare for forurensning skal det normalt søkes om tillatelse etter forurensningslovens § 11. Imidlertid så kan betongavfallet benyttes uten at det søkes om tillatelse (§ 11 og § 8 i forurensningsloven) dersom bruken ikke medfører nevneverdig skade eller ulempe. Dette kan gjelde for lett forurenset betong. Siden det ikke er fastsatt konkrete grenseverdier for slik bruk kreves en



skjønnsmessig vurdering, hvilket ikke er en tilfredsstillende situasjon for aktørene i bransjen.

Miljødirektoratet har derfor fått tillatelse fra Miljøverndepartementet til å utarbeide forskrifts-bestemmelser som skal regulere og tydeliggjøre når lett forurenset betong kan benyttes til nyttige formål (f. eks utfylling) uten at det krever søknad om tillatelse etter forurensningsloven.

Siden dette arbeidet kommer til å ta noe tid, har Miljødirektoratet publisert et faktaark som skal gi svar på noen av de vanligste spørsmålene rundt bruken av betongavfall<sup>(19)</sup>. Faktaarket antyder også referansekonsentrasjonsnivåer av PCB og tungmetaller for maling og puss som normalt ikke vil kreve søknad om tillatelse.

For å kunne handle i tråd med gjeldende regler er det viktig å sjekke Miljødirektoratet sine hjemmesider [miljodirektoratet.no](http://miljodirektoratet.no) før man beskriver gjenbruksbetong på prosjektet.



Figur 3.2 Fra forsøksstrekning på E6, ved Taraldrud  
Foto: Dag Atle Tangen, Statens vegvesen

### Grenseverdier

Grenseverdier for kjemisk innhold av knust betong skal gjenspeile en øvre grense for innhold som ikke skal være forbundet med helse- og miljørisiko. I tillegg til materialeegenskaper, er risikoen avhengig av ytre forhold, som nedbørmengde, temperatur, overdekningstykkelse av andre materialer samt muligheter for eksponering. Alle disse parameterne utgjør et «scenario». Et sett med grenseverdier er gyldig kun for det scenarioet det er utarbeidet for, siden de stedsspesifikke betingelser vil variere.

Det kan derfor være hensiktsmessig å utarbeide generelle grenseverdier for de mest aktuelle kombinasjoner av bruksområder og ytre forhold. I Gjenbruks-

prosjektet til Statens vegvesen ble det definert et slikt standard vegscenarior med standardiserte bruksområdet i veg og de mest vanlige ytre forhold.

For dette definerte vegscenariot ble det utarbeidet øvre grenser for innhold av uorganiske og organiske stoffer i blant annet knust betong<sup>(11)</sup>. I Tabell 3.2 er grenseverdiene gjengitt sammen med grenseverdier fra Finland og dagens grenseverdier for jord, tilstandsklasse 1 (normverdier).

Grenseverdi for PAH og PCB ble satt til å være lik normverdien i Gjenbruksprosjektet. Med hensyn til PCB, har senere beregninger og vurderinger vist at høyere totalt innhold ikke forhøyer helse- og miljørisikoen<sup>(18)</sup>. De fremtidige forskriftsbestemmelsene vil gi klarere regelverk for hvordan knust betong kan benyttes uten å måtte søke om tillatelse.

Tabell 3.2 Øvre grenser for kjemisk innhold i knust betong benyttet i forsterkningslag i veg, basert på helse- og miljøbasert risikovurdering<sup>(11)</sup>

Parameter	Grenseverdi <sup>1</sup> forsterkningslag [mg/kg]	Grenseverdi Finland <sup>2</sup> [mg/kg]	Grenseverdi for Tilstandsklasse 1 jord Norge <sup>3</sup> [mg/kg]
Arsen	20	50	8
Bly	200	300	60
Kadmium	3	10	1,5
Kobber	250	400	100
Krom total	110	400	50
Kvikksølv	1	-	1
Nikkel	110	-	60
Sink	600	700	200
ΣPAH 16	2	20	2
PCB-7	0,01	1	0,01

<sup>1</sup> Utarbeidet i tidsrommet 2002-2006

<sup>2</sup> Government Decree 591/2006 Finland, rev. 403/2009 on re-use of some waste materials in earth construction. Det stilles også utlekkingskrav til materialene.

<sup>3</sup> Tilstandsklasse 1 (normverdi) i henhold til TA 2553:2009 Veileder – Helsebaserte tilstandsklasser for forurenset grunn (Miljødirektoratet).

## Kapittel 4 Bruksmessige egenskaper til gjenbruksbetong

### 4.1. Betong

Betong er et materiale satt sammen av stein, sand, sement og vann. I tillegg inneholder den ofte flyveaske, slagg eller silika. Styrken på betongen henger sammen med vann/sement forholdet gitt ved såkalt v/c tall. Et lavt v/c-tall gir betong av god fasthet, men som kan være vanskeligere å få støpt. De siste tiår har stadig bedre tilsetningsstoffer gjort det mulig å produsere betong med både høy fasthet og god støpelighet. Betongens frostbestandighet (motstand mot forvitring) er normalt avhengig av styrken og riktig porøsitet.

Brubetong har ofte vært underlagt strengere krav til kvalitet og kontroll enn byggbetong. Rivebetong fra bruer er som regel sterk, frostbestandig og godt egnet til vegbygging. Betong fra bruer som er bygget på 1980-tallet eller senere har normalt meget god kvalitet. Eldre betong kan også være god, men her er det større variasjoner.

Innendørs byggbetong varierer mye i kvalitet og kan være direkte uegnet på grunn av lav fasthet og dårlig frostmotstand. Betongen er ofte blandet med tegl eller lettklinker fra samme bygg. Tegl har lavere mekanisk styrke og gjerne dårlige frostegenskaper. For bygg har man også større fare for uønskede stoffer (se kapittel 3.3). Kunnskap om betongens opprinnelige egenskaper og funksjon er derfor av stor betydning for et vellykket gjenbruksprosjekt.

Gjenbruksbetongen har innslag av porøse materialer og har derfor noe lavere vekt enn knuste steinmaterialer. Den kjennetegnes også ved at den krever noe mer vann for å bli godt komprimert.

### 4.2. Stabilitet

Erfaring fra laboratorium og felt viser at knust betong får en markert økning i fasthet sammenlignet med vanlige steinmaterialer. Dette kan tilskrives ru overflate som gir en borrelåseffekt, kombinert med kjemisk binding mellom friggjorte sementkorn.

Gjenbruksprosjektet intern rapport fra gjenbruksvegen E6 Melhus<sup>(7)</sup> anslår følgende lastfordelingskoeffisienter for forsterkningslaget etter ca 1,5 år i felt:

- Forsterkningslag av knust stein: 1,0 (Tilsvare E-mod  $\approx$  110 MPa)
- Forsterkningslag av Gjb 0-100: 1,9 (Tilsvare E-mod  $\approx$  800 MPa)
- Forsterkningslag av Gjb 20-100: 1,4 (Tilsvare E-mod  $\approx$  300 MPa)

For å kunne regne med denne økningen ved dimensjonering av lagtykkelse må man kjenne materialparametrene for den aktuelle betongen. Disse bestemmes ved laboratorie- og feltforsøk. Beregning gjøres i henhold til Håndbok 018 kapittel 512.6.

### 4.3. Frostbestandighet

Gjenbruksprosjektets prosjektrapport nr 10<sup>(5)</sup> omhandler frostbestandighet av resirkulert tilslag. Den er basert på en rekke laboratorieundersøkelser.

Konklusjonen i rapporten er at resirkulert tilslag har tilfredsstillende frostegenskaper ved drenerte forhold, men bør ikke benyttes i neddykket og frostutsatt tilstand.

Kommer betongen fra en konstruksjon som har stått utendørs uten å ha påviselige frostskaider, vil dette være et tegn på god frostbestandighet, hvilket gir ytterligere sikkerhet. Prosjektrapport nr 10 inneholder et forslag til metode for testing av frostsikkerhet.

## Kapittel 5 Miljømessige egenskaper til gjenbruksbetong

### 5.1. Ren betong er ikke skadelig

Betong er i seg selv ikke miljøskadelig. En doktoravhandling fra 2012<sup>(18)</sup> viser at bygge- og riveavfall av betong er en ressurs som normalt kan brukes uten økt helse- og miljørisiko. I forhold til risiko for miljøskadelige stoffer er det hensiktsmessig å skille mellom restbetong og rivebetong:

*Restbetong* kommer fra betongblandeverk eller betongvarefabrikk og vil normalt være fri for miljøskadelige stoffer.

*Rivebetong* kommer fra gamle konstruksjoner eller bygg. Renheten er avhengig av opprinnelse og bruk. Betongen kan ha blitt tilført miljøgifter gjennom:

- Tilsetningsstoffer i mørtelen
- Fugemasser, maling eller andre forurensningskilder i nærkontakt med betongen
- Ytre påvirkning som forurensning fra vegtrafikk
- Sammenblanding med andre materialer gjennom riveprosessen

### 5.2. Miljøsaneringsbeskrivelse

For et riveprosjekt skal det utarbeides en miljøsaneringsbeskrivelse<sup>(1)</sup>. Denne kartlegger de miljøskadelige materialene og sier noe om hva som skal gjøres med disse.

### 5.3. Helse- og miljøskadelige stoffer

De vanligste miljøskadelige stoffer som kan forekomme i gjenbruksbetong er omtalt nedenfor. Noen av stoffene som bly og asbest finnes i materialer som blir med på lasset om man ikke sorterer riveavfallet godt nok. Andre stoffer fra pussmørtel og maling kan ha smittet over på betongen eller på annen måte ha blitt med denne i knuseprosessen.

*Polyklorerte bifenyler (PCB)* er en gruppe industrijemikalier som ble utviklet på 1920-tallet. PCB ble brukt i forskjellige produkter pga gode isolasjonsegenskaper, lav brennbarhet, fleksibilitet og holdbarhet. Disse produktene utgjør nå en varig forurensningskilde som forsterkes ved at PCB ikke brytes ned i naturen. Små konsentrasjoner bygger seg opp til farlige doser lenger opp i næringskjeden. Giften påvirker blant annet arveegenskaper. Polarmåker og isbjørn er eksempler på utsatte arter.

PCB kan finnes i pussmørtel og påstøp. Den populære mørteltilsetningen Borvibet inneholdt PCB i perioden 1958-80. Man regner med at så mye som 80 tonn ren PCB fortsatt finnes igjen som mørteltilsetning i norske bygg<sup>(15)</sup>.

PCB finnes også i fugemasser, maling og kondensatorer fra samme periode. Selv om det farlige produktet er fjernet kan nærliggende betong ha høye verdier av PCB inntil 2 cm under overflaten. Det samme gjelder for gamle brufuger, gummiband og fugemasser.



Dersom man vurderer å gjenbruke betong fra konstruksjoner eller reparasjoner utført i denne perioden, må det gjøres prøvetaking med tanke på PCB i forbindelse med miljøkartleggingen<sup>(15)</sup>.



Figur 5.1 Riving av større bygård i Sandvika høsten 2012  
Foto: Margaret Baumann

Bly finnes som blybeslag ved pipe, takvinduer og tak. Materialet finnes også i blyglassvinduer og enkelte isolerglassvinduer (bl.a. i *Thermopane*). Bly ble brukt ved lodding av avløpsrør og bunnledninger av støpejern fram til ca. 1975. Det meste av dette blyet kan sorteres ut ved en grundig miljøsanering. En forurensningskilde som er vanskeligere å fjerne er blyholdig maling.

Bly gir kroniske giftvirkninger hos mange organismer, selv i små konsentrasjoner. Blyforbindelser kan gi fosterskader. Man mistenker at blyeksponering kan påvirke barns intellektuelle utvikling. Utslippene av bly har blitt sterkt redusert siden 1980-årene. Dette skyldes særlig overgang til blyfri bensin.

*Asbest* er en gruppe fibrøse mineraler som har vært brukt siden oldtiden, men ble først for noen tiår siden oppdaget som kreftfremkallende. Asbestprodukter er lette og har god bestandighet og brannmotstand. De kan bl.a. finnes i vegg og takplater, brannskiller, gulvbelegg, ventilasjons-kanaler, rørisolasjon, utvendig vegg- og takbekledning. Asbest ble forbudt å bruke etter 1980.

*Polyaromatiske hydrokarboner (PAH)* består av mange forskjellige forbindelser. Noen av dem er giftige, arvestoffskadelige eller kreftfremkallende. PAH dannes ved ufullstendig forbrenning av organisk materiale. Man kan finne PAH i rester fra piper, samt tjæreholdig asfalt fra 1960-tallet.

Maling krever en spesiell oppmerksomhet. I tillegg til PCB kan den inneholde *tungmetaller* og andre miljøskadelige stoffer som *bisfenol A*, *bly*, *ftalat (DEHP)*, *kadmium*, *klorparafiner*, *krom*, *oktyl-/nonylfenoler* og *siloksan*.

## Kapittel 6 Innarbeiding av gjenbruk i konkrete prosjekter

### 6.1. Incentiver og motivasjon for bruk av gjenbruksmasser

Statens vegvesen betrakter avfall som en ressurs på avveie og har som målsetning å gjenbruke, ombruke eller materialgjenvinne så mye som mulig av det avfallet som oppstår.

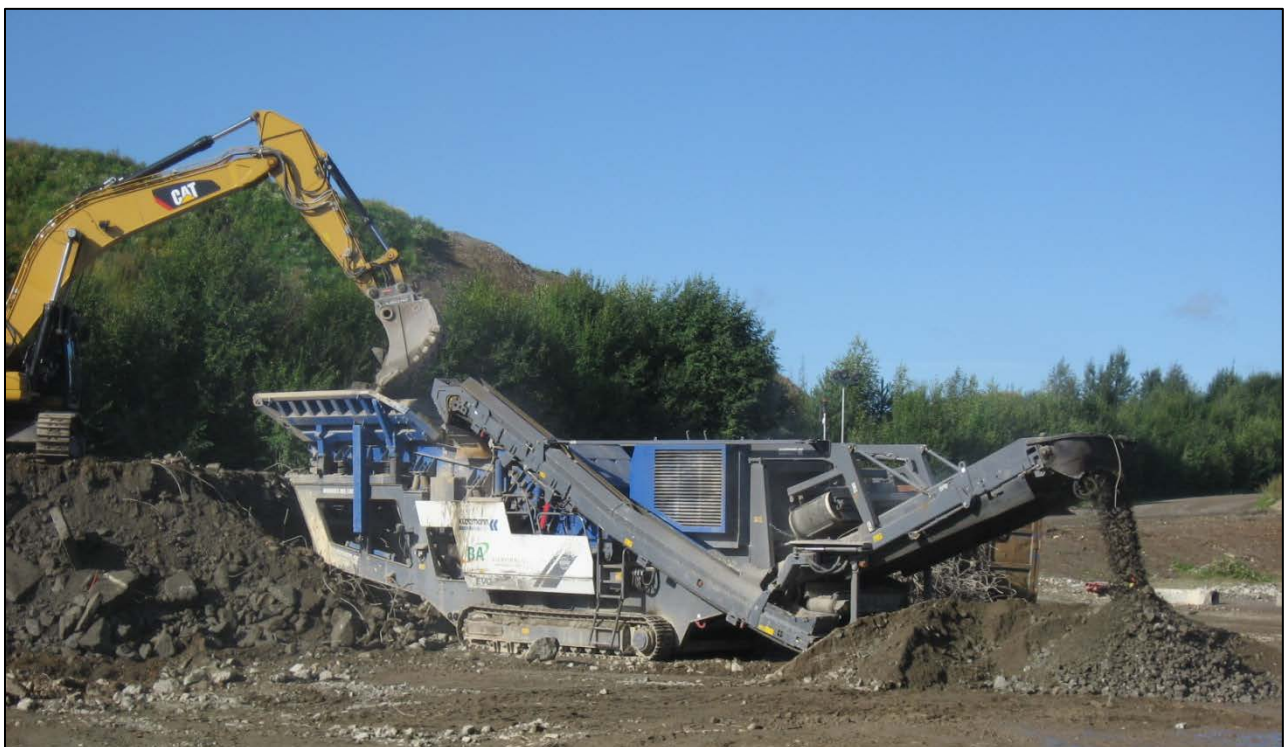
Gjenbruksbetong er fullverdig alternativ til vanlige steinmaterialer og er innarbeidet i Håndbok 018 *Vegbygging*<sup>(2)</sup> og Håndbok 025 *Prosesskode 1*<sup>(3)</sup>.

I Håndbok 211 *Avfallshåndtering*<sup>(1)</sup> poengteres at etaten ønsker å motivere til gjenbruk/ombruk av bygningsmaterialer ved å beskrive løsninger i konkurransegrunnlaget som fremmer bruk av slike materialer.

### 6.2. Økonomi

Det ligger ikke nødvendigvis noen stor økonomisk gevinst i anvendelse av gjenbruksbetong. Små mengder, ekstra utgifter til transport og mellomlager, logistikk og andre forhold kan gjøre det vanskelig å konkurrere med ordinære steinmasser. Dette er betingelser som vil variere fra prosjekt til prosjekt.

Uavhengig av økonomi er det en uttalt strategi for Statens vegvesen å bidra til effektiv ressursbruk og stimulere til gjenbruk i vegbyggingen (jfr pkt 6.1).



Figur 6.1 Gjenbruksbetong produseres i mobilt knuseverk. Fra gjenbruk av betong på Gardermoen i 2012. Merk magnetbåndet som trekker ut jernet.  
Foto: Edgar Dønåsen



### 6.3. Beskrivelse av gjenbruk i tilbudsgrunnlaget

Skal man utforme en tilbudsbeskrivelse som sikrer gjenbruk er det viktig å være tydelig på at det er akkurat dette man ønsker. Beskrives gjenbruk som et alternativ, kan man oppleve at entreprenøren velger å bruke ordinære materialer, selv om dette blir dyrere for prosjektet. Det kan være flere årsaker til dette:

- Entreprenøren er usikker på kostnader til prøvetakingen/dokumentasjonen.
- Entreprenøren er usikker på den praktiske utførelsen.
- Gjenbruk virker forstyrrende inn på den øvrige driften.
- Den knuste betongen krever lagerplass.
- Entreprenøren tjener bedre på å kjøre rivemassene til deponi.

Dersom man skal fjerne bruer eller betongbygninger på anlegget bør riving og gjenbruk av disse prises som en ordinær del av tilbudet og ikke som et alternativ. Prosessene kan tas ut senere dersom det viser seg ønskelig.

Er riving en del av oppdraget, vil det være naturlig å prosjektere denne med utgangspunkt i en miljøsaneringsbeskrivelse. På samme måte som for andre materialer prøver man å stille krav til resultatet og ikke til arbeidets utførelse. Dersom man ønsker spesielle tiltak i forhold til støving, støy osv. bør dette spesifiseres mest mulig konkret.

### 6.4. Velegnet gjenbruksbetong

Et godt gjenbruksprosjekt er avhengig av ren betong med god styrke, pålitelig dokumentasjon og en akseptabel pris. Eksempler på gode utgangspunkt er:

- Bruer og betongkonstruksjoner fra veganlegg. Her vil man uansett ha kostnader til riving, knusing og kildesortering.
- Rester fra elementproduksjon fra en nærliggende fabrikk. Forspente element, kummer og rør er normalt produsert av god betong.
- Et avfallsmottak med god dokumentasjon på mottatte og utkjørte materialer. Det er en fordel om dette på forhånd kan ta i mot og sortere ut god betong.

Dersom man kan planlegge bruken i forkant og helst *før* betongen knuses vil man ha større sjans til å gjennomføre og dokumentere kildesortering og fjerning av forurensede masser og avfall.

### 6.5. Saksgang og dokumentasjon

I Håndbok 211<sup>(1)</sup> finnes blant annet prosedyrer og en praktisk sjekklister som gir et godt grunnlag for å vurdere om egne eller andres rivemasser er egnet for gjenbruk. Denne gir også en oversikt over de ulike faser og hva man skal etterspørre av dokumentasjon.

Det mest sentrale er rapporten fra miljøkartleggingen og en dokumentasjon av renhet i forhold til andre materialer. I tillegg kommer den vanlige dokumentasjon av sortering og mekanisk styrke.

Prosedyre og sjekklister fra Håndbok 211 ligger som vedlegg bakerst i denne rapporten.

## Kapittel 7 Hvordan produseres gjenbruksbetong

### 7.1. Riving og sortering

Er riving en del av oppdraget, skal Statens vegvesen som byggherre utarbeide eller få utarbeidet miljøsaneringsbeskrivelse som grunnlag for utarbeidelse av avfallsplan. Miljøsaneringsbeskrivelsen skal inneholde oversikt over kilder og mengde miljøfarlige stoffer og hvordan de skal behandles.

Personer med relevant bygningsteknisk utdannelse og erfaring kan skaffe seg kompetansen på miljøkartlegging ved å gjennomføre et 3-4 dagers kurs. Det er flere tilbydere av kurs, blant annet Rådgivende Ingeniørers forening. Tjenesten kan også kjøpes av konsulenter med nødvendig kompetanse. En miljøsaneringsplan for en utrangert bru behøver ikke å være krevende.

Avfallsplanen skal inneholde en oversikt over ulike materialtyper, estimat på mengde og eventuelle tiltak som må gjennomføres under riving. Kravet gjelder også betong som skal gjenbrukes. Se pkt 3.3.

For at materialer fra bygg skal kunne brukes som vegbyggingsmateriale må rivefirmaet sørge for å sortere bort treverk, linoleum og andre svake eller organiske materialer. Kontroll av dette gjøres i første omgang visuelt. Håndbok 018 <sup>(2)</sup> figur 522.2 angir krav til maksimalt innhold av andre materialer enn betong. Dersom det er fare for at det kan være for mye av andre materialer må man dokumentere sammensetningen med prøver. En viss andel tegl kan aksepteres, men det kan medføre at betongen får et mer begrenset anvendelsesområde (se kapittel 3.2 om Gjb II).

Ved mellomlagring av knuste masser må man holde materialer med ulik opprinnelse adskilt. For masser fra andre leverandører bør man ha god kjennskap til opprinnelsen. Det er kostbart og usikkert å kompensere manglende kunnskap med mange prøver.

### 7.2. Knusing og sikting

Betongen kjøres normalt gjennom et knuseanlegg for å få ønsket kornstørrelse til vegbygging. Dersom betongen skal gjenbrukes på samme anlegg vil et mobilt knuseanlegg kunne redusere transportmengden og kostnadene betydelig. Mobile anlegg er i stand til å produsere resirkulert tilslag av prima kvalitet med hensyn til gradering og kornform.

Før knusing deles betongen opp i passende stykker med gravemaskin påmontert pigghammer eller hydrauliske saks. Man prøver gjerne å få ut noe armeringsjern i denne fasen.

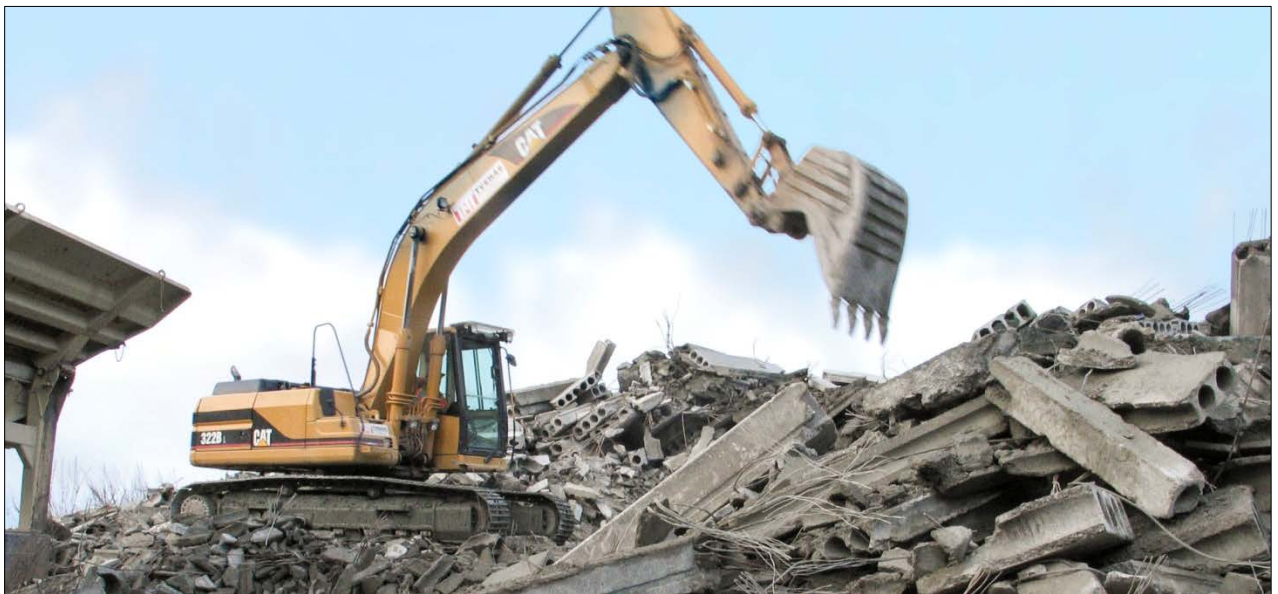
Knuseanlegget kan være påmontert et magnetbånd for å sortere ut armeringsjern. Det kan også settes på en sterk vifte eller avsug som skiller ut tre, plast og andre lette materialer.

Etter knusing siktes betongen i de sorteringer man ønsker å benytte til vegbygging, grøftepukk og andre formål.

Det er krevende å sortere ut alt jernet. Armeringsmengde, valgt knuseprosess samt sikte- og utsorteringsanlegg vil ha betydning for resultatet. Noen rester kan aksepteres i henhold til Håndbok 018, jfr tabell 3.1.



Figur 7.1 Armering plukkes ut med magnet. Fra riveprosjekt i Sandvika 2012  
Foto: Margaret Baumann



Figur 7.2 Lasting av betong i knuser. Fra E6 Melhus  
Foto: Dag Atle Tangen, Statens vegvesen

Spennetau fra hulldekker eller andre forspente konstruksjoner kan gi ekstra problem da disse er tynne, spisse og stive. Lastebildekk vil erfaringsmessig punktere i nærkontakt med spissene. (7)

Det sikreste er å gå over og inspisere utlagt område for å finne og fjerne de siste restene.



Figur 7.3 Oppstikkende spenntau. Fra E6 Melhus  
Foto: Dag Atle Tangen, Statens vegvesen

### 7.3. Utlegging og komprimering

For å være sikker på å oppnå en tilfredsstillende komprimering gjennom hele forsterkningslaget bør man ikke legge ut tykkere lag enn 40 cm om gangen. Erfaringene viser at knust betong har meget god stabilitet. Det vil normalt ikke være noe problem å kjøre lastebiler på et 40 cm tykt forsterkningslag av gjenbruksbetong<sup>(7)</sup>.

For å oppnå god komprimering og hindre videre nedknusing er det viktig å vanne rikelig. Knust betong vil i seg selv absorbere en del av vannet. Optimalt vanninnhold vil normalt ligge på 10-15 masseprosent. For materialer uten finstoff vil vannet drenere ut. Det er derfor liten fare for at vanninnholdet blir for høyt under utlegging.

Forsøkene på E6 Melhus<sup>(7)</sup> viste at det med 35 og 30 cm lagtykkelse ikke var målbar densitetsforskjell etter bruk av tungt og lett komprimeringsutstyr, henholdsvis 6 tonn og 15 tonn vibrovals.

En veileder i valg av komprimeringsutstyr finnes i figur 520.6 i Håndbok 018. Krav til dokumentasjon finnes i kapittel 520.43. Man kan også finne noe om emnet i det svenske Vägverkets *Allmän teknisk beskrivning - Krossad betong i vägkonstruktioner*<sup>(13)</sup>.

### 7.4. Logistikk

Ved bruk av egne rivemasser kan det være en utfordring for entreprenøren å få til god anleggsdrift.

Produksjon av gjenbruksmassene kan være styrt av forhold som tidspunkt for riving av bruer, kapasitet på knusing osv. Utlegging av konvensjonelle steinmaterialer foregår ofte i større skala og i et høyere tempo. Bruken av knust betong kan derfor virke forstyrrende på den øvrige massetransporten.

Tilgang til mellomlager er som regel en fordel da dette gjør det mulig å ha en jevn produksjon av knust betong. Massene kan senere legges ut i én rask og effektiv operasjon.

Ved mottak av eksterne masser vil det være av betydning at de kan hentes fra et tilsvarende lager hos produsenten av den knuste betongen.





Figur 7.4 Vanning med bruk av gjødselspreder. Fra E6 Melhus  
Foto: Dag Atle Tangen, Statens vegvesen

## Kapittel 8 Eksempler og erfaringer med gjenbruk av knust betong

### 8.1. Gjenbruk i Norden

Det er vanskelig å finne en nøyaktig oversikt over mengder av betongavfall i de nordiske landene. Tabell 8.1 er hentet fra en oversikt utarbeidet av Nordisk Vegteknisk forbund i 2004<sup>(12)</sup>:

Tabell 8.1 Betongavfall i de nordiske land

	Danmark		Finland		Island		Norge		Sverige	
	Generert	Anvendt	Generert	Anvendt	Generert	Anvendt	Generert	Anvendt	Generert	Anvendt
Knust betong	2 000 000	300 000	500 000 - 1 000 000	300 000	130 000	≈ 0	1 000 000	ukjent	300 000	Ukjent
Knust tegl			100 000		3 400	≈ 0				

Nyere tall fra SSB sier at det i 2011 ble generert omtrent 710 000 tonn betong- og teglavfall i Norge. Størsteparten kom fra bygg- og anleggsvirksomhet. Mengdene forventes å øke i tiårene fremover, som følge av at flere bygninger, anlegg og offshore-installasjoner rives.

Usikkerheten rundt tallene forsterkes ved at en stor andel betongavfall ikke leveres til mottaksanlegg<sup>(20)</sup>. Mye av massene brukes lokalt ute på anleggene hvor de genereres. For disse massene finnes ingen sikker informasjon om mengde eller destinasjon. Ofte blandes også betong og tegl fra samme konstruksjon ved riving. De separate mengdene for betong er derfor vanskelige å anslå. Det er rimelig å anta at den totale årlige mengden tegl og betong ligger i størrelsesorden 5-10 mill. tonn for alle fem land til sammen.

De svenske retningslinjene<sup>(13)</sup> tillater gjenbruksbetong brukt som forsterkningslag og som bærelag i gang- og sykkelveger. Materialet er ikke tillatt i bærelag i veg på grunn av fare for nedknusing og ømfintlighet for saltpåvirkning.

I følge nyere opplysninger<sup>(14)</sup> gjenbruker danskene nærmere 95 % av sin betong og tegl, hovedsakelig som ubundet bærelag og forsterkningslag i veger. I den siste tid er det blitt større fokus på å rengjøre gamle teglstein for mer høyverdig ombruk.

For flere detaljer om de svenske og danske bruksområdene henvises til kapittel 7 i Gjenbruksprosjektets prosjektrapport nr. 11: *Gjenbruk av knust betong i vegbygging. Mekaniske egenskaper og testmetoder*<sup>(6)</sup>, samt referansene <sup>(9)</sup>, <sup>(12)</sup> og <sup>(14)</sup>.

### 8.2. Prosjekter i Norge

Teknologirapport 2574 *Gjenbruksmaterialer i vegbygging – eksempelsamling*<sup>(8)</sup> er et godt supplement til øvrig litteratur. Rapporten søker å gi en praktisk oversikt over muligheter til bruk av avfallsbaserte materialer i vegbygging samt henvisning til mer informasjon. Nedenfor følger utdrag fra de prosjektene hvor det er sagt noe om praktiske erfaringer med utførelsen.

### E6 Melhus

**Forsterkningslag:** Knust betong fra kasserte hulldekkelementer  
0-120 og 20-120 mm

**Prosjektår:** 2002-2005

Resirkulert tilslag av betong ble brukt i forsterkningslaget på en 85 m lang prøvestrekning. Tilslaget kom fra kasserte hulldekkeelementer fra Spenncons betongelementfabrikk i Trondheim. Utleggingen ble utført med bulldoser påmontert GPS-utstyr for automatisk posisjonering og høydejustering. Materialet ble lagt ut i to lag (35 + 30 cm) med komprimering på hvert lag.

Oppstikkende armering (spenntau) ga tre punkteringer den første dagen med utlegging. Dette ble løst ved at man fjernet eller klippet over armeringen manuelt.

Massene ble godt vannet både rett etter tipping fra lastebil og under komprimeringen. Bæreevnen til forsøksstrekningen ble vesentlig bedre enn for tilsvarende steinmaterialer. De praktiske erfaringer fra selve utførelsen er nærmere omtalt i Gjenbruksprosjektet rapport 12, gjenbruksvegen E6 Melhus(7).

### Linderud - Kalbakken

**Forsterkningslag:** Knust betong, 20-120 mm

**Bærelag:** Knust betong, 8 - 60 mm

**Prosjektår:** 2001

I forbindelse med bygging og utvidelse av g/s-vegen Linderud - Kalbakken ble det utført et prøveprosjekt med bruk av resirkulert tilslag i forsterkningslaget i 40 cm tykkelse. Erfaringer fra utførelsen viste at massene var lette å jobbe med. De ble lagt ut som vanlig masse (pukk) og deretter komprimert med en 7 tonns vals. Massene knuste ikke noe lettere enn andre masser. Det var en del armeringsjern i massene. Et lass inneholdende for mye armeringsjern ble sendt tilbake til leverandøren, mens noe ble sortert ut for hånd.

### E6 Svartdalstunnelen

**Forsterkningslag:** Blandet masse, 38-120 mm

**Prosjektår:** 2000

E6 rampe Svartdalstunnelen er en firefelts veg til og fra Oslo sentrum og utgjør forbindelse til E6 ved Ryenkrysset. Veggen ble åpnet for trafikk august 2000, med ÅDT i underkant av 20 000.

Det ble anlagt et prøvefelt for resirkulert tilslag; en 50 meter lang seksjon og i full vegbredde (ca. 10 m) i dagsonen mellom Svartdalstunnelen og Ryenkrysset. Sprengsteinen ble erstattet med resirkulert tilslag (blandet masse betong/tegl) 20-120 mm i 90 cm tykkelse og avrettet med pukk 0-60 mm. På den tilstøtende del av veggen i dagsonen (inntil prøvefeltet) består forsterkningslaget av sprengt stein i 90 cm tykkelse, som opprinnelig forutsatt.



Massene ble doset ut fra endetipp. Urenheter som trevirke, metall og plast, ble plukket vekk for hånd. Massene ble deretter komprimert i ett lag med 12 tonns selvgående vibrovals, 5-6 overfarter, før avrettingsmassene 0-60 mm ble lagt ut og komprimert.

To år etter utlegging kunne man konstatere at det hadde skjedd en økning i fasthet i dette forsterkningslaget sammenlignet med ordinære steinmaterialer.

### Skullerudkrysset

<b>Forsterkningslag:</b>	Blandet masse, 20-150 mm
<b>Avrettingslag:</b>	Blandet masse, 10-20 mm
<b>Fundament og omfylling av grøfter:</b>	Blandet masse, 10-20 mm
<b>Prosjektår:</b>	1997

Det var i utgangspunktet ikke planlagt å bruke resirkulerte masser på prosjektet. Etersom det viste seg å være økonomisk gunstig, blant annet på grunn av nærhet til BA Gjenvinning, valgte man likevel å prøve det ut.

I dette prosjektet ble massene benyttet som forsterkningslag på gang- og sykkelveg (blandet masse 20-150 mm, ca. 1300 tonn), som avrettingslag under EPS-fylling (ca. 150 tonn) og som fundament og omfylling rundt en overvannsledning (blandet masse 10-20 mm, ca. 250 tonn).

Ved utlegging av forsterkningslaget var det noen oppstartsproblemer med støving og tilsynelatende nedknusing av materialene. Komprimering som startet med 15 tonns slepevals med vibrering, ble etter hvert utført uten vibrering for å begrense støv og nedknusing. Ut fra visuelle inspeksjoner gjort etter fem år med trafikkbelastning var konklusjonen at det ikke er tegn til spesielle skader der resirkulert tilslag er brukt. Utlekkingstester ble gjennomført for å måle massens avgivelse av miljøfarlige stoffer til omgivelsene. Disse viste ingen tegn til negativ påvirkning.

### Andre prosjekt

Det er gjennomført en rekke prosjekt uten at det er gjort kartlegging av de praktiske erfaringene med produksjon og utlegging. Flere opplysninger om dette kan blant annet finnes på Statens Vegvesen Gjenbruksprosjektet sine hjemmesider: [vegvesen.no/gjenbruksprosjektet](http://vegvesen.no/gjenbruksprosjektet)



Figur 8.1 Rivebetong klar til knusing  
Foto: Christian Engelsen

## Kapittel 9 Referanser

- (1)\* Statens vegvesen  
*Håndbok 211 – Avfallshåndtering*  
Retningslinjer 2012  
<http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker>
- (2) Statens vegvesen  
*Håndbok 018 – Vegbygging*  
Normaler 2011  
<http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker>
- (3) Statens vegvesen  
*Håndbok 025 - Prosesskode 1 Standard beskrivelsestekster for vegkontrakter* 2012  
<http://www.vegvesen.no/Fag/Publikasjoner/Handboker>
- (4) DIBK - Direktoratet for byggkvalitet  
*Lovtekst og veileder til kap 9 om ytre miljø*  
<http://byggeregler.dibk.no/dxp/content/tekniskekrav/9/>
- (5) Statens vegvesen Gjenbruksprosjektet  
*Teknologirapport nr. 2411. Prosjektrapport nr 10: Frostbestandighet av resirkulert tilslag.* 2005  
<http://www.vegvesen.no/gjenbruksprosjektet>
- (6) Statens vegvesen Gjenbruksprosjektet  
*Teknologirapport nr. 2422. Prosjektrapport nr 11: Gjenbruk av knust betong i vegbygging. Mekaniske egenskaper og testmetoder.* 2005  
<http://www.vegvesen.no/gjenbruksprosjektet>
- (7)\* Statens vegvesen Gjenbruksprosjektet  
*Teknologirapport nr. 2423. Prosjektrapport nr 12: Gjenbruksvegen E6 Melhus.* 2006  
<http://www.vegvesen.no/gjenbruksprosjektet>
- (8)\* Statens vegvesen, Teknologivdelingen  
*Teknologirapport nr. 2574. Gjenbruksmaterialer i vegbygging, eksempelsamling.*  
Geoteknikk og skredseksjonen 2009.  
<http://www.vegvesen.no/gjenbruksprosjektet>
- (9) NTNU  
*Bruk av alternative materialer i vegbygging, bruksområder og erfaringer.*  
Prosjektoppgave, Signe Holdhus  
2003 <http://www.vegvesen.no/Fag/Teknologi/Vegteknologi/Gjenbruk/Andre+rapporter>
- (10) NS-EN 13242. Norsk Standard  
*Tilslag for mekanisk stabiliserte og hydraulisk stabiliserte materialer til bruk i bygg og anleggsarbeid og vegbygging* 2002  
<http://www.standard.no>

- (11) Statens vegvesen Gjenbruksprosjektet  
*Teknologirapport nr. 2432. Prosjektrapport nr 14: Miljøpåvirkning fra gjenbruksmaterialer.* 2006  
<http://www.vegvesen.no/gjenbruksprosjektet>
- (12) Nordisk Vegteknisk Forbund  
*Alternative materialer*  
Brosjyre, Utvalg 34 Vegens konstruksjon mai 2004  
<http://www.vegvesen.no/attachment/110338/binary/192225>
- (13) Vägverket, Teknikavdelningen, Vägtekniksektionen  
*Allmän teknisk beskrivning - Krossad betong i vägkonstruktioner*  
Publikation 2004: 11 – feb 2004  
[http://publikationswebbutik.vv.se/upload/3913/2004\\_11\\_atb\\_krossad\\_betong\\_i\\_vagkonstruktioner.pdf](http://publikationswebbutik.vv.se/upload/3913/2004_11_atb_krossad_betong_i_vagkonstruktioner.pdf)
- (14) Ingeniøren/Byggeri  
Hjemmeside eid av IDA – Ingeniørforeningen i Danmark  
Artikkel på den danske hjemmesiden om nye strategi for gjenbruk. 18 august 2012  
<http://ing.dk/artikel/131298-ny-plan-skal-goere-op-med-byggeriets-betonknuseri>
- (15)\* Miljødirektoratet  
*Identifisering av PCB i norske bygg*  
PCB veileder 2002  
[http://www.klif.no/miljoreferanse\\_35413.aspx](http://www.klif.no/miljoreferanse_35413.aspx)
- (16) NS-EN 1097-1 Norsk Standard  
*Prøvmåter for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag*  
*Del 1: Bestemmelse av motstand mot slitasje (micro-Deval)*  
<http://www.standard.no>
- (17) NS-EN 1097-2 Norsk Standard  
*Prøvmåter for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag*  
*Del 2: Metoder for bestemmelse av motstand mot knusing (Los Angeles)*  
<http://www.standard.no>
- (18) Christian J. Engelsen – 2012  
*Leaching properties of recycled concrete aggregates*  
Doktoravhandling 2012, Universitetet i Oslo
- (19) Miljødirektoratet  
*Disponering av betongavfall*  
Faktaark M-14 2013
- (20) Statens vegvesen Gjenbruksprosjektet  
*Teknologirapport nr. 2442. Prosjektrapport nr 19: Reelle muligheter for gjenbruk – Status ved avslutning av Gjenbruksprosjektet.* 2008  
<http://www.vegvesen.no/gjenbruksprosjektet>
- \* Litteratur som også inneholder god informasjon for den som vil vite mer om gjenbruksbetong.

## Kapittel 10 Støttelitteratur

Tekster og nettadresser som det ikke er henvist til, men som kan være av interesse for den som vil vite mer. Årstall og internettadresse referer til nyeste eksemplar da veiledningen ble skrevet.

RESIBA - Resirkulert tilslag for bygg og anlegg (1998-2002)

*Veileder for bruk av resirkulert tilslag*. 2002.

<http://www.byggemiljo.no/getfile.php/Filer/Publikasjoner/Veileder%20resirkulert%20tilslag.pdf>

Gjenbruk og resirkulering av masser på Fornebu - 2002

En veileder for utbyggere og rådgivere

Statsbygg

<http://www.statsbygg.no/FilSystem/files/prosjekter/fornebu2/temamasser/massehandtering.pdf>

DIRECT-MAT er en Europeisk web-database for gjenbruksmaterialer innen vegbygging. Den inneholder data og anbefalinger for oppgraving og gjenbruk av ubundne material, betongmaterialer, asfalt samt andre vegbyggingsmaterialer som ennå ikke har fått stor anvendelse innen vegbygging. Den er ment å være et enkelt verktøy for å lagre og gjøre tilgjengelig prosjektdata og erfaringer. Målet er å øke gjenbruk av vegbyggingsmaterialer for å redusere avfallsmengden.

<http://www.directmat.eu>.

## Vedlegg

### Prosedyre for rive og rehabiliteringsarbeider for Statens vegvesen som byggherre (Håndbok 211 – utgave 2012)

- Formål:** Sikre at nasjonal miljølovgivning, samt Vegvesenets interne miljøretningslinjer blir fulgt.
- Omfang:** Alle rive- og rehabiliteringsarbeider bestilt av Statens vegvesen.
- Referanser:** Plan- og bygningsloven, Arbeidsmiljøloven, Forurensningsloven, Produktkontrollloven, Byggherreforskriften og Internkontrollforskriften.
- Særskilte risiko- og miljøhensyn:** Hindre at miljøgifter blir spredt ukontrollert i naturen  
Unngå unødige ulemper for nærmiljøet under riveprosessen  
Unngå helseskader på utførende ved gjennomføring av rivearbeidet

#### Gjennomføring:

Ansvarlig:	Aktivitet:	Referanser/ Henvisning Resultat-dokumentasjon
Leder av de enkelte faser i prosessen	<p><b>Generelt:</b></p> <p>Byggherren skal ha kjennskap til de lover og forskrifter som gjelder for rive- og rehabiliteringsarbeider. Herunder også de rettleidere som finnes for styring av slike tiltak, samt Statens vegvesens egne miljøveiledere.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sørge for at det blir utarbeidet avfallsplan og evt miljøkartleggingsrapport (TEK-10 §§9-6 og 9-7)</li> <li>• Undersøke om det kan være forurenset grunn i området (TEK-10 §9-3)</li> <li>• Miljøriktig riving og forskriftsmessig avfallshåndtering med sortering av avfall skal gjennomføres i alle prosjekter.</li> <li>• Det bør settes mål for gjenbruk og gjenvinning av alt avfall på prosjekt</li> <li>• Nødvendige offentlige tillatelser besørgeres av byggherren dersom ikke annet er avtalt i kontrakt.</li> <li>• Byggherren er ansvarlig for utarbeidelse av sluttrapport dersom ikke annet er avtalt i kontrakt.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arbeidsmiljøloven</li> <li>- Byggherre-forskriften</li> <li>- TEK-10 kapittel 9</li> </ul>
Byggherre/prosjekt-ansvarlig	<p><b>1 Prosjektering av rive- og rehabiliteringsarbeider:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gjenbruk av omsettelige materialer, direkte eller gjennom bearbeiding, vurderes for tiltaket basert på miljøkartleggingsrapporten for objektet.</li> <li>• Best egnet rivemetode vurderes ut fra mål satt for gjenbruk og gjen-vinning. Selektiv riving skal prioriteres.</li> <li>• Type avfallshåndteringen vurderes, kilde- eller sentralsortering, ut fra valgt rivemetode og mål for gjenbruk/gjenvinning. Kildesortering skal prioriteres. TEK-10 § 9-8 sier at minst 60% skal kildesorteres.</li> <li>• Muligheter for plassering av midlertidig lager for rivemasser skal vurderes.</li> <li>• Avfallsplan for tiltaket utarbeides av entreprenøren eller byggherren, avhengig bl.a. av kontraktens størrelse.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Produktkontroll-loven</li> <li>- Forurensnings-loven §§ 73, 93</li> <li>Avfallsforskriftens kap 11 (farlig avfall), kap 1 (PCB-holdige vinduer)</li> <li>Produkt-forskriften kap 2</li> <li>REACH-forskriften, annex XVII</li> <li>- Mal for avfallsplan og sluttrapport</li> </ul>



Byggherre/ prosjekt- ansvarlig	<p><b>2 Prosjektering av rive- og rehabiliteringsarbeider der miljøskadelige stoffer er påregnelig/påvist:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historiske data om når konstruksjonen ble bygget/rehabiliteret skal etterlyses.</li> <li>• Tidligere aktiviteter av forurensende karakter i bygget/tomten skal kartlegges.</li> <li>• Miljøkartlegging av riveobjektet og tomteområdet gjennomføres og miljøsaneringsplan utarbeides. For betong, se "Sjekkliste for vurdering av betongavfallets renhet". Hvis nødvendig engasjeres virksomhet som er godkjent for ansvarsrett for funksjonen miljøsanering til utarbeidelse av miljøsaneringsplan.</li> <li>• Miljøsaneringsplan vedlegges konkurransegrunnlaget. Entreprenøren bør videre oppfordres til gjenbruk av masser.</li> </ul>	<p>Rettledere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Miljøsanerings-veileder</li> <li>- Miljøkartlegging av bygninger – RIF</li> <li>- Identifisering av PCB i bygg</li> <li>- Sjekkliste for vurdering av betongavfallets renhet</li> </ul>
Byggeleder /konsulent	<p><b>3 Håndtering av avfall:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kartlegge hvor godkjente sluttbehandlere finnes for de ulike kategorier av avfall/farlig avfall, hvis ikke det er en del av kontrakten med entreprenøren.</li> <li>• På deklarasjonsskjema for farlig avfall skal vårt organisasjonsnr. samt navn og adresse. påføres i feltet "A. Avfallsprodusent Organisasjonsnr."</li> <li>• Avfallsmottaker skal kvittere på deklarasjonsskjemaet ved levering av farlig avfall. Kopi av kvittert deklarasjonsskjema skal leveres byggherren for oppbevaring.</li> </ul>	
Byggeleder	<p><b>4 Sluttrapport:</b></p> <p>Sluttrapport(utfylt avfallsplan-skjema) skal utarbeides som dokumentasjon for at avfallet fra riveobjektet er sluttbehandlet i henhold til framlagt avfallsplan og miljøsaneringsbeskrivelse.</p> <p>Miljøkartleggingsrapporten vedlegges sluttrapporten.</p> <p>Kopi av kvitterte deklarasjonsskjema for farlig avfall, samt veiesedlene fra de respektive mottak skal vedlegges sluttrapporten.</p> <p>Det skal kunne dokumenteres overfor kommunen at avfallet er lovlig og miljøriktig sluttbehandlet ved framvisning av kvittert deklarasjons-skjema. Sluttrapport sendes inn ved søknad om ferdigattest.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan- og bygningsloven § 95, Teknisk forskrift</li> <li>- Mal for avfallsplan og sluttrapport</li> </ul>

## Prosedyre for vurdering av rivemasser med tanke på gjenbruk (Håndbok 211 – utgave 2012)

Problem	Svar	Mulig innhold av miljøfarlige stoffer	Behov for miljøkartlegging?
Er (deler av) konstruksjonen malt eller behandlet med anti-tagg?	Ja	PCB, klorparafiner, PAH, PFOS, polysiloxaner, nonylfenoletoksilater, tungmetaller	Ja
	Nei		Nei
Har konstruksjonen vært i direkte kontakt med eksos?	Ja	Tungmetaller	Ja
	Nei		Nei
Er det fugemasser på konstruksjonen?	Ja	PCB, klorparafiner, ftalater, PAH	Ja
	Nei		Nei
Finnes det innstøpt XPS eller EPS?	Ja	KFK, bromerte flammehemmere	Ja
	Nei		Nei
Finnes det tunnelisolasjon i konstruksjonen?	Ja	KFK, bromerte flammehemmere	Ja
	Nei		
Har konstruksjonen vært i langvarig kontakt med forurenset jord?	Ja	Alle slags miljøgifter	Ja
	Nei		Nei
Er det oljesøl som har trengt ned i konstruksjonen?	Ja	Olje, PCB, klorparafiner, tungmetaller	Ja
	Nei		Nei
Er det piper i konstruksjonen?	Ja	Tungmetaller, PAH, dioksiner	Ja
	Nei		Nei
Finnes det sålbenkbeslag av eternit?	Ja	Asbest	Ja
	Nei		Nei
Er konstruksjonen støpt før 1980?	Ja	PCB	Ja
	Nei		Nei
Er det utført flikking av skader på betongen før 1985?	Ja	PCB	Ja
	Nei		Nei
Er det avrettingslag på gulv eller utvendig pusslag på konstruksjonen?	Ja	PCB	Ja
	Nei		Nei



Statens vegvesen  
Vegdirektoratet  
Publikasjonsekspedisjonen  
Postboks 8142 Dep 0033 OSLO  
Tlf: (+47 915) 02030  
publvd@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

**Trygt fram sammen**