

# GJENBRUK OG RESIRKULERING AV MASSER PÅ FORNEBU



Gamle rulle- og taxebaner



Knust asfalt



Nye veier og plasser

→ En veileder for  
utbyggere  
og rådgivere

Denne veilederen er ment å bistå utbyggere og rådgivere med gjenbruk og resirkulering av lokale overskuddsmasser på Fornebu.

Veilederen er utarbeidet av prosjektet Statsbygg Infrastruktur Fornebu (IFBU) som bygger ut allmenn infrastruktur og felles grøntområder på Fornebu på vegne av de opprinnelige grunneierne Staten og Oslo kommune. Prosjektet utføres i regi av Statsbygg. For å legge forholdene til rette for gjenbruk av masser har prosjektet etablert et lokalt gjenvinningsanlegg for produksjon av kvalitetsmasser til tekniske formål.

Veilederen er basert på resultater fra FoU-prosjekter utført i samarbeid med blant andre Statens vegvesen og SINTEF samt kunnskap og erfaringer opparbeidet i prosjektet.

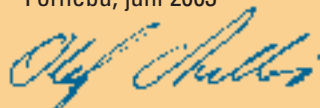
Den er delt i fire hovedemner :

1. Eksisterende masser og mulige bruksområder
2. Prosjektering med resirkulerte materialer
3. Gjenvinningsanlegg og terrengdeponi på Fornebu
4. Referanseprosjekter på Fornebu

De spesifikke bruksområdene for resirkulerte materialer er utarbeidet i samarbeid med, og godkjent av Bærum Kommune for Fornebu. Godkjenningen forutsetter at materialene er dokumentert og kontrollert i henhold til krav beskrevet i denne veilederen.

Veilederen kan også lastes ned elektronisk fra Fornebus sider på Statsbyggs hjemmesider:  
[www.statsbygg.no/prosjekter](http://www.statsbygg.no/prosjekter)

Fornebu, juni 2003



Olaf Melbø  
Utbyggingsdirektør



Brit Sylte  
Prosjektleder

# INNHOLDSFORTEGNELSE

	<b>INNLEDNING</b>	<b>4</b>
	Overordnede miljømål for Fornebu	
1	EKSISTERENDE MASSER OG MULIGE BRUKSOMRÅDER	6
1.1	GJENBRUK OG RESIRKULERING AV ASFALT	6
1.1.1	Knust asfalt	7
1.1.2	Kaldstabilisert gjenbruksasfalt	8
1.1.3	Varm gjenbruksasfalt	8
1.2	RESIRKULERING AV BETONG OG TEGL FRA BYGGE- OG RIVEAVFALL	8
1.2.1	Knust betong i vei	9
1.2.2	Knust betong/tegl i grøfteanlegg	9
1.2.3	Knust betong i ny betongproduksjon	10
1.3	PRODUKSJON AV PUKK FRA LOKAL SPRENGSTEIN	10
1.4	GRAVEMASSER TIL PRODUKSJON AV NY VEKSTJORD OG TERRENG	11
2	PROSJEKTERING MED RESIRKULERTE MATERIALER	12
2.1	GENERELT OM PLANLEGGINGSFASEN	12
2.1.1	I forprosjektet	12
2.1.2	I detaljprosjekteringen	12
2.2	PROSJEKTERING AV VEIER OG PASSER	12
2.2.1	Dimensjonering av veier med asfaltdekke	13
2.2.2	Dimensjonering av gang og sykkelveier og plasser	14
2.2.3	Dimensjonering av veier med belegningsstein	15
2.2.4	Krav til utlegging av knust asfalt	16
2.2.5	Krav til utlegging av knust betong/tegl	16
2.2.6	Krav til kvalitet og produksjonskontroll	16
2.3	RESIRKULERT TILSLAG OG KNUST STEIN I GRØFTEANLEGG	17
2.3.1	Massetyper og fraksjoner	17
2.3.2	Krav til kvalitet og produksjonskontroll	18
2.4	NY BETONGPRODUKSJON MED RESIRKULERT BETONG/TEGL	18
2.5	VEKSTJORD FRA FORNEBU	18
3	GJENVINNINGSANLEGG OG TERRENGDEPONI PÅ FORNEBU	19
3.1	AVTALE OM LEVERING OG KJØP AV MASSER	20
3.2	PRISLISTE OG BETINGELSER FOR BRUK AV GJENVINNINGSANLEGGET	22
3.3	KVALITET OG PRODUKSJONSKONTROLL	22
4	REFERANSEPROSJEKTER PÅ FORNEBU	24
5	REFERANSER OG HENVISNINGER	26

# INNLEDNING

## OVERORDNEDE MILJØMÅL FOR FORNEBU Miljøoppfølgingsprogrammet

Etter pålegg fra AAD ble det tidlig i planprosessen for Fornebu utarbeidet et miljøoppfølgingsprogram for å sikre at kunnskap om virkninger for naturressurser, miljø og samfunn ble systematisk nedfelt i den videre utviklingen av området. Dette resulterte i "Etterbruk av Fornebu – Miljøoppfølgingsprogram" [Ref. 1], et dokument som også ligger som vedlegg til Bærum kommunes Kommunedelplan 2 for Fornebu. Miljøoppfølgingsprogrammet gir føringer både for planmyndigheter, grunneiere og utbyggere. Det skal legges til grunn i hvert enkelt utbyggingsprosjekt.



△ Miljøoppfølgingsprogrammet for Fornebu

[www.statsbygg.no/prosjekter/Fornebu2](http://www.statsbygg.no/prosjekter/Fornebu2)

## Miljøoppfølgingsprogrammet beskriver overordnede mål for følgende områder:

1. Transport
2. Energiforsyning og -forbruk
3. Materialforbruk, massehåndtering og avfall
4. Natur- og kulturlandskap – bevaring og nye kvaliteter
5. Forurensning og støv

Bærum Kommune, som er planmyndighet på Fornebu, har utarbeidet en veileder for miljøriktig prosjektering og bygging på Fornebu [2] for å lette arbeidet med implementering av miljøoppfølgingsprogrammet.

## Materialforbruk, massehåndtering og avfall

Miljøoppfølgingsprogrammet definerer følgende mål for massehåndteringen:

"Asfalt og løsmasser skal håndteres slik at miljøhensyn og samfunnsøkonomi blir best mulig ivare tatt og slik at massetransport ut og inn av Fornebu begrenses. Så mye som mulig av massene skal gjenbrukes lokalt."

og følgende to spesifikke tiltak:

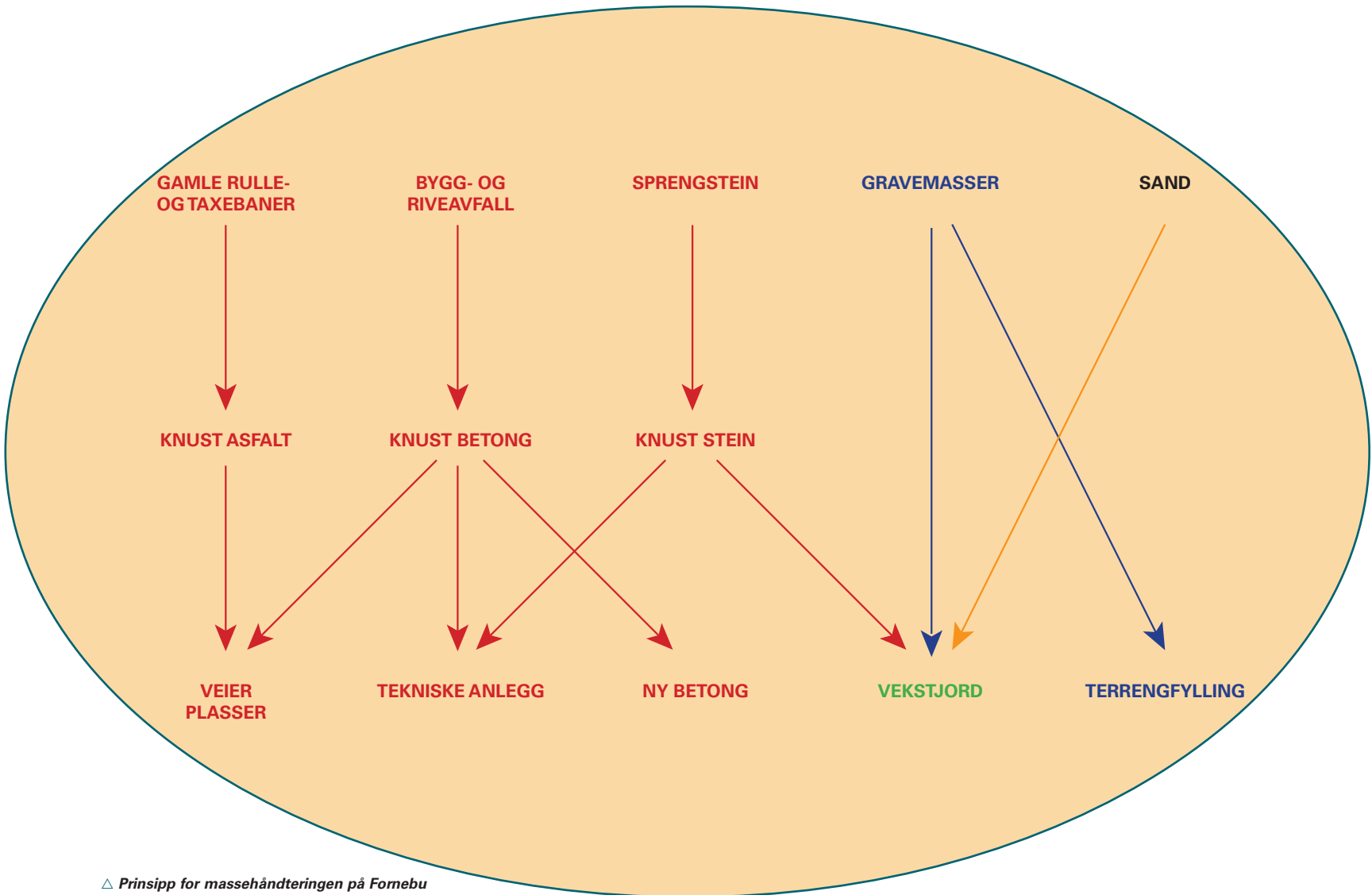
- Tilrettelegge for gjenbruk av asfalt og betong, primært på Fornebu
- Tilrettelegge for en helhetlig massehåndtering

Med bakgrunn i denne målsetningen krever Bærum Kommune blant annet en redegjørelse for hvordan masser skal håndteres i forbindelse med plan og byggesaksbehandlingen i de enkelte prosjekt.

## Lokal massebalanse - Massehåndteringsplan for Fornebu

Grunneierne har lagt ned mye arbeid i å kartlegge omfanget av eksisterende masser og potensialet for gjenvinning og gjenbruk. Det ble i en tidlig fase utarbeidet en "Massehåndteringsplan for Fornebu" [3]. Planen viser gjennom et samlet masseregnskap at det er mulig å gjenbruke alle massene på Fornebu enten direkte, eller etter en bearbeiding. Prinsippet for massehåndteringen er vist i figuren (side 5), fra de opprinnelige massene, via produksjon av nye kvalitetsmasser og til nye bruksområder internt på Fornebu.

For å utnytte massene optimalt må overskudd og underskudd av masser koordineres mellom utbyggerne. Det er også avgjørende at alle utbyggere legger til rette for størst mulig bruk av lokale masser gjennom valg av tekniske løsninger og planlegging av framdrift i sine prosjekter. I tillegg til den samlede miljøgevinsten vil dette også gi økonomiske besparelser for utbygger i form av reduserte transport- og materialkostnader. Veilederen er ment som et hjelpemiddel for utbyggere og rådgivere i dette arbeidet.



△ Prinsipp for massehåndteringen på Fornebu

# EKSISTERENDE MASSER OG MULIGE BRUKSOMRÅDER

Kapittelet gir en oversikt over eksisterende masser på Fornebu og mulige nye bruksområder. De eksisterende massene omfatter hovedsakelig asfalt, betong/tegl, sprengstein, og forskjellige typer gravemasser som skissert i figuren på foregående side.

## 1.1 GJENBRUK OG RESIRKULERING AV ASFALT

Da flyplassdriften ble lagt ned høsten 1998 lå det igjen mer enn 120.000 kbm asfalt i form av gamle rulle- og taksebaner. Noen av de gamle rullebanene er forurenset av PAH og disse massene tas hånd om gjennom Statsbyggprosjektet "Opprydding av forurenset grunn på Fornebu". Det meste av asfalten er imidlertid ren og kan resirkuleres og brukes på nytt i bygging av nye veier og plasser. Asfalten kan knuses og benyttes direkte som mekanisk stabilisert materiale, eller som bestandel i kald gjenbruksasfalt eller i ny varm asfaltproduksjon.



△ Oppgravd asfalt på Fornebu



△ Knust asfalt før utlegging og kompaktering



△ Ferdigvarelager av knust asfalt



△ Knust asfalt, ferdig utlagt og kompaktert

### 1.1.1 Knust asfalt

Mekanisk stabilisert knust asfalt er godt egnet både i forsterkningslag og i bærelag på veier og plasser. Den kan også benyttes som dekke på turstier og gang- og sykkelveier. Knust asfalt produseres ved at asfaltflak knuses ned til ønsket fraksjon, uten tilsetning av nytt bindemiddel. Ved riktig utlegging vil den ha høyere stivhet og bedre bæreevne enn naturlige pukkmaterialer.

Gjennom FoU-prosjektet "Forsøksveien på Fornebu" er det påvist at materialet har god motstand mot deformasjoner og spordannelse, og at stabiliteten også øker de første årene etter utlegging.

Resultatene er dokumentert i SINTEF-rapporten "Gjenbruksmaterialer til vegbygging på Fornebu" [4]. For å oppnå optimal kvalitet på den utlagte knuste asfalten har Statens vegvesen satt som krav til utførelse på Fornebu at den skal legges ut i sommerhalvåret (temp > 10 C), og ikke tykkere enn totalt 30 cm, hvert lag ikke tykkere enn 10 cm.

I tillegg til det miljømessige ligger det også en økonomisk besparelse i å benytte knust asfalt som erstatning for tradisjonelle materialer. Å erstatte varmproduserte asfalmasser i bærelaget med et tykkere lag av knust asfalt kan redusere kostnadene for bærelaget med opp til 40%. Ved bruk i forsterk-

ningslaget reduseres den økonomiske besparelsen noe, men i tillegg til reduserte transportkostnader kommer fordelen av at selve lagtykkelsen kan reduseres med opp til 30% på grunn av at knust asfalt har høyere lastfordelingskoeffisient enn maskinkult.

### 1.1.2 Kaldstabilisert gjenbruksasfalt

Kaldstabilisert gjenbruksasfalt produseres ved at freseasfalt, eller knust asfalt tilsettes nytt binde-middel uten å varme opp massen. Denne typen gjenbruksasfalt produseres i mobile kaldproduk-sjonsanlegg. Krav til bruk av kaldprodusert gjen-bruksasfalt er godt beskrevet i gjeldende standar-der, og det kan benyttes opp til 100 % resirkulerte masser så lenge kravene til kvalitet for kalde nor-merte masser overholdes. Det er blant annet gitt retningslinjer fra Kontrollordningen for asfaltgjen-vinning [5] og i Statens vegvesens håndbok 018 [6]. På Fornebu har Infrastrukturprosjektet fått godkjent de samme bruksområdene for knust asfalt som for kaldstabilisert asfalt av Statens vegvesen.



### 1.1.3 Varm gjenbruksasfalt

Varm gjenbruksasfalt produseres ved at det blandes inn knust, eller frest asfalt i den ordinære asfalt-produksjonen. Bruk av varm gjenbruksasfalt er også godt beskrevet i gjeldende standarder. Det kan til-settes opp til 35 % resirkulert asfalt i bærelaget og 25 % i slitelaget så lenge kravene som er satt til de normerte massetyper er oppfylt, og egenskapene kan dokumenteres [5 og 6].

## 1.2 RESIRKULERING AV BETONG OG Tegl FRA BYGGE- OG RIVEAVFALL

Betong og tegl fra bygge- og riveavfall kan knuses og benyttes i veibygging, i grøfter, eller inntil bygg. Ren knust betong kan også benyttes som tilslag i ny betongproduksjon.



△Produksjon av knust betong

◁Fjerning av jern



### 1.2.1 Knust betong i vei

Infrastrukturprosjektet har gjennom FoU-prosjektet "Forsøksveien" utviklet bruksområder for 0-fraksjoner av knust betong/tegl i veibygging [4]. Resultatene viser at finstoffet i den knuste betongen inneholder ureagert sement som etter hvert herder og kan gi en markert stivhetsøkning i materialet. I forsøksveien hadde prøvefeltet med knust betong i forsterkningslaget etter to år oppnådd en E-modul på over 3000 Mpa.

Det er likevel fortsatt usikkerhet knyttet til effekten av etterherding. Hvor markert stivhetsøkningen blir vil blant annet avhenge av kvaliteten på den opprinnelige betongen, renheten og hvor lenge den har vært lagret før den legges ut. I veilederen er det derfor benyttet en konservativ verdi for lastfordelingskoeffisienten til 0-fraksjoner av betong, og ansett stivhetsøkningen som en positiv ekstra effekt. På grunn av den forventede stivhetsøkningen vil det være spesielt gunstig å benytte knuste 0-masser (finstoffholdig masse) av betong i forsterkningslag på parkeringsplasser og andre plasser med statisk last.



△ **Knust betong 0-50 mm**

Dersom finstoffet siktes ut vil knust betong oppføre seg mer likt naturlig tilslag. Erfaringer med bruk av knust betong i standard fraksjoner i veier er blant annet beskrevet i RESIBA rapport 05/2002 "Ubunden bruk av resirkulert tilslag i vegger og plasser" [7].

### 1.2.2 Knust betong/tegl i grøfteanlegg

Knust betong/tegl i pukkfraksjoner er godt egnet som fundament og omfyllingsmasse i grøfteanlegg og vil framstå ganske likt naturlig tilslag. Fordelen med bruk av knust betong/tegl er at den er betydelig lettere enn naturlig tilslag. Hvert tonn fyller 15-20 % større volum og den lave vekten fører også til at den er merkbart lettere å jobbe med og billigere å transportere. I tillegg er den prisgunstig. I veilederen er knust betong/tegl gitt de samme bruksområdene som pukk i grøfteanlegg, med unntak av bruk i fryseseonen, hvor materialet kan bli stående neddykket i vann med salt fra vegvedlikehold. De godkjente bruksområdene er blant annet basert på resultater fra RESIBA-prosjektet, oppsummert i deres prosjektrapport 06/2002 "Ubunden bruk av resirkulert tilslag i VA-grøfter" [8].

Knust betong/tegl kan også benyttes som tilbakefyllingsmasser og som drenerende masser generelt.



△ **Knust betong/tegl**

### 1.2.3 Knust betong i ny betongproduksjon

Produksjon av ny betong med resirkulert tilslag vil bli aktuelt etter hvert som byggeaktiviteten på Fornebu øker. På Fornebu finnes mye betong av høy kvalitet som kan egne seg til ny betongproduksjon. Det er utført omfattende FoU-arbeid og utprøving av bruk av resirkulert tilslag i ny betongproduksjon og resultater viser at en stor del av pukkfraksjonen kan erstattes av knust betong uten at betongens egenskaper forringes. På grunnlag av resultatene ble det i 1999 gitt ut en retningslinje fra Norsk betongforening med tittel: Norsk betongforenings publ. nr 26 Materialgjenvinning av betong og murverk for betongproduksjon [9]. Denne er nå i ferd med å revideres med grunnlag i nye resultater, blant annet fra rapporten "Bruk av resirkulert tilslag i sementbaserte produkter" fra RESIBA-prosjektet [10].

### 1.3 PRODUKSJON AV PUKK FRA LOKAL SPRENGSTEIN

Fjellgrunnen på Fornebu består av en kalkholdig leirskifer. Styrkemessig varierer den fra steinklasse 3 til 5, mens Los Angeles-verdien, som måler steinens motstand mot nedknusing, varierer mellom 20 og 25. Kvaliteten gjør den egnet til bruk i grøfteanlegg og til forsterkningslag i veier og plasser.

På grunn av den store mengden asfalt til bruk i veibygging på Fornebu bør sprengsteinen prioriteres til bruk i grøfter og som drenerende masse, og det bør benyttes grove fraksjoner der det er mulig. Bruksområdene for grøftemasser som er gitt i veilederen i kapittel 2 er derfor inndelt i to ulike fraksjoner avhengig av rørtype og diameter.



△ *Fjellgrunn på Fornebu*

▽ *Utlegging av grøftemasser*



## 1.4 GRAVEMASSER TIL PRODUKSJON AV NY VEKSTJORD OG TERRENG

Gravemassene på Fornebu er for det meste tilført utenfra, enten i forbindelse med bygging av flyplassen, eller til den kommunale fyllplassen som eksisterte der før flyplassdriften tok til. Gravemassene omfatter alt fra gammelt bygge- og riveavfall fra Oslo til usorterte gravemasser av leire, sand og sprengstein som ble fylt opp for å endre det tidligere rygg/dal landskapet til en jevn og plan flyplass. I tillegg finnes gode puk- og bærelagsmasser under rullebanene, og den plasserte sanden er nå en viktig ressurs i produksjonen av ny vekstjord ved gjenvinningsanlegget til Infrastrukturprosjektet.

Store mengder av disse gravemassene graves nå opp og gjenplasseres som følge av anleggsvirksomheten og som en del av oppryddingen av forurenset grunn. De forurensete gravemassene håndteres separat, og endelig plassering bestemmes ut fra en risikovurdering i forhold til endelig arealbruk og utlekkingsrisiko i henhold til spesifikke grenseverdier satt av SFT for Fornebu [23].

Tilgjengelige gravemasser kan siktes, og underfraksjonen benyttes som råvare i ny jordproduksjon. Infrastrukturprosjektet har siktet store mengder gravemasser som skal inngå i produksjon av vekstjord til de mange felles grøntområdene som skal anlegges.



△ Sikting av gravemasser for jordproduksjon



◁ Sand i grunnen på Fornebu

Bruk av resirkulerte materialer i utbyggingen krever at det settes av tid og ressurser til spesifikk oppfølging av dette. Resirkulerte materialer er foreløpig lite beskrevet i gjeldende standarder og i grunnlagene som benyttes av de prosjekterende. Det må derfor utarbeides spesielle beskrivelser for gjenbruksløsninger som igjen må dokumenteres og godkjennes av godkjennende myndighet i hvert enkelt tilfelle.

Dette kapitlet angir generelle bruksområder og kvalitetskrav for resirkulerte materialer godkjent av Bærum kommune for Fornebu. Den enkelte utbygger må derfor ikke søke om spesiell godkjenning så lenge kravene beskrevet i dette kapitlet overholdes.

## 2.1 GENERELT OM PLANLEGGINGSFASEN

### 2.1.1 I forprosjektet

For å sikre optimal gjenbruk av resirkulerbare materialer og andre overskuddsmasser i prosjektet bør det allerede i forprosjektet defineres:

- Konkrete mål for lokal håndtering overskuddsmasser
- Konkrete mål for gjenbruk og resirkulering av kvalitetsmasser
- Spesielle forhold det må tas hensyn til under framdriftsplanlegging og i detaljprosjekteringen for å nå denne målsettingen

### 2.1.2 I detaljprosjekteringen

Målene fra forprosjektet bør følges opp med definerte oppgaver innenfor gjenbruk og massehåndtering i detaljprosjekteringen. Sentrale spørsmål vil være:

- Hvilke overskuddsmasser er tilgjengelige i prosjektet?
- Kan noen av dem gjenvinnes til nye tekniske formål, i veier, grøfter eller nybygg?
- Bør gravemasser sorteres for bruk i ny vekstjord i grøntområder?

Infrastrukturprosjektet har som krav til sine prosjekterende at de tidlig i prosjekteringsfasen skal

levere en massedisponeringsplan som viser hovedmengder av overskuddsmasser i prosjektet og hvordan de planlegges utnyttet i prosjektet. Planen brukes deretter som verktøy i arbeidet med mulig gjenbruk og disponering av overskuddsmasser.

## 2.2 PROSJEKTERING AV VEIER OG PLAGSER

Det er utarbeidet dimensjoneringstabeller for knust asfalt og knust 0-masse (finstoffholdig masse) av betong/tegl. De angitte bruksområdene er basert på følgende lastfordelingskoeffisienter:

- Knust asfalt, 0-50 mm: 1,6
- Knust betong, 0-50 mm: 1,4

Lastfordelingskoeffisientene er lagt på et konservativt nivå i forhold til FoU-resultater oppnådd i blant annet prosjektet "Forsøksveien" [4] og faktiske målinger på vei. Ytterligere dokumentasjon vil derfor kunne utvide bruksområdene både for knust betong/tegl og knust asfalt i forhold til de godkjente bruksområdene men må da dokumenteres og avtales spesielt i hvert enkelt tilfelle. For bruk av standardiserte fraksjoner av knust betong/tegl i vei, uten 0-stoff, henvises til revidert veinormal 018 fra Statens vegvesen, foreløpig høringsutkast, juli 2002 [20].

## 2.2.1 Dimensjonering av veier med asfaltdekke

Tabellen nedenfor viser godkjente bruksområder for knust asfalt (Ak), 0-50 mm og knust betong (Bk), 0-50 mm. Tallene i tabellen angir tykkelse (cm).

Trafikkgruppe	A	B	C	D	E	
ÅDT	0 - 1500	1500 - 3000	3000 - 5000	5000 - 10000	10000 - 20000	
<b>VEIDЕККЕ</b>	<b>Asfalt</b>	<b>Asfalt</b>	<b>Asfalt</b>	<b>Asfalt</b>	<b>Asfalt</b>	
Agb	4	3,5 + 2,5				
Ab + Ab, Agb		3,5 + 2,5	4 + 3	4,5 + 3,5		
Ska + Ab				4,5 + 3,5	4,5 + 3,5	
<b>BÆRELАG</b>						
Ak	17	17				
Ag over Bk <sup>1)</sup>	5 + 10	6 + 10	7 + 10			
Ag over Ak	4 + 10	5 + 10	6 + 10	7 + 10	8 + 10	
Ag	9	10	11	12	13	
Krav til bærelagsindeks <sup>2)</sup>	39	45	50	54	62	
<b>FORSTERKNINGSLAG<sup>3)</sup></b>						
Materialtype i grunnen:	Bære-evne-gruppe	Tykkelse (cm)				
Steinfylling,	1	Evt. avretting	Evt. avretting	Evt. avretting	Evt. avretting	Evt. avretting
Grus, sand, velgr., T1	2	0	0	0	0	0
Grus, sand, ensgr., T1	3	20	20	20	30	40
Sprengt stein/steinfylling, T2	3	20	20	20	30	40
Grus,sand,morene,T2	4	30	30	40	50	60
Grus,sand,morene,T3	5	40	50	60	60	70
Silt, leire, T4 $s_u > 50$	6	50	60	60	70	80
$37,5 < s_u < 50$	6	50	60	70	70	80
$25 < s_u < 37,5$	6	50 + 20	60 + 10	70	70	80
$s_u < 25$	6	50 + 50	60 + 40	70 + 30	70 + 30	80 + 20

1) Knust betong, 0-50 mm i bærelag må ha trykkholdfasthet større eller lik 30 Mpa

2) Bærelagsindeks framkommer som godkjent lastfordelingskoeffisient multiplisert med tykkelse i cm for de ulike lag og summert for alle lag over underkant bærelag, inkl. dekke.

3) Nødvendig tykkelse på forsterkningslaget ved bruk av masser med lastfordelingskoeffisient 1,0. Lagets tykkelse kan bæreevnemessig reduseres i henhold til godkjent lastfordelingskoeffisient ved bruk av knust asfalt (Ak) eller knust betong (Bk), dersom frostmessig dimensjonering ikke krever tykkere overbygning.

### 2.2.2 Dimensjonering av gang- og sykkelveier og plasser

Tabellen nedenfor viser bruksområder for knust asfalt (Ak), 0-50 mm og knust betong (Bk), 0-50 mm i gang- og sykkelveier og plasser. Tallene i tabellen angir tykkelse (cm).

VEIDEKKE	G/S	Plasser - lett trafikk			Plasser - tung trafikk	
	Asfalt	Betong	Granitt	Betong	Granitt	
Agb	4,5					
Heller og annen belegningsstein		6		8		
Settesand		3	5,8	3		
Smågatestein			(4-6) 8-10		8-10	
Settebetong			4		5	
Storgatestein			13-15		13-15	
Settebetong			6		8	
BÆRELAG						
Ak	8	9	11			
Bk <sup>1)</sup>	9	10	12			
Ag over Bk <sup>1)</sup>			3+8	3+12	5+12	
Ag over Ak			2+8	3+10	5+10	
Ag		5	6	8	10	
Krav til indeks ekskl. dekke <sup>2)</sup>	12	15	18	24	30	
FORSTERKNINGSLAG <sup>3)</sup>						
Materialtype i grunnen:	Bæreevnegruppe	Tykkelse (cm)				
Steinfylling,	1	Evt. avretting	Evt. avretting	Evt. avretting	Evt. avretting	Evt. avretting
Grus, sand, velgr., T1	2	0	0	0	0	0
Grus, sand, ensgr., T1	3	10	10	20	15	30
Sprengt stein/steinfylling, T2	3	evt. avretting	10	10	10	10
Grus,sand,morene,T2	4	20	20	30	30	40
Grus,sand,morene,T3	5	30	30	40	50	40
Silt, leire, T4 $s_u > 50$	6	40	40	50	60	70
$37,5 < s_u < 50$	6	40	40+10	50+10	60	70
$25 < s_u < 37,5$	6	40+20	40+30	50+30	60+10	70+10
$s_u < 25$	6	40+50	40+60	50+50	60+40	80+20

1) Knust betong, 0-50 mm i bærelag må ha trykkholdfasthet større eller lik 30 Mpa

2) Indeks for selve bærelag ekskl. dekke framkommer som godkjent lastfordelingskoeffisient multiplisert med tykkelse i cm for de ulike lag og summert for alle lag som inngår i bærelaget.

14 3) Nødvendig tykkelse på forsterkningslaget ved bruk av masser med lastfordelingskoeffisient 1,0. Lagets tykkelse kan bæreevnemessig reduseres i henhold til godkjent lastfordelingskoeffisient ved bruk av knust asfalt (Ak) eller knust betong (Bk), dersom frostmessig dimensjonering ikke krever tykkere overbygning.

### 2.2.3 Dimensjonering av veier med belegningsstein

Tabellen nedenfor viser bruksområder for knust asfalt (Ak), 0-50 mm og knust betong (Bk), 0-50 mm i veier med belegningsstein. Tallene i tabellen angir tykkelse (cm).

Trafikkgruppe	A	B	C	D	
ÅDT	0 - 1500	1500 - 3000	3000 - 5000	5000 – 10000	
<b>VEIDEKKE</b>					
Belegningsstein	8	8	8	8	
Settesand	3	3	3	3	
<b>BÆRELAG</b>					
Ak	10	13			
Ag over Bk <sup>1)</sup>		3+10	3+12	4+12	
Ag over Ak		3+8	3+10	4+10	
Ag	5	6	8	9	
Krav til indeks ekskl. dekke <sup>2)</sup>	15	18	23	27	
<b>FORSTERKNINGSLAG <sup>3)</sup></b>					
Materialtype i grunnen:	Bære-evne-gruppe	Tykkelse (cm)			
Steinfylling,	1	Evt. avretting	Evt. avretting	Evt. avretting	Evt. avretting
Grus, sand, velgr., T1	2	0	0	0	0
Grus, sand, ensgr., T1	3	20	20	20	30
Sprengt stein/steinfylling, T2	3	20	20	20	30
Grus,sand,morene,T2	4	30	30	40	50
Grus,sand,morene,T3	5	40	50	60	60
Silt, leire, T4 $s_u > 50$	6	50	60	60	70
$37,5 < s_u < 50$	6	50	60	70	70
$25 < s_u < 37,5$	6	50 + 20	60 + 10	70	70
$s_u < 25$	6	50 + 50	60 + 40	70 + 30	70 + 30

1) Knust betong, 0-50 mm i bærelag må ha trykkholdfasthet større eller lik 30 Mpa

2) Indeks for selve bærelag ekskl. dekke framkommer som godkjent lastfordelingskoeffesient multiplisert med tykkelse i cm for de ulike lag og summert for alle lag som inngår i bærelaget.

3) Nødvendig tykkelse på forsterkningslaget ved bruk av masser med lastfordelingskoeffisient 1,0. Lagets tykkelse kan bæreevnemessig reduseres i henhold til godkjent lastfordelingskoeffisient ved bruk av knust asfalt (Ak) eller knust betong (Bk), dersom frostmessig dimensjonering ikke krever tykkere overbygning.

### 2.2.4 Krav til utlegging av knust asfalt

Knust asfalt krever hard og tung kompaktering og tilstrekkelig med overfarter for å oppnå god stabilitet og deformasjonsmotstand. Det må vannes rikelig under utlegging og umiddelbart før valsing. For kontroll av kompaktering bør det utføres valseforsøk med bruk av isotopmåler og visuell inspeksjon av dekket som beskrevet i Statens vegvesens håndbok 198 [11]. På grunn av kravene til kompaktering bør knust asfalt legges ut i sommerhalvåret ved temp. min. 8-10 C, og med maks. tykkelse på 10 cm pr. lag. Utlegging er også beskrevet i sluttrapporten for Forsøksveien [4]. Ved optimale forhold under utlegging kan det oppnås en lastfordelingskoeffisient på opp mot 2,0 for knust asfalt.

Når det gjelder utlegging av kaldstabiliserte masser og innblanding i varmproduksjon vises det til Kontrollordningen for asfaltgjenvinning forslag til retningslinjer [5] og Statens vegvesens håndbok 018 [6].

### 2.2.5 Krav til utlegging av knust betong/tegl

Knust betong i vei bør også legges ut lagvis (men min.  $2 \cdot D_{max}$ , eller 150 mm) og det bør vannes rikelig. Ved utlegging og kompaktering må det også tas hensyn til at knust betong er mer ømfintlig for nedknusing. Det anbefales bruk av "lett" kompakteringsutstyr. Knust betong har svært høy porøsitet og vannabsorpsjon sammenlignet med naturlige

materialer og det kreves derfor mye vann under kompaktering. Optimalt vanninnhold kan ligge 8-12 % høyere enn for pukkmaterialer.

Stabiliteten til knust betong oppgraderes en tid etter utlegging på grunn av etterherding av sement i finstoffet, og rikelig med vanning under utlegging vil bidra til å påskynde de kjemiske prosessene. I sluttrapporten fra forsøksveien er det beskrevet nærmere materialegenskaper til knust betong og gitt råd til selve utførelsen [4].

### 2.2.6 Krav til kvalitet og produksjonskontroll

Knust betong, til bruk i vei, må kontrolleres og dokumenteres i henhold til "Forslag til deklarasjonsordning for resirkulert tilslag" [12]. Den knuste betongen må være klassifisert som "Type 1 Knust betong" i henhold til denne deklarasjonsordningen.

Kornfordelingen må tilfredsstillende krav satt til knust betong i kvalitetsklasse 2 i notat 67-1999 (rev. 2000) fra Väg- och transportforskningsinstitutet (VTI) i Sverige [21], gjengitt i tabellen nedenfor. Ved bruk i bærelag må den knuste betongen i tillegg tilfredsstillende krav til trykkholdfasthet for kvalitetsklasse 2 i dette notatet ( $> 30$  Mpa).

Det er foreløpig konkludert med at knust betong i veikonstruksjoner kommer best til sin rett i forsterkningslaget, blant annet på grunn av størst lagtykkelse, størst nytte av etterherding og at den her er mindre utsatt for nedknusing [4].

For krav til kornfordeling, kvalitet og testfrekvens for knust asfalt henvises til krav satt i Ny veinormal 018 fra Statens vegvesen, foreløpig høringsutkast, juli 2002 [20].

I tillegg henvises til gjeldende krav til kontroll og oppfølging i Bærum Kommunes veinormal [24].

**Krav til kornfordeling for 0-50 mm knust betong i henhold til krav gitt av VTI i Sverige [21]**

Sikt mm	0,075	0,25	1	4	16	37,5	50	63
Maks. %	6	12	25	45	79			
Min. %	3	6	13	25	56	75	90	98



## 2.3 RESIRKULERT TILSLAG OG KNUST STEIN I GRØFTEANLEGG

### 2.3.1 Massetyper og fraksjoner

Bruksområder for fundament og omfyllingsmasser i grøfteanlegg er gitt i tabellen ved siden. Knust stein og knust betong/tegl har de samme bruksområdene, mens det skiller på fraksjon ut fra rørtype og diameter. Knust betong/tegl anbefales foreløpig ikke benyttet i fryseseonen, hvor materialet kan bli stående neddykket i vann med salt fra vegvedlikehold.

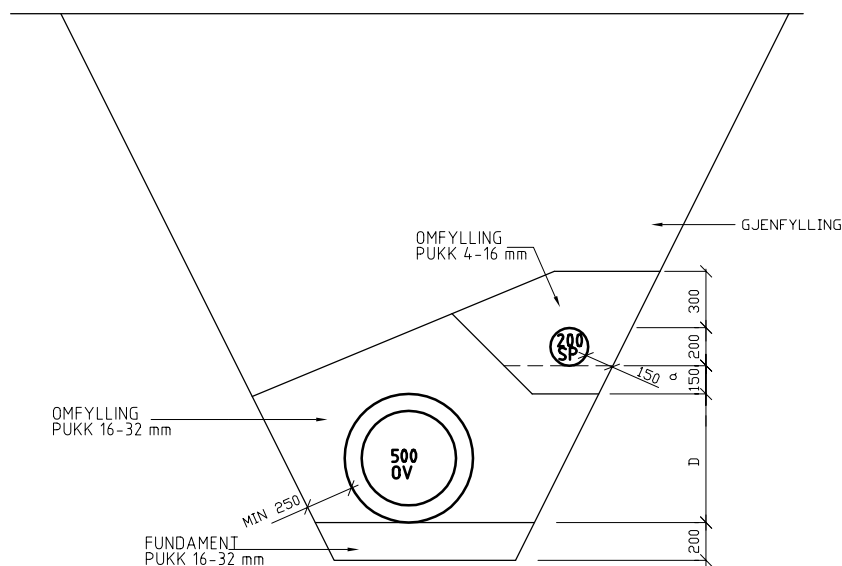
Bruksområdene er basert på Bærum kommunes retningslinjer [13], resultater fra RESIBA-prosjektet på ubunden bruk av resirkulert tilslag i VA-grøfter [8] og retningslinjer gitt i høringsutkast til ny veinormal 018 fra Statens vegvesen. Bildet viser et generelt grøftesnitt med bruk av knust betong/tegl i fraksjonene 4-16 mm og 16-32 mm.

**Generelt grøftesnitt, bruk av 4-16 mm og 16-32 mm. ▶**

### Oversikt over godkjente massetyper for ulike rørtyper i grøfteanlegg

Rørtype	Massetype (fundament og omfylling)	Fraksjon
Betong > 400		
Betong < 400	Knust betong/tegl (type 1B/2B)*	16-32 mm
Stål, støpejern	Knust stein	16-32 mm
Plast < 400	Knust betong/tegl (1B/2B)	4-16 mm
	Knust stein	4-16 mm
Kabelkanaler	Knust betong/tegl (1B/2B)	16-32 mm
	Knust stein	16-32 mm
Kabelrør	Knust betong/tegl (1B/2B)	4-16 mm
	Knust stein	4-16 mm
Jordforlagte kabler	Knust stein	0-4 mm eller sand

\* Klassifisering av knust betong/tegl i type 1B og type 2B etter forslag til deklarasjonsordning for resirkulert tilslag utarbeidet av RESIBA-prosjektet [12]



### 2.3.2 Krav til kvalitet og produksjonskontroll

Bruksområdene er godkjent av Bærum Kommune forutsatt at den produserte betong/tegl overholder krav og er kontrollert i henhold til forslaget til deklarasjonsordning for resirkulert tilslag fra RESIBA [12].

Knust stein må være dokumentert og kontrollert i henhold til Bærum Kommunes retningslinjer for Vann og avløpsledninger [13] og Statens vegvesens vegnormal 018 [6].

### 2.4 NY BETONGPRODUKSJON MED RESIRKULERT BETONG/TEGL

For retningslinjer for bruk henvises til Norsk betongforenings publikasjon nr 26: Materialgjenvinning av betong og murverk for betongproduksjon [9], og rapport nr 07/2002 Bruk av resirkulert tilslag i sementbaserte produkter" [10] fra RESIBA-prosjektet.

### 2.5 VEKSTJORD FRA FORNEBU

Vekstjord produsert av masser fra Fornebu vil være godt egnet til grasbakker, veiskråninger og naturområder. Dersom det benyttes avskrappt topplag vil vekstjorda inneholde en frøbank av naturlige vekster fra Fornebu. Det gjør den godt egnet til områder med naturlig vegetasjon. Jorda vil få pH opp mot 8 på grunn av naturlig høy pH i jordsmonn og berggrunn på Fornebu. De fleste plantevekster vil tåle PH opp mot 8, men det må opplyses om jordas egenskaper i anbudsgrunnlaget slik at utførende ikke legger til grunn krav beskrevet i Statens vegvesen håndbok 025 prosesskode 1 [14].

Statsbygg IFBU deltar i et FoU-prosjekt i regi av ORIO, hvor et av hovedmålene er å dokumentere virkningen av høy PH på ulike plantetyper. Det er foreløpig ikke utgitt noen formelle rapporter fra prosjektet, men Statsbygg IFBU vil kunne gi informasjon om nye resultater fra forsøksfeltet på Fornebu.



△Forsøksfelt med ulike planter og jordtyper på Fornebu

# GJENVINNINGSANLEGG OG TERRENGDEPONI PÅ FORNEBU

Statsbygg IFBU har etablert et gjenvinningsanlegg på Storøya for å produsere resirkulerte materialer, pukk og vekstjord til tekniske formål på Fornebu. Alle utbyggere på Fornebu kan etter nærmere avtale benytte gjenvinningsanlegget. Utbyggere kan også, ved ledig kapasitet, avtale mottak av overskuddsmasser i terrengdeponi.

Fornebu Gjenvinning ANS står for selve driften av gjenvinningsanlegget, mens Infrastrukturprosjektet planlegger og administrerer mottak, produksjon og utlevering etter behov i eget prosjekt og etter bestilling fra andre utbyggere.

Kapittelet gir en oversikt over betingelsene for mottak og utlevering av masser ved gjenvinningsanlegget, men aktører bes ta kontakt med Infrastrukturprosjektet for nærmere informasjon.



△ *Produksjon av pukk, knust asfalt og knust betong ved gjenvinningsanlegget*

### 3.1 AVTALE OM LEVERING OG KJØP AV MASSER

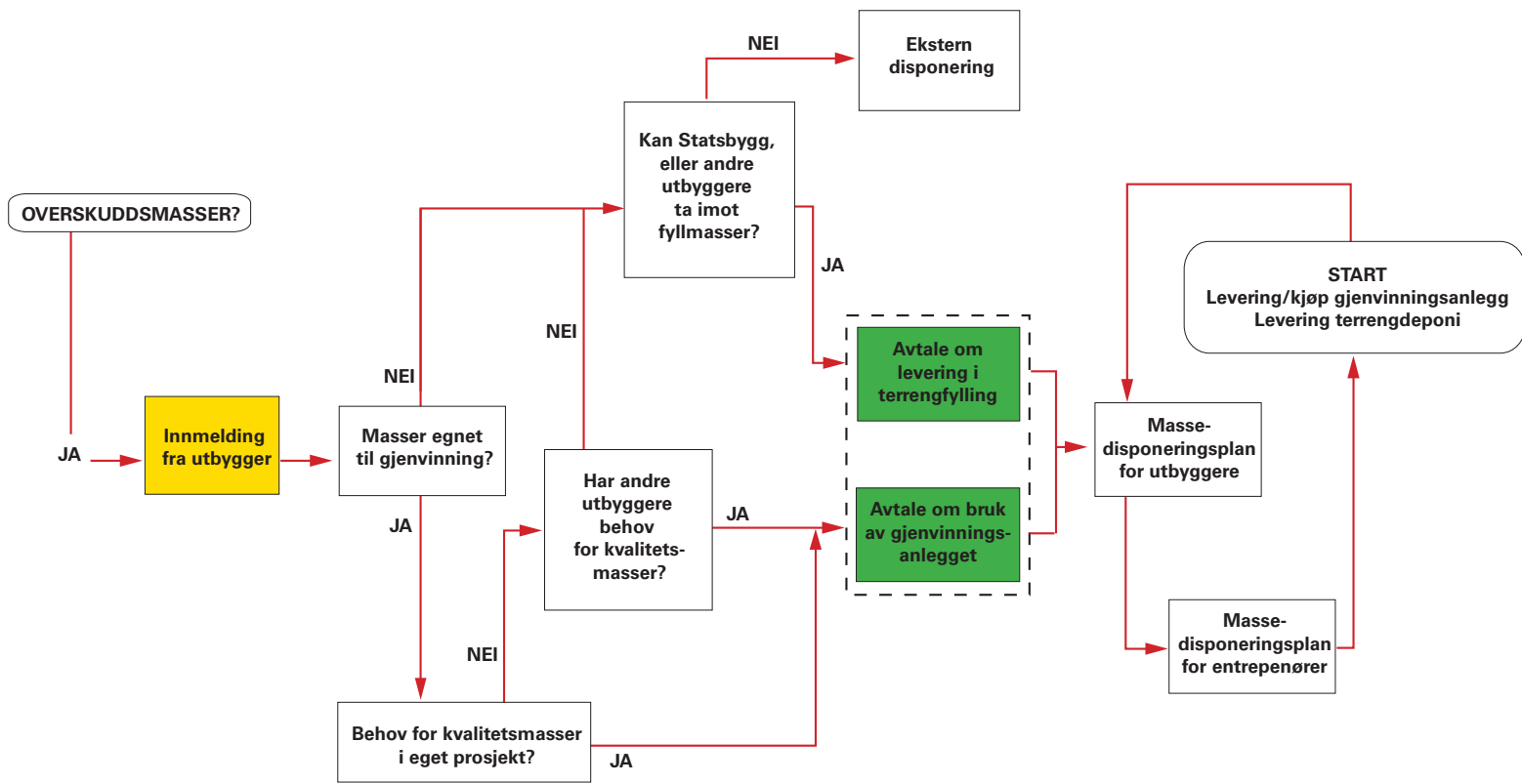
Mottak av masser til gjenvinningsanlegget eller til terrengdeponi og kjøp av masser avtales med Statsbygg IFBU på forhånd etter følgende rutine:

- Utbygger leverer i god tid en oversikt til Infrastrukturprosjektet over overskudd og behov for ulike typer masser
- Statsbygg IFBU vurderer om de har kapasitet til å ta i mot eller levere ut massene
- Det inngås en masseavtale. Avtalen for gjenvinningsanlegget utformes som en rammeavtale over et visst tidsrom og med visse mengder, mengdene er estimert i en vedlagt massedisponeringsplan.

- Utbygger oppdaterer massedisponeringsplanen i henhold til IFBUs prosedyre "Utarbeidelse av massedisponeringsplan for utbyggere" [15]
- Utførende entreprenør overholder krav og oppdaterer massedisponeringsplan i henhold til IFBUs prosedyre "Krav til entreprenører ved bruk av IFBUs gjenvinningsanlegg og terrengdeponier" [16]

Prosessen er vist i flytdiagrammet på side 21.

Ved levering av massetyper som Statsbygg IFBU ikke har avsetning for i eget prosjekt, som asfalt og betong, inngår i tillegg en forpliktelse om gjenkjøp av produserte ferdigvarer av den samme massetypen innenfor et visst tidsrom.



△ Statsbygg IFBUs system for innmelding av masser

### 3.2 PRISLISTE OG BETINGELSER FOR BRUK AV GJENVINNINGSANLEGGET

Prislisten for gjenvinningsanlegget er felles og basert på at gjenvinningsanlegget skal gå i balanse. Overskuddsmasser som leveres ved gjenvinningsanlegget må sorteres i massetyper og overholde spesifiserte krav til mottak [17]. Prisliste og krav til mottak kan fås ved henvendelse til Statsbygg IFBU eller Fornebu Gjenvinning ANS.

### 3.3 KVALITET OG PRODUKSJONSKONTROLL

Produksjonskontrollen på gjenvinningsanlegget utføres i henhold til krav beskrevet i kapittel 2 i veilederen. Opplegget for de resirkulerte materialene er utarbeidet i samarbeid med SINTEF og godkjennende myndigheter på Fornebu.

Kvalitetskrav og produksjonskontroll for vekstjord er utarbeidet av Jordforsk, og er nærmere beskrevet i rapporten "Behov for vekstjord på Fornebu og aktuelle jordblandinger" [18].

Oppdaterte datablad for ferdigvarene kan fås ved henvendelse til Statsbygg IFBU eller Fornebu Gjenvinning ANS.



△ *Produksjon av vekstjord på gjenvinningsanlegget*



△ Gjenbruk av asfalt i ny gang- og sykkelvei (Foto: Per Rathe/Axentum).

# REFERANSEPROSJEKTER PÅ FORNEBU

De siste tre årene har Statsbygg IFBU bygget flere veistrekninger på Fornebu med resirkulert asfalt og betong i bærelag og forsterkningslag. I etterkant er strekningene fulgt opp med jevnlig målinger av bæreevne og sporutvikling i samarbeid med Statens vegvesen. Målet er at resultatene etter hvert skal kunne bidra til god dokumentasjon på bruk av knust asfalt og knust betong til ulike veiformål. Tabellen gir en oversikt over referansestrekninger og oppbygging. Resultater fra videre feltmålinger på strekningene vil bli rapportert gjennom Statens vegvesens etatsprosjekt "Gjenbruksprosjektet" [22].

Oversikt over veistrekninger med knust asfalt (Ak), og knust betong (Bk), 0-50 mm i oppbyggingen

Vei	Byggeår	Oppbygging	Dokumentasjon
Forsøksveien på Fornebu	Høst 1999	7 felt, Ak*, Bk* og mix i bærelag og forsterkningslag, + referansefelt	"Forstudie forsøksveg del b: Etablering av forsøksveg" [19] "Gjenbruksmaterialer til vegbygging på Fornebu" [4]
Ny Snarøyvei del 1	2001-2002	Ak i forsterkningslag i hovedvei, i bærelag i g-/s-veier	"Gjenbruksmaterialer til vegbygging på Fornebu" [3]
Adkomstvei nordområdet	Vår 2001	Ak i bærelag, Bk i forsterkningslag	Kontakt Statsbygg IFBU
Adkomstvei IT Fornebu	Vår 2002	3 varianter med Ak i bærelag og Bk i forsterkningslag, + referansefelt	Kontakt Statsbygg IFBU
Ny Snarøyvei del 2	2003-2004	Ak i bærelag og forsterkningslag	Kontakt Statsbygg IFBU
Anleggsvei sentralområdet	Sommer 2002	Ak i bærelag	Kontakt Statsbygg IFBU



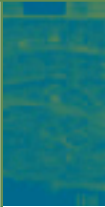
*Utlegging av knust betong og knust asfalt i adkomstvei nord på Fornebu >*





△ *Ny Snarøyvei, ny hovedvei inn til Fornebu*

1. Miljøoppfølgingsprogrammet for Fornebu, 1999, Statsbygg, Oslo kommune, 2000
2. Veileder for miljøriktig prosjektering og bygging, Bærum Kommune, revidert 2003
3. Massehåndteringsplan for Fornebu, Statsbygg, Oslo kommune, rev. feb. 2000
4. Aurstad, Gjenbruksmaterialer til veibygging på Fornebu, 2002, SINTEF rapport STF22 A02310
5. Forslag til retningslinjer for asfaltgjenvinning varm, kald og ubundet, Kontrollordningen For Asfaltgjenvinning (KFA), Inforskriv 11.01, rev. feb. 2002
6. Håndbok 018 "Vegbygging", Statens vegvesen, 1999
7. RESIBA prosjektrapport 05/2002: Ubunden bruk av resirkulert tilslag i veger og plasser, BYGGFORSK Norsk byggforskningsinstitutt, 2003
8. RESIBA prosjektrapport 06/2002: Ubunden bruk av resirkulert tilslag i VA-grøfter, BYGGFORSK Norsk byggforskningsinstitutt
9. Publikasjon nr. 26 Materialgjenvinning av betong og murverk for betongproduksjon, Norsk betongforening, 1999
10. RESIBA prosjektrapport 07/2002: Bruk av resirkulert tilslag i sementbaserte produkter, BYGGFORSK Norsk byggforskningsinstitutt
11. Håndbok 198 Kalde bitumenstabiliserte bærelag, Statens vegvesen
12. RESIBA prosjektrapport 04/2002: Forslag til deklarasjonsordning for resirkulert tilslag, BYGGFORSK Norsk byggforskningsinstitutt 2002
13. Vann- og avløpsledninger – Retningslinjer for prosjektering, utførelse og kontroll, Bærum Kommune, mai 1999
14. Håndbok 025 "Prosesskode 1 Standard arbeidsbeskrivelse for vegarbeidsdriften", Statens vegvesen, 1994
15. "Utarbeidelse av massedisponeringsplan for utbyggere", IFBU-JP-0314, Statsbygg Infrastruktur Fornebu
16. "Krav til entreprenører ved bruk av IFBUs gjenvinningsanlegg og terrengdeponier", IFBU-JU-0202, Statsbygg Infrastruktur Fornebu
17. Prisliste, betingelser og krav til mottak ved gjenvinningsanlegget, Statsbygg Infrastruktur Fornebu
18. Haraldsen: Behov for vekstjord på Fornebu og aktuelle jordblandinger, Jordforskrappport 01/01, Jordforsk, 2001
19. Aurstad J.: Gjenbruk av masser på Fornebu – Forstudie forsøksveg, del B: Etablering av forsøksveg. SINTEF rapport STF22 A00455
20. Høringsutkast Ny veinormal Håndbok 018, Statens vegvesen, juli 2002, [www.vegvesen.no/vegnormaler/hb/018](http://www.vegvesen.no/vegnormaler/hb/018)
21. VTI notat 67-1999, rev. 2000: Råd och vägledning för återvinning av krossad betong som ballast i gator och vägar, Väg- och transportforskningsinstitutet (VTI), 1999
22. "Gjenbruksprosjektet", etatsprosjekt i Statens vegvesen 2002-2005, [www.gjenbruksprosjektet.net](http://www.gjenbruksprosjektet.net)
23. Revidert brukerveiledning for stedsspesifikk risikovurdering av forurenset grunn på Fornebu, Statens forurensningstilsyn, mars 2002
24. VEINORMALER Retningslinjer for geometrisk utforming og bygging av veier og gater, Bærum kommune, kommunalteknisk seksjon, rev. 2002





# STATSBYGG

## **STATSBYGG**

Biskop Gunnerus' gt 6  
Postboks 8106 Dep  
0032 Oslo  
Tlf: 22 24 28 00  
Faks: 22 24 28 06

## **STATSBYGG INFRASTRUKTUR FORNEBU**

Gml. Snarøyvei 50  
Postboks 134, 1330 Fornebu  
Tlf: 67 10 21 60  
Faks: 67 10 21 70

[www.statsbygg.no](http://www.statsbygg.no)  
[postmottak@statsbygg.no](mailto:postmottak@statsbygg.no)