Statens vegvesen

Granulære (ubundne) materialer; bruksområder, materialkrav, kvalitetskontroll

Materialer i vegbygging

13.11.2019

Statens vegvesen

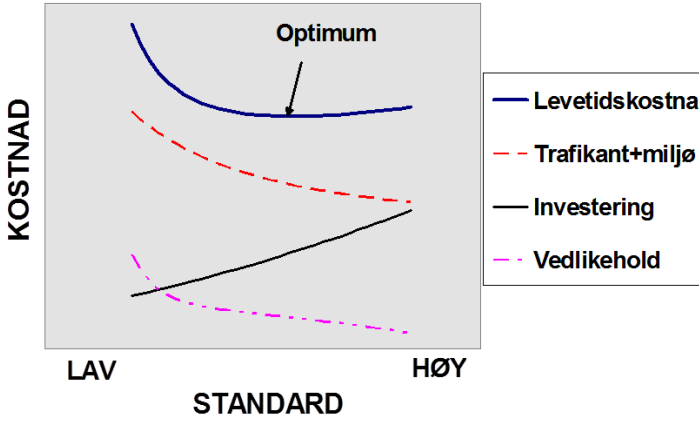
Statens vegvesen

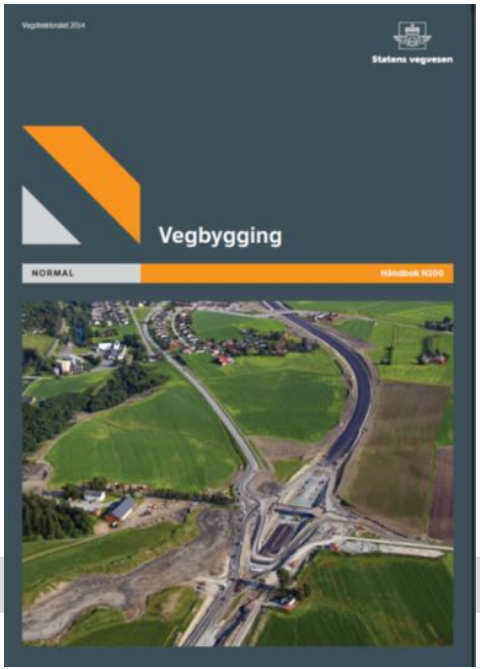
- Statens vegvesen er en stor byggherre med ansvar for nybygging og vedlikehold på store deler av vegnettet
- Skal gjennom sitt sektoransvar bruke sin fagkunnskap til å sikre at valg av materialer og løsninger gjøres på en best mulig samfunnsmessig måte

Statens vegvesen

Materialvalg

- Lang erfaring og FoU arbeid danner grunnlag
- Gjøres for å sikre optimal levetid
- Materialkrav er beskrevet i våre håndbøker





Statens vegvesen

Materialvalg

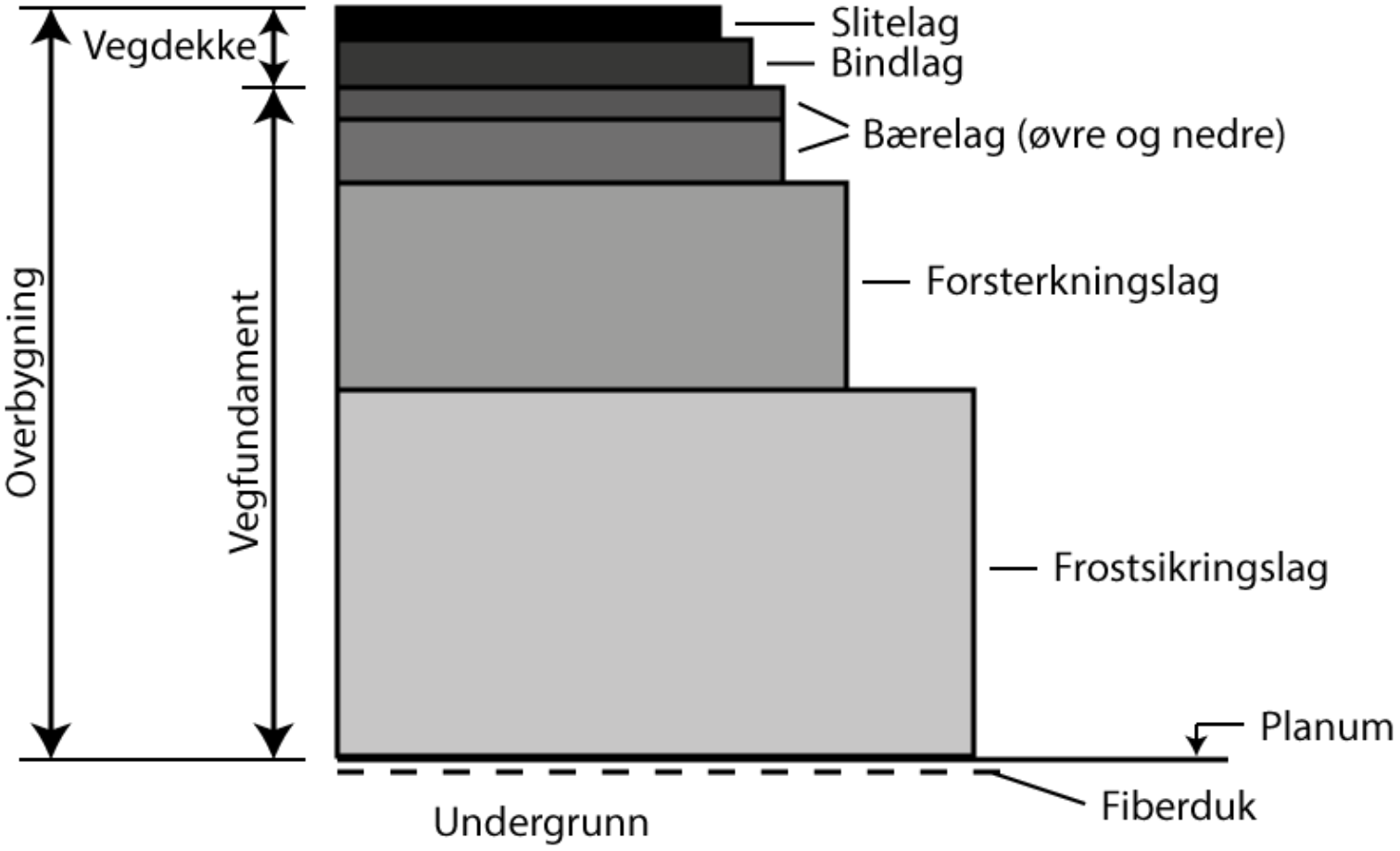
- Om en skal bygge et hus eller en skal bygge en veg er det viktig at en velger de riktige materialene til de ulike delene av konstruksjonen ut fra påkjenninger og belastninger

Statens vegvesen

Dårlig materialvalg og vedlikehold kan gi dårlig resultat!

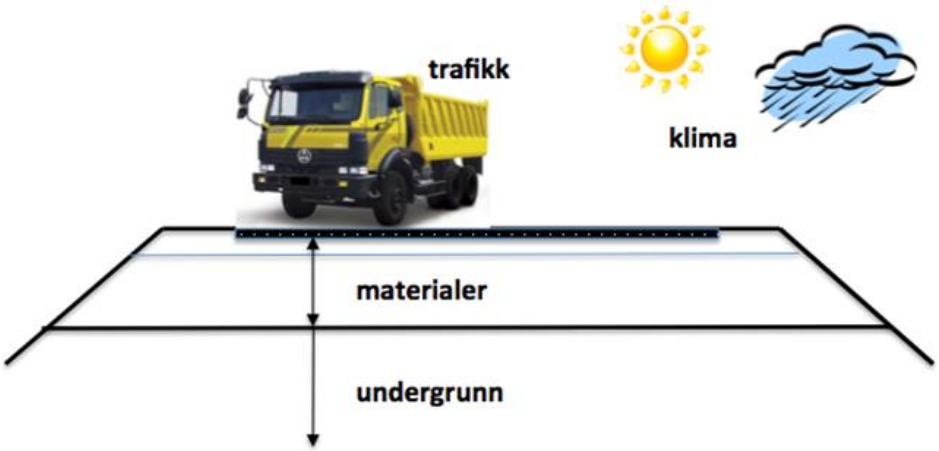
Statens vegvesen

Vegens oppbygging



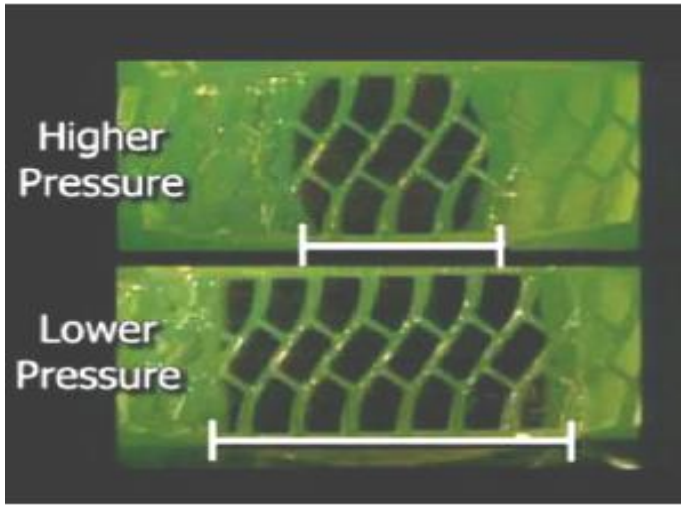
Krav til vegoverbygningen

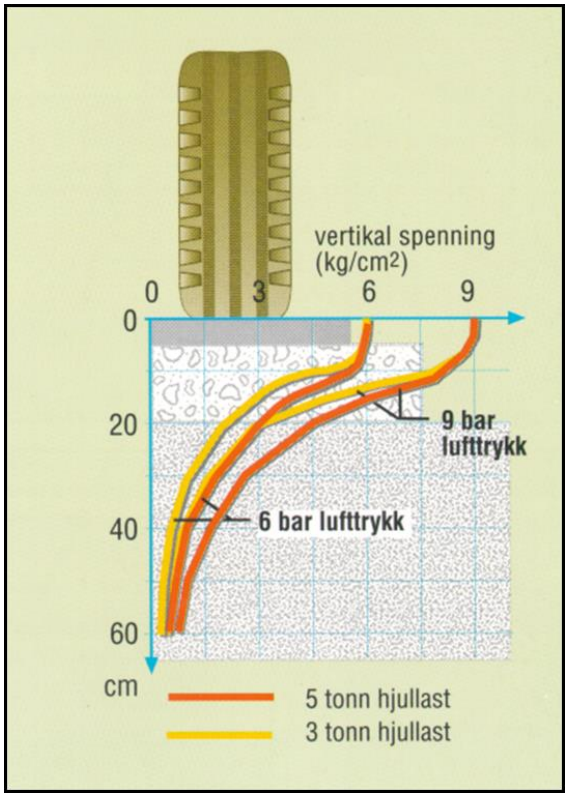
- Vegoverbygningen skal tåle påkjenning fra trafikk og klima (lufttemperatur, stråling, regn, snø, is, frost)
- Påkjenningene og derav krav til materialegenskaper er avhengig av hvor i konstruksjonen materialet brukes
- Materialene må:
  - kunne motstå nedknusing og slitasje (dvs. krav til mekaniske egenskaper)
  - tilfredsstille krav til komprimerbarhet, stabilitet og telefarlighet (dvs. krav til kornform, korngradering, maks finstoffinnhold)

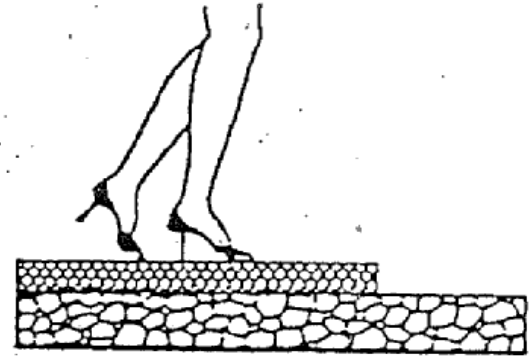


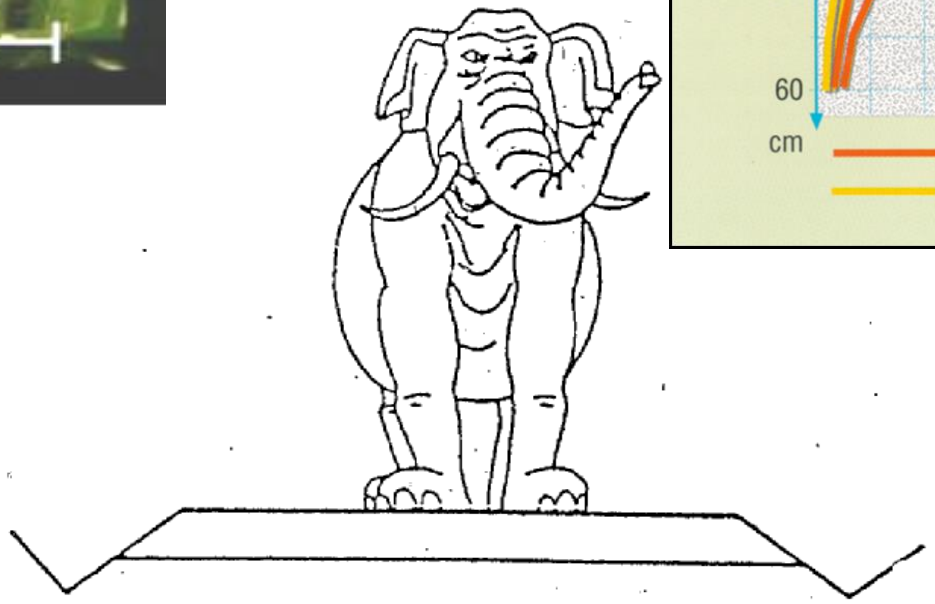
Statens vegvesen

Ringtrykk – aksellast









Statens vegvesen

Dimensjonerende levetid

- Dimensjoneringsperioden er 20 år, dvs. etter 20 år skal det være nok å gjøre et enkelt forsterkningstiltak for å få vegen til å holde i nye 20 år.

- Vegfundamentet må derfor være robust nok til å holde mye lenger enn 20 år, typisk 40–60 år.

- Dekkelevetid ≠ dimensjoneringsperiode
  - Det vil normalt være behov for en eller flere dekkefornyelser i løpet av dimensjoneringsperioden.
  - På en høytrafikkert motorveg kan et godt dekke typisk holde i inntil 10 år, mens dekket på en mindre trafikkert veg ofte holder i 15 – 20 år.

Statens vegvesen

Vegnormal N200

- Statens vegvesen har egen håndbok som beskriver
  - Hvordan en veg skal bygges
  - Hvilke materialer som kan benyttes i de enkelte lag

Statens vegvesen

Ubundne materialer i bære-, forsterknings- og frostsikringslag

- Bærelag
  - Knust grus (GK) og Gjenbruksbetong (Gjb) kun G/S- veger, parkeringsplasser lette kjøretøyer og veger i trafikkgruppe A
  - Knust berg (Fk), tidligere knust fjell

- Forsterkningslag
  - Grus
    - Naturlige forekomster med øvre siktstørrelse opp til 90 mm, kun trafikkgruppe A
  - Knus grus 0/63
  - Knust berg
    - pukk 11/90 og16/90, kult 22/125, 22/180 og samfengt 0/63, 0/90
  - Resirkulerte materialer, gjenbruksbetong og blandede masser 0/63, 0/90, 0/125, 22/125, 11/90 og 16/90

- Frostsikringslag
  - Sand, grus eller knust berg, eventuelt i kombinasjon med lettklinker eller skumglass

Statens vegvesen

Bruksområder

Bærelag

Bærelagstype		Øvre bærelag Trafikkgruppe [1]						Nedre bærelag Trafikkgruppe [1]					
		A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
Knust berg	Fk	■						■	■	■			
Asfaltert grus	Ag		■	■	■	■	■		■	■	■	■	■
Asfaltert pukk	Ap		■	■	■	■	■		■	■	■	■	■
Gjenbruksasfalt [2]	Gja	■	■	■				■	■	■	■		
Knust asfalt	Ak	■	■					■	■	■	■		

[1] Nedre grense er økonomisk betinget. Øvre grense er satt av funksjonsmessige årsaker.
[2] Bruken av Gja bør vurderes i hvert enkelt tilfelle

Forsterkningslag

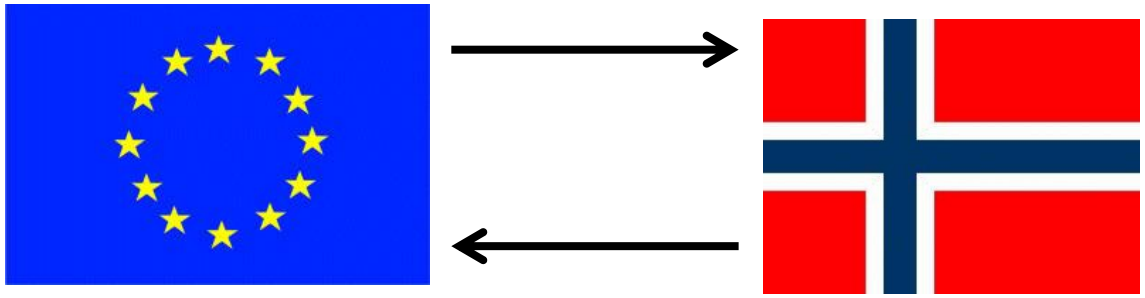
	Trafikkgruppe					
	A	B	C	D	E	F
Grus	■					
Knust grus	■	■	■			
Knust berg (pukk, kult og samfengt knust berg)	■	■	■	■	■	■
Resirkulerte materialer (Gjb og Bm)	■	■	■	■		

Statens vegvesen

Materialkrav

Statens vegvesen

EUs Byggproduktforordning



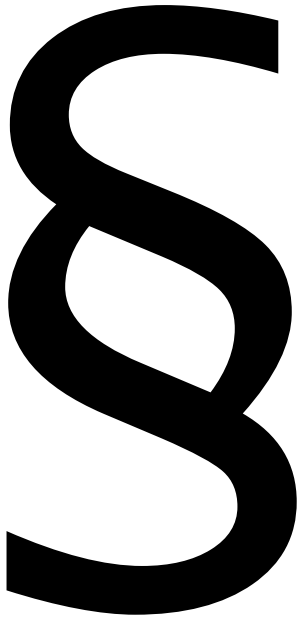
For å sikre fri flyt av varer og tjenester innen EU ble det i 1989 innført et Byggevaredirektiv for å sikre at alle byggevarer er dokumentert før omsetning

- Norge forpliktet seg gjennom EØS-avtale å innføre EUs Byggevaredirektiv (forankret i Norsk lovverk)
- **1. juli 2013 ble Byggevaredirektivet erstattet av Byggproduktforordningen**

Statens vegvesen

Vegnormal N200

- **Vegnormalens forankring i lovverket**
  - Vegloven
    - Vegnormalen (N200) er forankret i Veglovens §13, som videre er utdypet i Forskrift for offentlig veg
  - Plan og bygningslov (PBL)
    - Veglovens §12 presiserer at plan og bygningslov gjelder for planlegging av offentlig veg
  - Byggeteknisk forskrift (TEK) med unntak av kapittel 8,12, 13 og 14 gjelder for konstruksjoner



EUs Byggproduktforordning er forankret i Norsk lovverk (PBL) og byggevarer benyttet til vegbygging skal dokumenteres i henhold til harmoniserte standarder

Statens vegvesen

Krav ubundne materialer

Bærelag/forsterkningslag, ubunden bruk

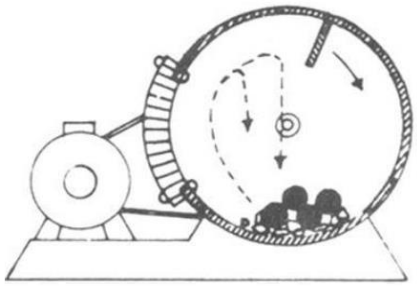
NS-EN 13242 gjelder for materialer med øvre siktestørrelse D mindre eller lik 90 mm, for grove masser med D større enn 90 mm gjelder N200 og NS 3468 (ny)

- Mekaniske egenskaper
  - Motstand mot nedknusing Los Angeles NS-EN 1097-2
  - Motstand mot nedmaling (abrasiv slitestyrke) Micro Deval NS-EN 1097-1

Mekaniske egenskaper, testmetoder

- Motstand mot nedknusing, Los Angels-metoden NS-EN 1097-2

Diameter 45-49 mm



Diameter 711 mm

Testprosedyre: 5000 g materiale fraksjon 10-14 mm
11 stålkuler (4690-4890 g)
500 omdreininger
Los Angeles verdi er materiale mindre enn 1,6 mm etter tromling

Statens vegvesen

Mekaniske egenskaper, testmetoder

- Abrasiv slitestyrke mekanisk stabiliserte materialer, Micro-Deval-metoden NS-EN 1097-1

Diameter trommel 200mm
Diameter stålkuler 10 mm

Testprosedyre:

500 g materiale fraksjon 10-14 mm
stålkuler (5000g)
2500 ml vann
12000 omdreininger, 100 omdr/min
Micro-Deval verdi er materiale mindre enn 1,6 mm etter tromling

Statens vegvesen

Materialkrav

Bærelag

- Skal tåle stor belastning
- Må ha god stabilitet og lastfordelende evne
- Det er dyrt og tidkrevende å få reparert et dårlig bærelag
- Ubundne materialer kan knuses ned under dynamisk belastning. Dette danner finstoff og kan på sikt gjøre materialet vannømfintlig eller telefarlig. Derfor er krav til steinmaterialkvalitet og finstoffinnhold strenge.
- Graderingskrav for å sikre stabilitet og lastfordelende evne.

Statens vegvesen

Bærelag materialkrav

Styrke-/mekaniske egenskaper og gradering

Parameter	Krav
Los Angeles-verdi [1)]	≤ 35 [1)]
Micro-Deval-koeffisient [1)]	≤ 15 [1)]
Flisighetsindeks	≤ 25
Humusinnhold for Gk, % [3)]	≤ 1
Masseprosent av knuste korn [4)] Masseprosent av fullstendig rundete korn [4)]	≥ 50 ≤ 30
Korngradering	Tabell 641.2
Overstørrelser Maksimal kornstørrelse	Tabell 641.2
Maksimum finstoffinnhold : (< 63 µm av total prøve): Sortering 0/22 (kun Gk), 0/32 [5)] Sortering 0/45 Sortering 0/63 (kun Fk og Gjb)	 ≤ 7 % ≤ 5 % ≤ 3 %

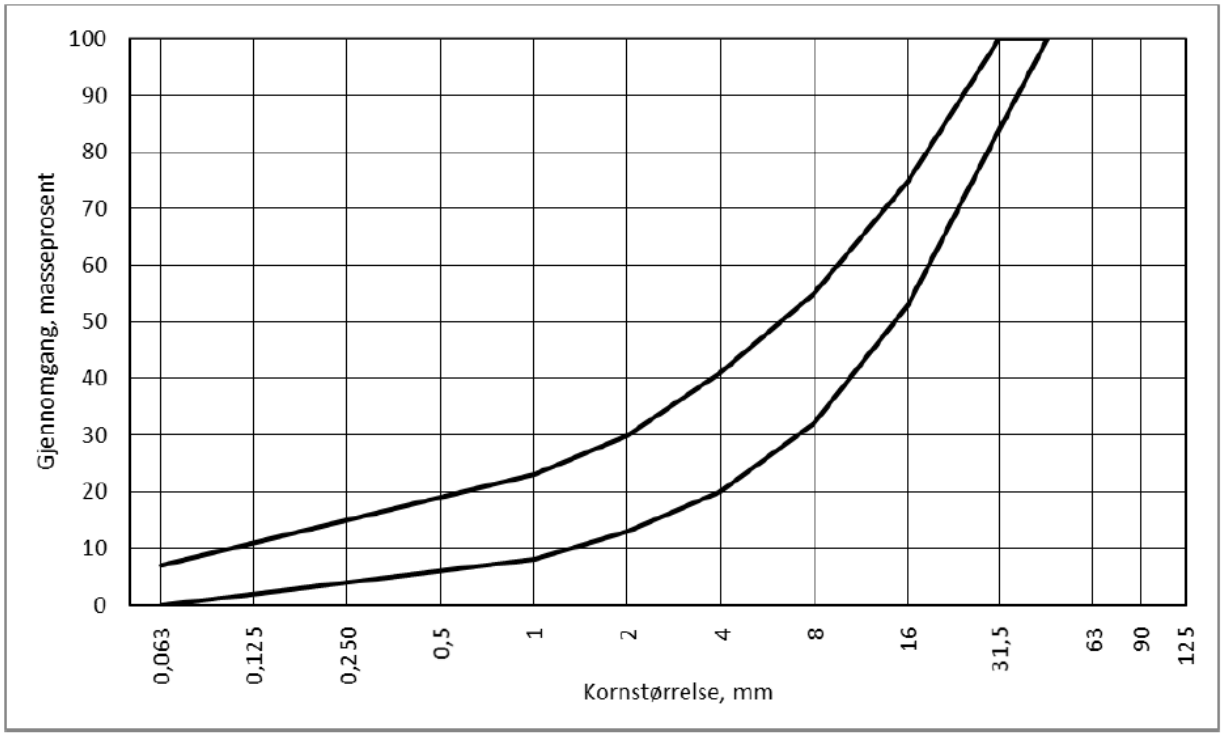
1) For veger i trafikkgruppe A er kravet Los Angeles-verdi ≤ 40 og micro-Deval-koeffisient ≤ 20. Det aksepteres verdier fra materialprodusent for disse to egenskapene.
2) Kontrollomfang er 1 prøve pr. påbegynt 5000 m³ for Gk og Fk, og 1 prøve pr. påbegynt 1500 m³ for Gjb.
3) Kravet til kontroll av humus gjelder ikke for Fk siden det antas at humus i svært liten grad er til stede i materialet.
4) For knust berg (Fk) og knust gjenbruksbetong (Gjb) kan kravet ansees oppfylt uten ytterligere dokumentasjon.
5) Fk 0/22 kan benyttes til forkiling av forsterkningslag og som bærelag i veger med grusdekke. Krav til korngradering er da som for Gk.

Bæærelag materialkrav

Korngradering knust grus, knust berg og Gjb

Statens vegvesen

De mest aktuelle sorteringer er 0/32, 0/45 og 0/63



Figur 641.2 Grensekurver for Gk, Fk og Gjb i sortering 0/32 i bærelag ferdig utlagt på veg. Typisk kurve skal ligge innenfor heltrukne grensekurver.

Statens vegvesen

Forsterkningslag materialkrav

Styrke-/mekaniske egenskaper

Krav til mekaniske egenskaper (knuste steinmaterialer)	**Trafikkgruppe**	
	A[1]	**B, C, D, E og F**
Los Angeles-verdi, LA	≤40	≤35
Micro-Deval-koeffisient, M_{DE}	≤25	≤20
Krav til mekaniske egenskaper (knust og uknust grus)	**Trafikkgruppe**	
	A[1]	**B og C**
Los Angeles-verdi, LA	≤40	≤35
Micro-Deval-koeffisient, M_{DE}	≤25	≤20
Krav til mekaniske egenskaper (resirkulerte materialer)	**Trafikkgruppe**	
	A[1]	**B, C og D**
Los Angeles-verdi, LA	≤40	≤35
Micro-Deval-koeffisient, M_{DE}	≤25	≤20
Krav til humusinnhold og knusningsgrad (samfengte grusmaterialer)	**Trafikkgruppe**	
	A[1]	**B og C**
Humusinnhold	< 1 %	< 1 %
Knusningsgrad C	-	$C_{50/30}$

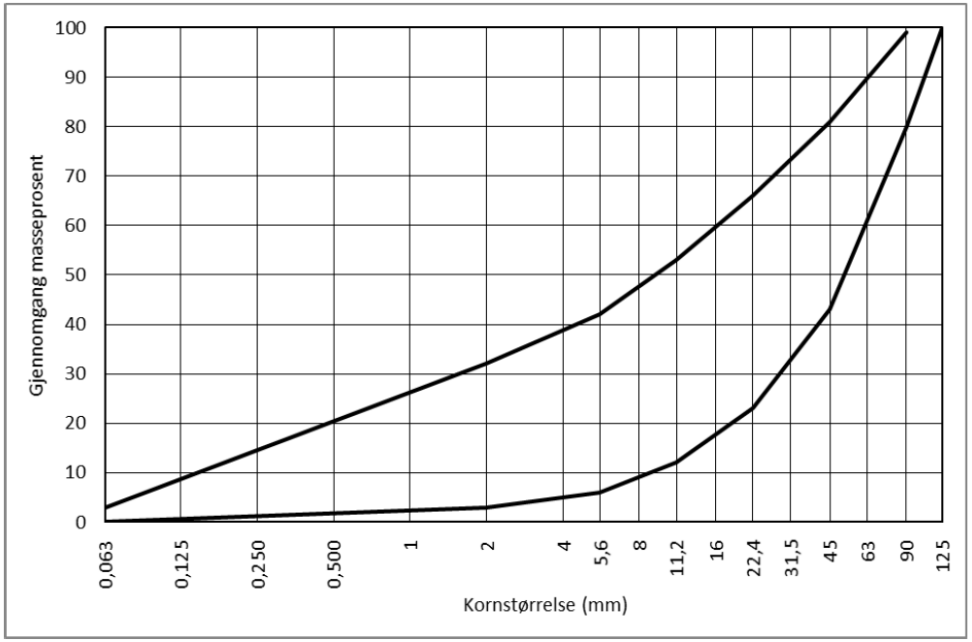
[1)] Gjelder også gang- og sykkelveger og parkeringsplasser for lette kjøretøy.

Statens vegvesen

Forsterkningslag materialkrav

Korngradering

Krav til korngradering	Kvalitetskrav	
	Verdi	Maks. verdi [1]
Samfengt knust/uknust grus og knust berg		
Andel overkorn	≤ 20 %	25 %
Andel mindre enn 1.4D	98–100 %	
Andel mindre enn D	80–99 %	
Andel mat. < 63 µm (av hel prøve), f 0/63 og 0/90	≤ 3 %	5 %
Største steinstørrelse, D_{maks}	≤ 125 mm	
Kornkurve, se figur 631.1 og 631.2		
Pukk		
Andel overkorn	≤ 20 %	25 %
Andel underkorn	≤ 20 %	25 %
Andel mindre enn 1.4D	98–100 %	
Andel mindre enn D	80–99 %	
Andel mindre enn D/2	20–70 %	
Andel mindre enn d	1–20 %	
Andel mindre enn d/2	0–5 %	
Største steinstørrelse, D_{maks}	≤ 125 mm	
Kult		
Andel materiale < 90 mm		
22/125	50–85 %	
22/180	20–70 %	
Andel mindre enn d[2]	1–20 %	
Andel mindre enn d/2	0–5 %	
D_{maks}	≤ 2/3 av lagtykkelse, maks. 250 mm [3]	270 mm
Største steinlengde	≤ 2/3 av lagtykkelse, maks. 360 mm [3]	390 mm
Resirkulerte materialer		
Andel materiale < 63 µm av hel prøve	≤ 5 %	7 %
For D > 90 mm, andel mat. < 63 µm regnet av materiale < 90 mm	≤ 5 %	7 %
Største steinstørrelse, D_{maks}	≤ 125 mm	



Figur 631.2 Krav til korngradering for 0/90-masse ferdig utlagt på veg

Eks: 16/90 D = 90 mm og d=16mm

1,4D = 90mm*1,4 =125mm, 2D = 90mm*2 = 180mm, D/2 = 90mm/2 = 45mm

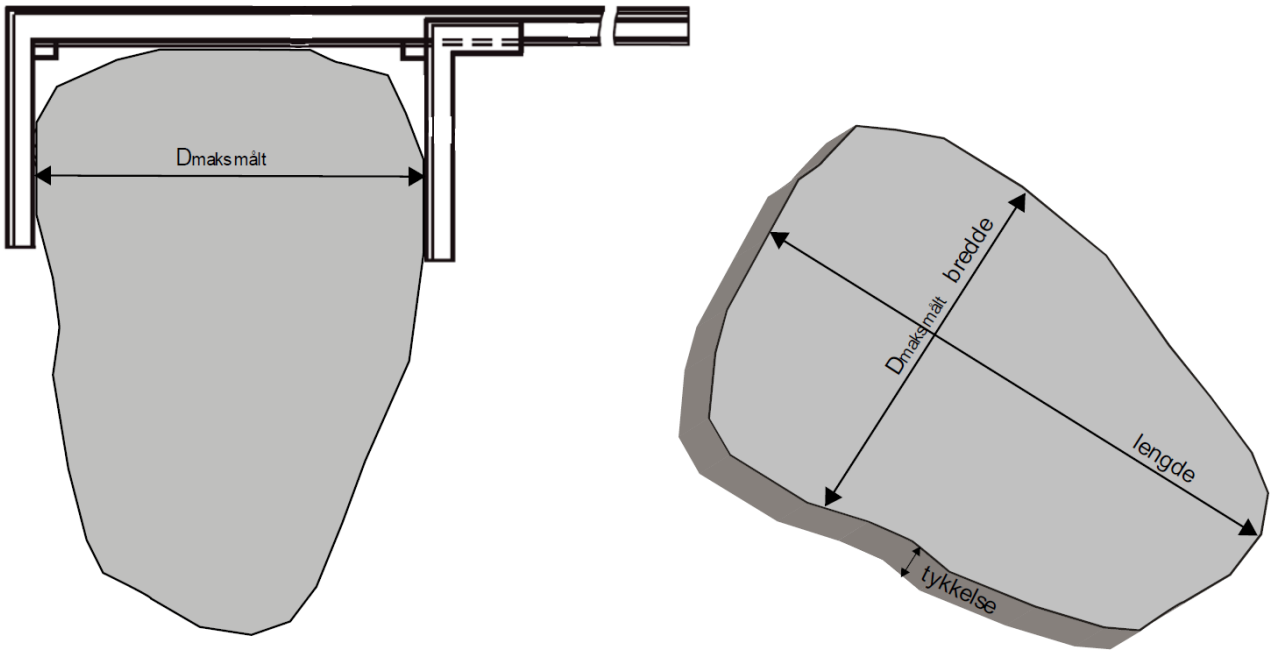
d/2 = 16/2 = 8mm

Dmaks = 1,4D

Statens vegvesen

Måling av største steinstørrelse

Største steinstørrelse D_{maks} tilsvarer steinens bredde



2/3 av lagtykkelse D_{maks} målt maks 250 mm, steinlengde maks 360 mm

For bæreevnegruppe 4 eller dårligere ½ lagtykkelsen

Statens vegvesen

Ny NS 3468 Grove steinmaterialer utgitt 1. januar 2019

- Standarden beskriver hvordan produserte grove steinmaterialer og resirkulerte materialer skal klassifiseres og dokumenteres
- Med grove steinmaterialer menes størrelser mellom 90 mm og 1000 mm
- NS 3468 dekker hele verdikjeden
  - produksjon av steinmaterialer
  - dokumentasjon
  - ferdig leverte varer brukt til bygge- og anleggsarbeid
- Den dekker ikke utlegging eller komprimering av masser

Statens vegvesen

Målet med NS 3468 for grove steinmaterialer

- Målet med NS 3468 er å
  - definere en felles måte å beskrive grove steinmaterialer på
  - sette krav til hvordan kvaliteten på materialene skal dokumenteres
  - hjelpe bestillere ved spesifisering og innkjøp
  - bidra til ensartede og forutsigbare bestillinger, slik at produksjonen kan målrettes
- De felleseuropeiske standardene dekker ikke alt vi trenger
- Med unntak av stein til plastring langs kyst og elver, bruker Norge og Norden grovere stein til bygge- og anleggsformål enn resten av Europa

Statens vegvesen

Bruk av forkiling i toppen av forsterkningslag

- Ved bruk av grove åpne fraksjoner i forsterkningslag er det nødvendig med forkiling/tetting før legging av bærelag. Geometriske krav skal være oppfylt før forkiling
- Forkilingslaget skal ha bærelagskvalitet
- Ved bruk av knust berg (Fk) i bærelag bør forkiling utføres med knust berg (Fk). Ved bruk av bituminøse materialer i bærelag bør forkiling utføres med knust asfalt (Ak), emulsjonsgrus eller skumgrus

Statens vegvesen

Frostsikringslag av sand, grus- og steinmaterialer

Hensikten med frostsikring er å hindre at frostnedtrengning medfører skader på veg som følge av telehiv eller bæreevnereduksjon i teleløsningsperioden

Materialkrav

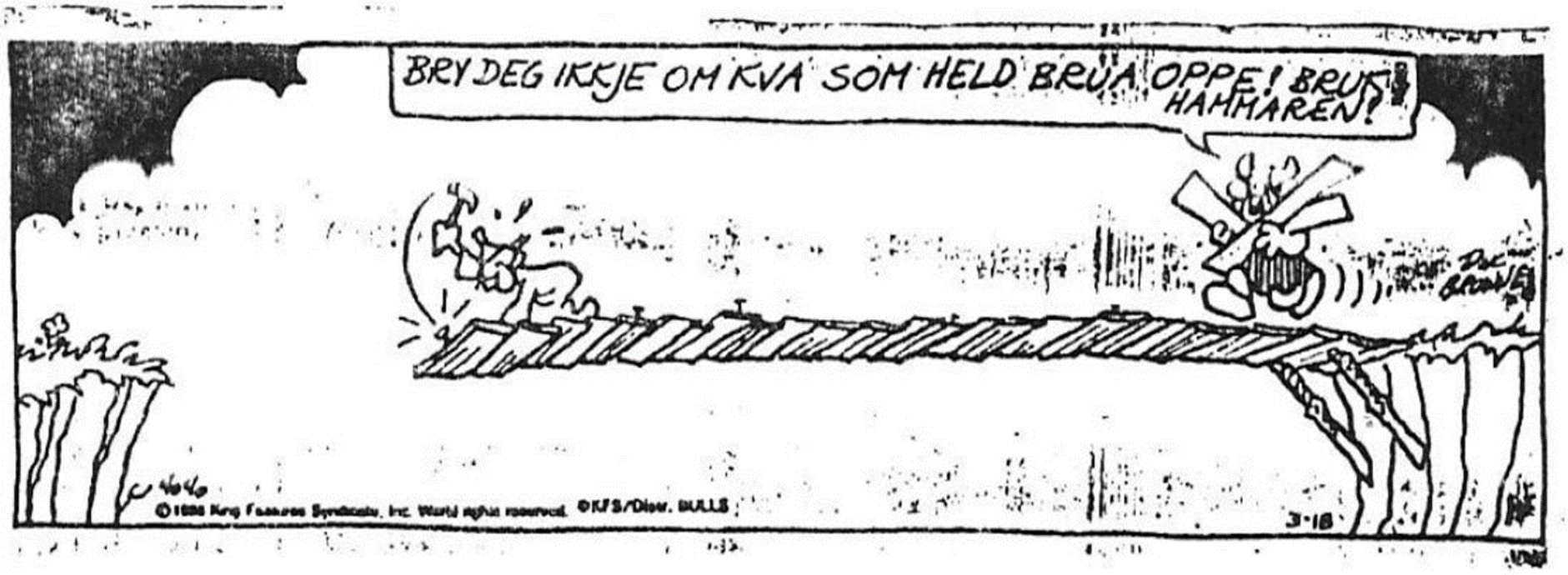
- Knust berg til frostsikringslag skal være knust i en kontrollert produksjon
  - Største steinlengde maks. ½ lagtykkelsen, maks. 500 mm
  - Andel materiale mindre enn 90 mm skal være minst 30 %
  - Andel finstoff mindre enn 0.063 mm min. 1 % og maks. 7 % regnet av materialer mindre enn 90 mm
  - Steinmaterialer skal bearbeides for å sikre homogenitet
- Graderingstall (sand og grus): C_u (d60/d10) skal være ≥ 5
- Ingen krav til mekaniske egenskaper

Statens vegvesen

Skader forårsaket av feil i ubundne lag

Statens vegvesen

Dokumentasjon og kontroll



Kontroll → Fremdrift

Statens vegvesen

Kvalitetskontroll

- Produktdokumentasjon, CE merking, alle materialer som omfattes av NS-EN 13242
- Produktdokumentasjon materialer D >90 mm skal gjøres i henhold til NS 3468 (2019)

- Entreprenørdokumentasjon/kontroll
- Byggherrekontroll/stikkprøvekontroll

Statens vegvesen

Krav om dokumentasjon fra produsent

- Krav til ytelseserklæringer og CE-merking
- Krav til CE-merking er etter den nye forordningen «absolutt»

Statens vegvesen

Entreprenørdokumentasjon

- Viktig å presisere at alle våre krav gjelder ferdig utlagt materiale
- Byggherre kjøper ikke produkter, men ferdig veg
- Produktdokumentasjon av mekaniske egenskaper vil aksepteres som del av entreprenørdokumentasjon

Kontrollomfang

Lag	1) Maks steinstørrelse andel mindre enn 90mm 2) Finstoffandel	Kontrollomfang mekaniske egenskaper 1 prøve pr	Kontrollomfang korngradering 1 prøve pr
Bærelag		**5000 m3**	**500 m3**
Forsterkningslag		**10000 m3**	**1000 m3**
Frostsikringslag	**1) 5000 m3** **2) 1000 m veg**		

Statens vegvesen

Kvalitetsdokumentasjon

Konsekvenser ved kvalitetsavvik

- Dersom kvaliteten av f.eks. forsterkningslag er for dårlig vil det være svært vanskelig å gjøre noe med dette i ettertid. Vil ha konsekvenser på sikt mht. levetid.

- Materialer høyt opp i konstruksjonen er ofte kostbare og kravene til materialkvalitet er høye. Kvalitetsavvik vil kunne gi kort levetid, men fordelen er at disse lagene ligger tilgjengelig og kan i verste fall fjernes.

Statens vegvesen

Dokumentasjon og kontroll

- Det er viktig at dokumentasjon fra entreprenør (og ev. stikkprøvekontroll) foreligger *før* utlegging av neste lag starter!
- Når det er fare for nedknusing (materialet blir telefarlig) som følge av anleggstrafikk, bør kontrollen utføres så tett innpå legging av neste lag som mulig.
- Mye enklere å gjøre tiltak dersom avvik registreres før neste lag legges.

Statens vegvesen

Kan vi stole på entreprenørens kontroll?

Statens vegvesen

Hva kan gå galt

- **Traubunn**; jevnhet og fall, utkilinger, frostsikring, masseutskifting
- **Materialkvalitet** i bærelag og forsterkningslag
- **Finstoffinnhold** i forsterkningslag/avrettingslag
- **Lagtykkelser** på dekker og bærelag)
- **Komprimering** (både bituminøse og ubundne materialer)
- **Manglende dokumentasjon** på materialkvalitet fra entreprenørene

Statens vegvesen

Entreprenøren skal dokumentere kvalitet

- **Entreprenør** skal dokumentere kvalitet
  - Dokumentasjon skal være i henhold til oppsatt kontrollplan og skal legges frem legges frem fortløpende!!!
- **Byggherre** skal verifisere at krevd kvalitet er oppnådd gjennom
  - Oppfølging av entreprenørens kontroll/dokumentasjon
  - Gjennomføre stikkprøvekontroll ut fra byggherrens kontrollplan, som er satt opp ut fra kritiske prosesser (Rapport nr. 274 Datagrunnlag for målekort)

- ***Byggherrens kontroll skal alltid omfatte***
  - *Entreprenørens arbeidsprosedyrer*
  - *Entreprenørens avviksbehandlingssystem*
  - *Entreprenørens kontrollplan*
  - *Entreprenørens dokumentasjon av utført arbeid og oppnådd kvalitet*
  - *Byggherrekontroll (stikkprøve)*

Statens vegvesen

vegtilsynet

Tilsynsrapport
sak 2016-01

Teknisk kvalitet i utbyggingsprosjekt

I vurderingen av funnene skriver Vegtilsynet at det allerede i samhandlingsprosessen mellom byggherre og entreprenør er for liten vekt på teknisk kvalitet knyttet til sikkerhet sett i forhold til det kravene tilsier. Fire av fem prosjekt manglet gjennomgang av entreprenørens kvalitetssystem og prosedyrer for kvalitetssikring

Eksempel
- Kontrollomfang ikke planlagt i samsvar med krav
- Kontroll blir ikke dokumentert i Kvalink
- Lite etterprøvbare vurderinger av dokumentasjon fra entreprenør
- Avviksbehandling blir ikke dokumentert