

Intern rapport nr. 2285

CEN-metoder - Tilslag

**SK-kurs ved Vegteknisk
avdeling**

Tirsdag 16. april 2002

04.07.02

Vegteknisk avdeling / Vegdirektoratet

Intern rapport nr. 2285

CEN-metoder - Tilslag SK-kurs ved Vegteknisk avdeling Tirsdag 16. april 2002

Sammendrag

De viktigste metodene vi hadde fra før og som vi får beholde, er:

- Neddeling av prøver
- Densitetsbestemmelse
- Møllemetoden for 11/16 mm
- Lyshetsmåling

Metoder som blir noe annerledes, er:

- Prøvetaking
- Sikting
- Bestemmelse av sikterenheter

Metoder som er nye for de fleste av oss, er:

- Måling av Flakindeks
- Los Angeles-metoden
- Måling av poleringsverdi
- Telling av antall knuste korn

Metoder som forsvinner, er:

- Fallprøven og bestemmelse av steinklasse
- Abrasjonsmetoden og bestemmelse av Sa-verdi

Konklusjon: Det blir færre og enklere analysemetoder å forholde seg til ved undersøkelse av tilslag.

Emneord: *Steinmaterialer, CEN-metoder og Norsk Standard*

Kontor: *Geologi- og tunnelkontoret*

Saksbehandler: *Brit E. Løberg*

/ britlo

Dato: *04.07.02*

Statens vegvesen, Vegdirektoratet
Vegteknisk avdeling / Vegdirektoratet

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

Innhold

| | Side |
|--|-------------|
| Innledning | 2 |
| Litt om standardisering, Norsk Standard, CEN og ISO | 3 |
| De viktigste metodene | 6 |
| Prøvetaking av tilslag og neddeling av prøver ... | 8 |
| Sikting | 9 |
| Flakindeks | 12 |
| Los Angeles-verdier og sprøhetstall | 16 |
| Mølleverdier og slitasjemotstand | 18 |
| Andre metoder | 20 |
| Måling av poleringsverdi (PSV) | 20 |
| Antall knuste korn | 20 |
| Fryse-tine-test for tilslag | 20 |
| Bestemmelse av bestandighet mot varmesjokk | 21 |
| Kvalitetssikring av utstyret | 22 |
| Oppsummering | 23 |
| Litteratur | 24 |
| Vedlegg | 26 |

Innledning

Etter hvert som tiden nærmer seg for overgang til nye europeiske standarder, blir det mer og mer påkrevet at de det angår, får informasjon om disse standardene og hvilke følger de får for laboratorievirksomheten og for nye resepter til asfalt og betong. Noen av metodene er allerede beskrevet i håndbøkene 014 Laboratorieundersøkelser og 015 Feltundersøkelser. Flere metoder vil komme senere. Krav til analyseverdier fra dem vil komme med i Håndbok 018 Vegbygging.

Kurset var et *endagskurs* og ble holdt på Vegteknisk avdeling. Bare det teoretiske var på programmet, men det blir opplæring i det praktiske ved hospitering senere. De fleste foredragene er samlet i denne rapporten.

Arne Sørliet innledet kurset med informasjon om den nye utgaven av Håndbok 018 Vegbygging og nye krav til steinmaterialer. Hans lysark er figurene 1-3 nedenfor.

- Generelt om standarder
- Statens vegvesen har hatt en selvstendig stilling
 - H.b. 014 Laboratorieanalyser
 - H.b. 018 Vegbygging
 - H.b. 025/026 Prosesskode
 - m.fl.
 - NS 3420 m.fl. brukes forholdsvis lite
 - Skal følge CEN (Søfteland)
 - Holdningsendringer ?

Figur 1: Generelt om standarder

- Revisjon av h.b. 018 Vegbygging
- Pågår nå
 - Faglig gjennomgang i 2001
 - Høring til sommeren
 - Ny utgave januar 2003

Figur 2: Revisjon av Håndbok 018 Vegbygging

- Nye krav til steinmaterialer
- Ja, det blir nye krav
 - Noen metoder/krav går ut
 - Noen "nye" metoder tas inn
 - Funksjonskrav = materialkrav + utførelse ?

Figur 3: Nye krav til steinmaterialer

Litt om standardisering, Norsk Standard, CEN og ISO

Det var i utgangspunktet frivillig om man vil bruke standarder, men oftest brukes de som en del av avtaler og kontrakter som inngås. Dermed blir bruk av standard det samme som å oppfylle sin del av en avtale. Mange oppfatter Norsk Standard som en slags varedeklarasjon.

Det finnes ca. 10 000 standarder som er fastsatt som Norsk Standard, og ca. 2 000 av dem er utarbeidet i Norge. I tillegg finnes det internasjonale standarder som ikke er fastsatt som Norsk Standard, men som likevel benyttes her.

Standardisering har pågått lenge – særlig innen bygg og anlegg. Norges Standardiseringsforbund (NSF) er sentralorganet for standardiseringsarbeid i Norge og representerer Norge utad. NSF fastsetter Norsk Standard, markedsfører og selger standarder.

Selve standardiseringsarbeidet utføres av fem selvstendige fagorganer: Norsk Almenstandardisering (NAS), Norsk Elektroteknisk Komité (NEK), Post- og Teletilsynet (PT), Norsk Teknologisenter (NTS) og Norges Byggstandardiseringsråd (NBR).

NBR ble etablert for ca. 40 år siden og er et selvstendig fagorgan for standardisering innen bygg og anlegg. NBR utarbeider en rekke nasjonale standarder i tillegg til å harmonisere, implementere og revidere internasjonale standarder.

Som medlem av den europeiske standardiseringsorganisasjonen CEN er vi *forpliktet* til å implementere alle EN-standarder og å fastsette dem som Norsk Standard. Men som medlem av den internasjonale standardiseringsorganisasjonen ISO kan vi *velge* hvorvidt en ISO-standard skal implementeres og fastsettes som Norsk Standard.

På adressen <http://europa.eu.int/eur-lex/da/lif> finnes ”Register over gjeldende EF-retsfor- skrifter” med alle EUs direktiver. Dette er tilgjengelig for alle som har adgang til internett.

Norge kom med i EFTA på 1960-tallet, og derved også med i CEN-arbeidet som ble påbegynt på 1970-tallet. Norge har også vært med i ISO-standardiseringen i en årrekke. De fleste norske standarder kommer fra ISO – og etter hvert fra CEN.

ISO-standarder er verdensomspennende, og Europa-Normaler (EN-standarder) er europeiske. Det arbeides parallelt, men allerede i 1990 var det enighet om at for å unngå dobbeltarbeid vil den standard gjelde som først er ferdig. Et vedtak om dette ble gjort i Wien i 1998.

Når det gjelder kvalitetsstyring og sertifisering, er metodene nær identiske enten de kalles ISO 9000 eller EN 45 000. Men det hender at ISO- og EN-standarder tangerer hverandres fagområder. Mange ISO-standarder kan senere omgjøres til EN-standarder og vice versa.

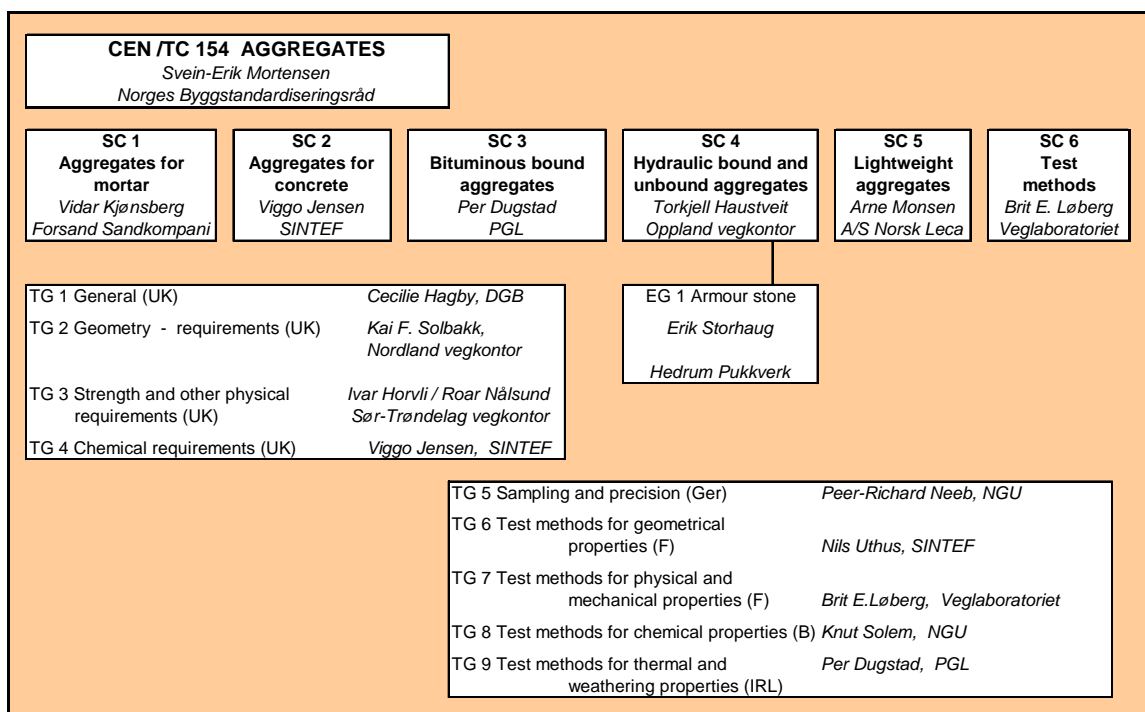
Det er mer enn 300 tekniske komiteer i CEN, og de som kan være av interesse for vegvesenet er listet opp i Fig. 4. Komiteene får fortløpende nummere, så jo lavere tall, jo eldre er komiteen. Teknisk komité for tilslag heter TC 154 Aggregates og ble dannet på 1980-tallet. Den består av 6 subkomiteer og i begynnelsen 9 ekspertgrupper, se Fig. 5. I løpet av 1993-1994 ble det norske delegater i alle komiteer, og det kan vi takke prosjektet til Normin-2000 for. Norge er det eneste landet som stilte opp med folk i alle arbeidsgruppene i en teknisk komité.

| | |
|-------------|--|
| CEN /TC 19 | Testmetoder og spesifikasjoner for petroleumsprodukter |
| CEN /TC 51 | Sement |
| CEN /TC 88 | Varmeisoleringsmaterialer og -produkter |
| CEN /TC 104 | Betong |
| CEN /TC 125 | Murverk |
| CEN /TC 154 | Tilslag |
| CEN /TC 178 | Heller og kantstein |
| CEN /TC 187 | Ildfaste materialer |
| CEN /TC 189 | Geotekstiler |
| CEN /TC 226 | Vegutstyr |
| CEN /TC 227 | Vegbyggings- og vedlikeholdsmaterialer |
| CEN /TC 246 | Natursteinprodukter |
| CEN /TC 250 | Eurokoder - geoteknisk design |
| CEN /TC 292 | Avfallsprodukter |
| CEN /TC 336 | Europeiske spesifikasjoner for bitumen |

Figur 4: Tekniske komiteer i CEN-systemet av interesse for vegbyggere.

Subkomité 6 ble dannet i 1989 av ildsjelen på NBR, direktør Odd Lyng, og Vegdirektoratet kom med første gang i 1991.

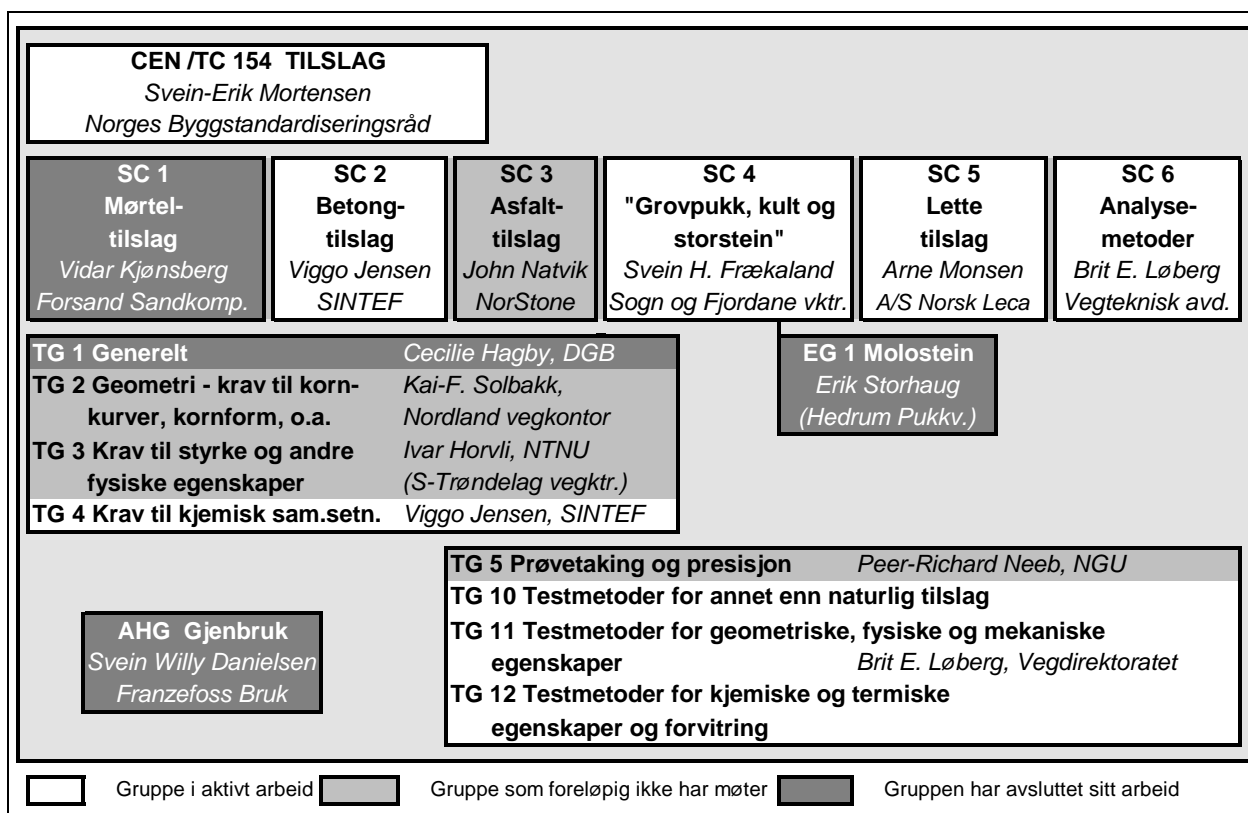
NBR innkalte til et møte der de innkalte skulle bli enige om hvem som kunne ha hvilket verv, og det ble det enighet om. Det er viktig å diskutere innholdet i tilsendte dokumenter for å forberede seg til det neste CEN-møtet man *skal* delta i – og å treffes for å diskutere de saker som har vært oppe på de CEN-møter man *har* deltatt i. Dermed ble alle delegatene også deltakere i den norske speilgruppen til CEN/TC 154. Speilgruppen er NBRs Tilslagskomité og har møter to ganger i året. Den ledes av Brit E. Løberg.



Figur 5: CEN/TC 154 i 1990 ved starten av arbeidet med norske delegater. I parentes er det angitt hvilken nasjon som har gruppelederen (convenor).

Det er stort sett subkomiteene som kommer med ønsker for tilslag de vil bruke, så er det ekspertgruppene med nummer fra 5 til 9 som lager testmetodene, og så skulle det være

ekspertgruppene 1 til 4 som setter krav. Arbeidet ble ikke akkurat slik, for subkomiteene kom med krav også. Men alle forslag til metoder og produktstandarder har vært/er/kommer til høring i alle de land som er medlemmer av CEN. Noen ganger deltar også Estland, Tsjekia og Polen.



Figur 6: CEN/TC 154 i 2002 nær avslutning med arbeidet med første generasjon metoder og produktstandarder. Men i to ekspertgrupper er det ikke utpekt noen delegat.

Av Fig. 6 fremgår det at noen ekspertgrupper er borte og andre er kommet til. (Men nasjonaliteten til gruppelederen er den samme.) I 2000 ble TG 6 og TG 7 slått sammen til den nye TG 11, og TG 8 og TG 9 ble slått sammen til den nye TG 12. Den helt nye TG 10 skal ta for seg tilslag som er fremkommet ved industriell virksomhet (for eksempel skumglass).

Møtevirksomheten er sterkt redusert, for noen grupper har ikke møter for tiden, og andre treffes bare en gang i året. Møtene holdes forskjellige steder, og alle deltakere er vertskap på omgang. Syv ganger har Norge vært vertskap.

Fra 1. desember 2003 skal alle EN-standardene gjelde i hele Europa, og da har vi et halvt år på å trekke tilbake alle nasjonale standarder som er i konflikt med disse. Den 1. juni 2004 skal dette være utført. For oss betyr det at steinklasser og Sa-verdier forsvinner fordi det ikke er lov å beskrive et tilslag med en kombinasjon av parametere.

De viktigste metodene

Det er mange standardiserte metoder for undersøkelse av tilslag, og flere blir det. Til tross for norsk tittel, er oftest innholdet på engelsk. Etter hvert vil de bli oversatt til norsk og komme med i Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser. Men ettersom ikke alle metodene er oversatt til norsk, må vi foreløpig forholde oss til den engelske teksten. De viktigste metodene er listet opp nedenfor.

ISO 565 Test sieves – Woven metal wire cloth, perforated plate and electroformed sheet – Nominal sizes of openings

ISO 3310-1 Test sieves – Technical requirements and testing – Part 1: Test sieves of metal wire cloth

ISO 3310-2 Test sieves – Technical requirements and testing – Part 2: Test sieves of perforated metal plate

NS-ISO 8402 Kvalitetsledelse og kvalitetssikring Terminologi

NS-EN 932-1 Prøvningsmetoder for generelle egenskaper for tilslag. Del 1: Metoder for prøvetaking

NS-EN 932-2 Prøvningsmetoder for generelle egenskaper for tilslag. Del 2: Metoder for deling av laboratorieprøver

NS-EN 932-5 Prøvningsmetoder for generelle egenskaper for tilslag. Del 5: Vanlig utstyr og kalibrering

NS-EN 932-6 Prøvningsmetoder for generelle egenskaper for tilslag. Del 6: Definisjoner av repeterbarhet og reproduserbarhet

NS-EN 933-1 Prøvningsmetoder for geometriske egenskaper for tilslag. Del 1: Bestemmelse av kornstørrelsesfordeling Sikteanalyse

NS-EN 933-2 Prøvningsmetoder for geometriske egenskaper for tilslag. Del 2: Bestemmelse av kornstørrelsesfordeling Sikter, nominell størrelse av siktåpninger

NS-EN 933-3 Prøvningsmetoder for geometriske egenskaper for tilslag. Del 3: Bestemmelse av kornform Flakindeks

NS-EN 1097-2 Prøvningsmetoder for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag. Del 2: Metoder for bestemmelse av motstand mot knusing.

NS-EN 1097-3 Prøvningsmetoder for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag. Del 3: Bestemmelse av løst lagret densitet og hulrominnhold

NS-EN 1097-4 Prøvningsmetoder for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag. Del 4: Bestemmelse av hulrominnhold i tørt komprimert fyllstoff

NS-EN 1097-5 Prøvningsmetoder for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag. Del 5: Bestemmelse av vanninnhold ved tørking i ventilert tørkeskap

NS-EN 1097-6 Prøvningsmetoder for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag. Del 6: Bestemmelse av korndensitet og vannabsorpsjon

NS-EN 1097-7 Prøvningsmetoder for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag. Del 7: Bestemmelse av korndensitet for fyllstoff Pyknometermetoden

NS-EN 1097-8 Prøvningsmetoder for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag. Del 8: Bestemmelse av poleringsverdi

NS-EN 1097-9 Prøvningsmetoder for mekaniske og fysiske egenskaper for tilslag. Del 9: Bestemmelse av motstand mot piggdekkslitasje Nordisk metode

NS-EN 1367-1 Prøvningsmetoder for termiske egenskaper og forvittringsmotstand for tilslag. Del 1: Bestemmelse av motstand for frysing og tining

NS-EN 1744-1 Prøvningsmetoder for kjemiske egenskaper for tilslag. Del 1: Kjemisk analyse

I hver standard er det nøye beskrevet hvilket utstyr som skal benyttes og hvordan analysen skal utføres. Listen kan synes lang, men mange av metodene er velkjente – som for eksempel sikting, tørking og densitetsbestemmelse.

Når analysen er utført, foreligger en tallverdi for en gitt parameter. For de analysene som er nye for oss, kan tallene virke fremmede. Men heldigvis er det utført hundrevis av analyser av våre gamle velkjente og de nye metodene fra CEN på samme materiale. Det er særlig Norges geologiske undersøkelse (NGU) som har arbeidet med dette. Der er det laget omregningsfaktorer for hver nye parameter.

Som tidligere nevnt er det i den tekniske komiteen CEN/TC 154 seks subkomiteer. De er ansvarlige for hvert sitt fagområde, og de har fremkommet med sine ønsker og krav. Disse foreligger nå som forslag (prEN) til produktstandarder.

Noen komiteer arbeider raskere enn andre, så noen av produktstandardene vil bli Norsk Standard om noen måneder, andre først mot slutten av året og til neste år. De produktstandarder som er av mest betydning for vegvesenet, er listet opp nedenfor.

prEN 12620 Aggregates for concrete

prEN 13043 Aggregates for bituminous mixtures and surface dressings for roads, airfields and other trafficked areas.

prEN 13055-1 Lightweight aggregates for concrete and mortar

prEN 13055-2 Produktstandard for alle lette tilslag til bruk i bygg og anlegg – unntatt betong, mørtel og injiseringsmasse

prEN 13242 Aggregates for unbound and hydraulically bound materials for use in civil engineering work and road construction

prEN 13383-1 Armourstone – Specification

prEN 13383-2 Armourstone - Test methods

prEN 13450 Aggregates for railway ballast

Alle forslag til produktstandarder har vært minst to ganger på høring i de land som er medlem av CEN – og et par land til. Ved første høring påpekes alle iøynefallende feil, og de blir rettet. Ved neste (som oftest er den siste) høring rettes som regel intet, men det *kan* rettes det som ikke harmonerer eller feil som er oversett. Engelsk tekst er ofte upresis, så det fremkommer feil ved oversettelser. Men det hender i blant at det rett og slett *er* feil i teksten, eller at tolkningene kan bli forskjellige. For eksempel: Forslaget til produktstandard for betongtilslag var det vanskelig å bli enige om, så den har vært på flere høringer.

Håndbok 018 Vegbygging er under revisjon, og det blir tatt hensyn til nye metoder og nye krav i den nye håndboken.

Prøvetaking av tilslag og neddeling av prøver

Prøvetaking er alfa og omega for analyseresultater. Hvis en uttatt prøve ikke representerer den forekomst eller produksjon den kommer fra, kan følgene bli dramatiske. Henrik Ibsens kunnskaper om prøvetaking kjenner vi ikke, men han sa: "Når utgangspunktet er som galest, blir resultatet som originalest" – og det er helt riktig, det.

I Håndbok 015 Feltundersøkelser er det beskrevet hvordan prøvetaking av tilslag skal foregå (15.311). Både tekst og figurer er hentet fra NS-EN 932-1 som har vært Norsk Standard for prøvetaking av tilslag siden 1996.

Senere er det forsket på avvik og nøyaktighet ved forskjeller i prøvetaking, og fra CEN er det nå regnet ut at det skal være *minst* 15 delprøver og ikke bare 10 som tidligere angitt. Til *sammen* skal de veie *minst* 20 kg. Her slurves det ofte ved at prøven blir for liten. Det er viktig at prøven er stor nok, for det hender en analyse må gjøres om igjen på samme materialet. Dessuten må det være nok prøvemateriale til flere analyser om det er ønsket. Det er viktig at prøven merkes godt, så den ikke kan forveksles med andre prøver.

Prøven skal homogeniseres. Det *kan* utføres samtidig med neddelingen. Den enkleste metoden er plasskrevende. Bestem prøvens masse m_i og hvor mange delprøver n som er ønsket. Den innhentede prøve plasseres (på en presenning) midt på gulvet, og med skuffe deles materialet i samme antall hauger som det skal være delprøver. Skuffen skal ikke ha mer materiale enn formelen $m_i/15n$ tilsier, og det skal aldri lastes to ganger etter hverandre oppå samme haugen. Denne metoden er beskrevet i NS-EN 933-2, men ikke i nåværende Håndbok 015 Feltundersøkelser.

Splitteapparat eller delekors er vanligste måte å dele prøver på. Det finnes også roterende prøvetakere som brukes i industrien (pukkverk og gruveindustri). Metoder for neddeling av tilslagsprøver er beskrevet i Håndbok 015 Feltundersøkelser (15.312) og i Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser (14.431).

En tommelfingerregel er at prøvens opprinnelige størrelse skal være i kg $3 \times$ nominell størrelse i mm i prøven. For eksempel av en pukk 4/8 mm skal det da tas 24 kg prøve, om ikke annet er bestemt. For hver analyse er det gjerne angitt hvilken mengde prøvemateriale som er nødvendig. Fig. 7 angir mengder for materiale til *kjemisk* analyse, for *det* er ikke nevnt i Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser.

| Største kornstørrelse mm | Minste masse av delprøve gram |
|-----------------------------|----------------------------------|
| 1 | 100 |
| 2 | 200 |
| 4 | 500 |
| 8 | 800 |
| 16 | 1 000 |
| 32 | 2 000 |
| 63 | 10 000 |

Figur 7: Minste masse av delprøve ved prøvedeling for kjemisk analyse

Sikting

Hvordan sikting skal utføres og med hvilket utstyr er beskrevet i Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser, kapittel 14.43. Den vanligste metoden er Kornfordeling ved tørrsikting 14.432. Sikting er også beskrevet i NS-EN 933-1 "Bestemmelse av kornstørrelsesfordeling Sikteanalyse".

Det er nytt at noen sikter er det ikke lov å bruke mer. De sikter som *er* tillatt, er vist i Fig. 8. Det er lov å bruke standard siktesats alene eller sammen med sats 1 eller sats 2, men sats 1 og sats 2 skal ikke blandes. Vi ser at for alle satser er 19 mm-sikten borte, så når vi heretter skal sikte en hel kurve, må materialet være mindre enn 20 mm. Også 0,075 mm-sikten er borte, og i stedet for har vi 0,063 mm-sikten. *Finstoff defineres som materiale som er finere enn 0,063 mm.*

Det er også nytt, at alt materiale som er større enn 4 mm, heretter skal siktes på platesikter, dvs. metallplater med utstansede kvadratiske hull. Sidekanten blir som før: 4 mm, 8 mm, 16 mm, osv., se Fig. 8.

| Siktåpninger i mm | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| Standard | Standard + sats 1 | Standard + sats 2 |
| 0,063 | 0,063 | 0,063 |
| 0,125 | 0,125 | 0,125 |
| 0,250 | 0,250 | 0,250 |
| 0,500 | 0,500 | 0,500 |
| 1 | 1 | 1 |
| 2 | 2 | 2 |
| 4 | 4 | 4 |
| - | - | 5 |
| - | 5,6 (5) | - |
| - | - | 6,3 (6) |
| 8 | 8 | 8 |
| | | 10 |
| - | 11,2 (11) | - |
| - | - | 12,5 (12) |
| - | - | 14 |
| 16 | 16 | 16 |
| - | - | 20 |
| - | 22,4 (22) | - |
| - | - | 25 |
| 31,5 (32) | 31,5 (32) | 31,5 (32) |
| - | - | 40 |
| - | 45 | - |
| - | - | 50 |
| - | 56 | - |
| 63 | 63 | 63 |
| - | - | 80 |
| - | 90 | - |
| 125 | 125 | 125 |
| - | 180 | - |
| 250 | 250 | 250 |
| - | 360 | - |

Avrundede verdier i parentes kan brukes ved beskrivelse av tilslaget.

Figur 8: Sikter tillatt brukt etter Norsk Standard

Det er satt begrensninger for hvor mye "last" hver sikt tåler, og de er angitt i Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser 14.432. Hvis siktene blir overbelastet, kan åpningene få feil fasong og størrelse. En annen sak er at siktingen da vil gå langsommere eller stoppe opp fordi materialet vil pakke seg i sikten. I den nye Norsk Standard er det angitt at før siktingen begynner skal ingen sikt ha mer materiale i gram enn angitt i formelen:

$$A \times \sqrt{d}/200$$

der A er siktarealet i kvadratmillimeter
og d er størrelsen på sidekanten i siktåpningen,
og 200 er siktens diameter i millimeter.

I produktstandardene fra CEN/TC 154 er det satt krav til sikterenheter. Det er nå mulig å velge mellom mange alternativer, se Fig. 9.

Nederst i figuren er det angitt forskjellige sikterenhetsgrader. Vær oppmerksom på at sikterenhetsgraden $G_{90/10}$ – altså med bare 10 % overkorn og 10 % underkorn – er det svært få pukkverk i Norge som klarer å produsere, og selv $G_{90/15}$ kan være vanskelig.

Kontroll og kalibrering av siktene

Alle sikter skal undersøkes før bruk. Hvis det er en feilleveranse, må de byttes. En vanlig feil på nye maskesikter er at veft og renning lager rektangulære masker og ikke kvadratiske.

For sikter som har vært brukt *kan* det være nok å holde dem opp mot lyset og se at åpningene fortsatt er kvadratiske og at de ikke er tilstoppet. Sikter med slike feil skal fjernes. (De kan benyttes som beskyttelsessikter.)

Fine maskesikter kan undersøkes med lupe eller mikroskop. Utstyr til størrelsesmåling er standard for flere typer lupen og mikroskoper. Det skal måles minst 25 åpninger i 4 rekker, dvs. 100 åpninger en veg, og tilsvarende vinkelrett på. Til sammen er det 200 åpninger som skal undersøkes på denne måten på hver sikt.

Alle platesikter skal måles minst en gang annet hvert år. Grove sikter kan måles med skyvelære eller med sertifiserte dybler som stikkes ned i hver åpning etter et gitt mønster: Minst 25 åpninger i 4 rekker, dvs. 100 åpninger en veg, og tilsvarende vinkelrett på. Til sammen er det 200 åpninger som skal undersøkes på denne måten på hver sikt.

Det finnes også sertifiserte glassperler som kan benyttes. Men vær oppmerksom på at disse blir slitt med tiden.

Ha driftsjournaler for siktene, så er det kontroll med *når* de ble kjøpt, hvor *ofte* de er ettersatt og *om* det observeres noe avvik.

En mulighet for rask kontroll er å ha kalibreringssikter. De er kostbare og kan bare benyttes i 200 timer før de må vrakes. Med et standardmateriale sterkt nok til å tåle flere omganger med sikting uten å forandre seg vesentlig, kan en hel siktesats undersøkes samtidig – forutsatt at referansematerialet utgjør en hel siktekurve. Denne metoden er raskere enn de målinger som er beskrevet ovenfor.

Kalibreringssiktene må oppbevares *adskilt* fra brukssiktene, så de ikke blir brukt av vanvare, og de må ha egen driftsjournal hvor det føres inn hvor lenge hver sikt har vært i bruk.

| Handels- betegnelse | Standard- sortering d/D | Krav til siktegjennomgang | | |
|------------------------|----------------------------|--|---|------------------------|
| | | Maks. 5 % skal pas- sere d/2 ¹⁾ | Min. 98 % skal pas- sere 1,4D ²⁾ | Alt skal passere 2D |
| mm | mm | mm | mm | mm |
| Filler* | 0/0,063 | | | |
| 0/2 | 0/2 | | | 4 |
| 0/4 | 0/4 | | 5,6 ³⁾ | 8 |
| 0/8 | 0/8 | | 11,2 | 16 |
| 0/16 | 0/16 | | 22,4 | 31,5 |
| 0/22 | 0/22,4 | | 31,5 | 45 |
| 0/32 | 0/31,5 | | 45 | 63 |
| 0/45 | 0/45 | | 63 | 90 |
| 0/63 | 0/63 | | 90 | 125 |
| 2/4 | 2/4 | 1 | 8 | 8 |
| 4/8 | 4/8 | 2 | 11,2 | 16 |
| 8/11 | 8/11 ,2 | 4 | 16 | 22,4 |
| 8/16 | 8/16 | 4 | 22,4 | 31,5 |
| 8/22 | 8/22 ,4 | 4 | 31,5 | 45 |
| 11/16 | 11/16 | 5,6 | 22,4 | 31,5 |
| 16/22 | 16/22,4 | 8 | 31,5 | 45 |
| 16/32 | 16/31,5 | 8 | 45 | 63 |
| 22/32 | 22/31,5 | 11,2 | 45 | 63 |
| 22/56 | 22/56 | 11,2 | 80 | 125 |
| 22/63 | 22,4/63 | 11,2 | 90 | 125 |
| 22/120 | 22,4/125 | 11,2 | 180 | 250 |
| 22/180 | 22,7/180 | 11,2 | 250 | 360 |
| 32/56 | 31,5/56 | 16 | 80 | 125 |
| 32/63 | 31,5/63 | 16 | 90 | 125 |
| 63/120 | 63/125 | 3,1,5 | 180 | 250 |

*) For filler: *Alt* skal passere 2 mm, 85-100 % skal passere 125 µm og minst 70 % skal passere 63 µm.

1) For asfalttilslag G_{90/10} og G_{85/15} skal maksimalt 2 % passere angitt sikt.

2) For asfalttilslag G_{90/10} skal alt passere denne sikten.

3) For betongtilslag skal minimum 95 % passere denne sikten.

Sikterenhetsgraden G (d/D) har symboler for hvor rent det er siktet:

G_{90/10} 10% overkorn og 10 % underkorn

G_{90/15} 10% overkorn og 15 % underkorn

G_{90/20} 10% overkorn og 20 % underkorn

G_{80/20} 20% overkorn og 20 % underkorn

G_{85/15} 15% overkorn og 15 % underkorn

G_{85/20} 15% overkorn og 20 % underkorn

G_{85/35} 15% overkorn og 35 % underkorn

Figur 9: Krav til og klassifisering av sikterenhetsgrad

Flakindeks

Dette er en helt ny metode i Norge. Den vil overta for vår nåværende flisighetsmåling, men er forskjellig. Metoden vil komme med i Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser. Det vil bli stilt krav til Flakindeks (FI) i den nye reviderte Håndbok 018 Vegbygging. Flere institusjoner arbeider nå med å sammenlikne FI og flisighetstallet f . Det er en sammenheng, og Norges geologiske undersøkelse har laget en ligning som gjelder for hver fraksjon som undersøkes, se Fig. 14 og 15. Metoden er oversatt til norsk og gjengitt nedenfor med noen tilpasninger.

Flakindeks NS-EN 933-3

Omfang

Undersøkelsen består av to sikteoperasjoner. Prøven siktes først på platesikter med kvadratiske åpninger for å dele den inn i fraksjoner, så siktes hver fraksjon på korresponderende stavsikter som angitt i Fig. 10.

Flakindeks for en fraksjon er prosent gjennomgang på fraksjonens korresponderende stavsikt, se Fig. 10. Fraksjonene inndeles i størrelser d/D , der $D = 1,25 d$.

Flakindeks beregnes ut fra sum av prosent gjennomgang på stavsiktene som prosentandel av hele prøvens masse.

| Fraksjon d/D i mm | Stavsiktens spalte- bredde i mm |
|------------------------|------------------------------------|
| 63/80 | 40 |
| 50/63 | 31,5 |
| 40/50 | 25 |
| 31,5/40 | 20 |
| 25/31,5 | 16 |
| 20/25 | 12,5 |
| 16/20 | 10 |
| 12,5/16 | 8 |
| 10/12,5 | 6,3 |
| 8/10 | 5 |
| 6,3/8 | 4 |
| 5/6,3 | 3,15 |
| 4/5 | 2,5 |

Figur 10: Fraksjoner og korresponderende stavsikter

Prøvestørrelsen skal være i henhold til NS-EN 933-1 som vist i Fig. 11.

| D_{maks} i mm | Prøvens masse er <i>minst</i> kg: |
|------------------------|-----------------------------------|
| 63 | 40 |
| 32 | 10 |
| 16 | 2,6 |
| 8 | 0,6 |
| ≤ 4 | 0,2 |

Merknad 1 Delprøvers masse kan interpoleres ut fra dette
Merknad 2 Hvis prøvens masse ikke samsvarer med denne tabellen, er den oppnådde kornfordelingen ikke i henhold til Norsk Standard, og dette må angis i rapporten.
Merknad 3 For tilslag med lavere densitet enn $2,00 \text{ g/cm}^3$ og høyere enn $3,00 \text{ g/cm}^3$ skal Omassen korrigeres mht. densitet så den utgjør et tilsvarende volum som normale tilslag.

Figur 11: Prøvens masse i forhold til kornstørrelsen i hht. NS-EN 933-1

Utstyr

Platesikter med utstansede kvadratiske hull som angitt i Fig. 10

Stavsikter med spalteåpninger som angitt i Fig. 10

Vekt med nøyaktighet på $\pm 0,1$ % av innveid prøve

Tørkeskap som holder (110 ± 5) °C

Vaskeutstyr om prøven har belegg og/eller klumper

Siktemaskin til fraksjoneringen

Prøvepreparering

Om prøven har belegg og/eller klumper, skal den vaskes. Tørk prøven til konstant vekt ved (110 ± 5) °C. La den avkjøles, vei prøven M_{tot} , fjern alt som er større enn 80 mm og alt som er mindre enn 4 mm, og vei det vrakede materialet V_r . Vei resten av prøven M_x med nøyaktighet på $\pm 0,1$ % av innveid materiale.

Fremgangsmåte

Sikt prøven på aktuelle sikter. Vær oppmerksom på at til denne metoden benyttes *kun* platesikter. Eksempel på valg av sikter er gitt i Fig. 12.

| Graderingen d/D i mm | Siktåpning i mm |
|----------------------|----------------------|
| 32/64 | 31,5; 40; 50 og 63 |
| 16/32 | 16; 20; 25 og 31,5 |
| 8/16 | 8; 10; 12,5 og 16 |
| 4/8 | 3,15; 4; 5; 6,3 og 8 |

Figur 12: Eksempel på tilslag og de sikter det skal siktes på for fraksjoner til flakindeks

Vei *separat* hver fraksjon etter sikting med en nøyaktighet på ± 1 g, og håndsikt dem hver for seg med sin respektive stavsikt. Disse er angitt i Fig. 10. Siktingen anses som ferdig når ikke mer enn 1 % passerer i løpet av 1 minutt. Vei gjennomgangen fra hver stavsikt. Alle masser noteres i hele gram.

Utrekning

Beregn sum av masser fra hver fraksjon d/D, og noter denne som M_1 .

Beregn sum av gjennomgang fra stavsiktene for hver fraksjon d/D, og noter denne som M_2 .

$$\text{Prøvens flakindeks FI} = (M_2/M_1) \times 100$$

der

M_1 er sum av massene i alle fraksjoner d/D målt i gram.

M_2 er sum av masse av gjennomgang på stavsikt fra hver fraksjon målt i gram.

Flakindeks skal noteres med nærmeste hele tall.

$$\text{Flakindeks for hver fraksjon er } FI_f = (m_f/R_f) \times 100$$

der

R_f er masse i gram av hver fraksjon d_f/D_f

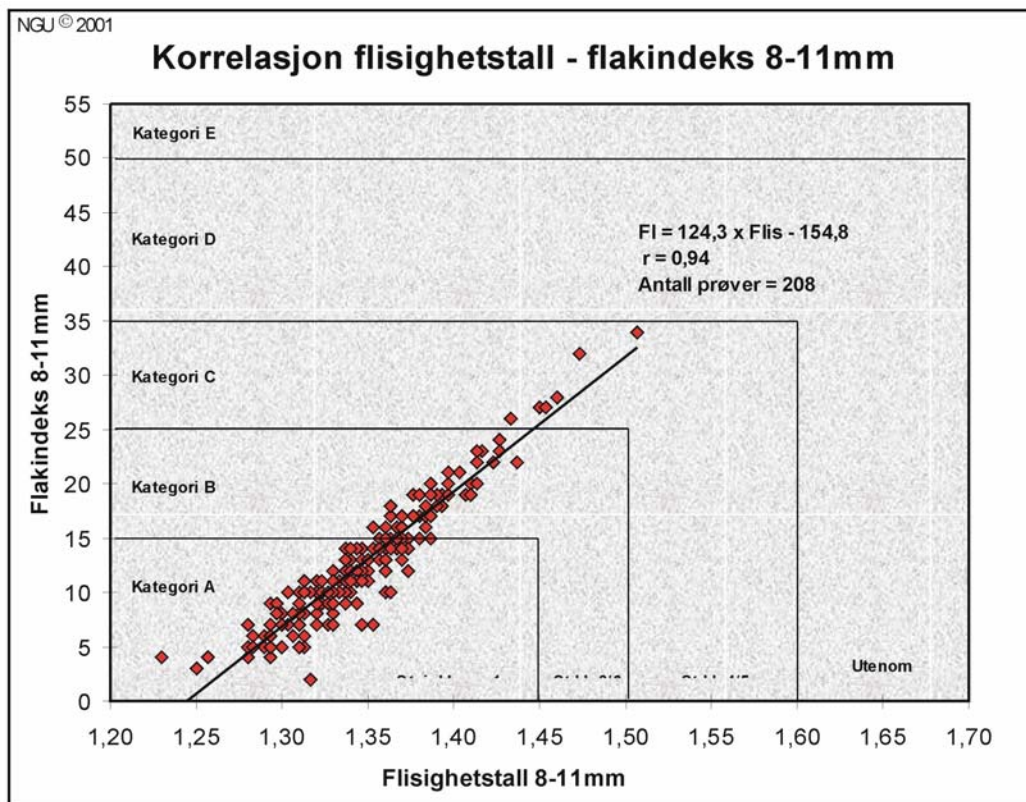
m_f er masse i gram av gjennomgang på tilhørende stavsikt fra hver fraksjon d_f/D_f .

Hvis summen av massene R_f sammen med vraket materiale avviker mer enn 1 % fra massen M_{tot} , skal analysen gjentas med nytt materiale.

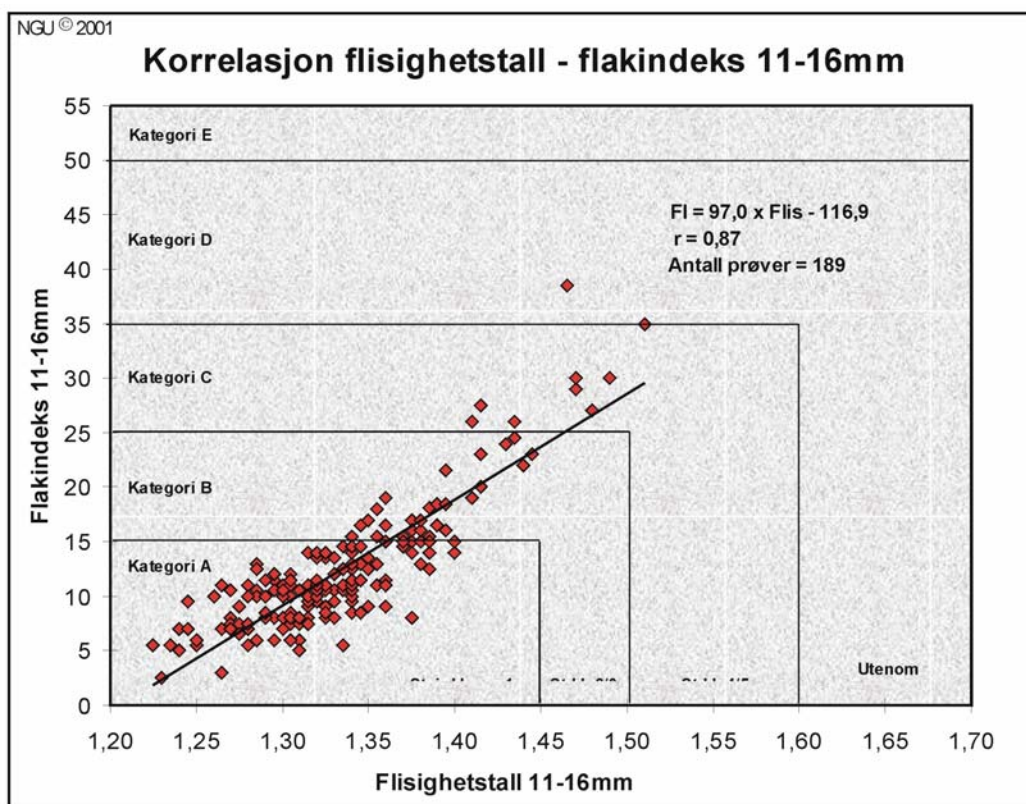
| | | | | |
|---|--|---|---|---|
| Statens vegvesen Vegteknisk avdeling Blankett nr. | FLAKINDEKS Arbeidsskjema | Dato: _____ Sign. : _____ | | |
| Flakindeks etter NS-EN 933-3 | | Prøvenummer | | |
| Materialtype: | Dato | | | |
| Forekomst: | Signatur | | | |
| Prøvens totale vekt før analyse $M_{tot} =$ _____ g | Sikterest på 80 mm-sikten _____ g Gjennomgang på 4 mm-sikten _____ g Sum av vraket materiale $V_r =$ _____ g | | | |
| $M_{tot} - V_r =$ _____ g | | | | |
| Fraksjon i mm | Sikterester (R_i) i gram på platesikter | Stavsikter med spalteåpning i mm | Gjennom- gang i gram på stavsikt | $FI_i = (m_i / R_i) \times 100$ |
| 63 - 80 | | 40 | | |
| 50 - 63 | | 31,5 | | |
| 40 - 50 | | 25 | | |
| 31,5 - 40 | | 20 | | |
| 25 - 31,5 | | 16 | | |
| 20 - 25 | | 12,5 | | |
| 16 - 20 | | 10 | | |
| 12,5 - 16 | | 8 | | |
| 10 - 12,5 | | 6,3 | | |
| 8 - 10 | | 5 | | |
| 6,3 - 8 | | 4 | | |
| 5 - 6,3 | | 3,15 | | |
| 4 - 5 | | 2,5 | | |
| $M_i = \sum R_i =$ _____ | | $M_2 = \sum m_i =$ _____ | | |
| $FI = (M_2 / M_1) \times 100 =$ _____ | | | | |
| Til kontroll: Denne brøken skal være < 1. $M_x = \frac{M_{tot} - V_r}{M_{tot}} \times 100 =$ | | | | |

Figur 13: Arbeidsskjema for bestemmelse av flakindeks (FI)

Hvordan flisighetstall og Flakindeks korrelerer er vist i figurene 14 og 15 fra Norges geologiske undersøkelse.



Figur 14: NGUs korrelasjon mellom flisighetstall og Flakindeks for fraksjonen 8/11 mm



Figur 15: NGUs korrelasjon mellom flisighetstall og Flakindeks for fraksjonen 11/16 mm

Los Angeles-verdier og sprøhetstall

Metoden måler materialers motstandsevne mot nedknusing. Los Angeles-metoden ble utviklet i USA for mer enn 50 år siden. Den første standarden var en ASTM-standard, og noen bruker fortsatt den for grove fraksjoner. Men i Norge er det CEN-metoden som gjelder, og fra 1. desember 2003 (med en overgangsperiode til 1. juni 2004) er det *bare* CEN-metoden som gjelder her. Metodene avviker ikke mye, men det er størrelse og kurve for testmaterialet, utformingen av trommelen og vekten på kulene som er noe forskjellig.

Den metoden vi bruker, er beskrevet i Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser 14.456. Beskrivelsen er en direkte oversettelse av standarden NS-EN 1097-2. Det vil komme krav til Los Angeles-verdier (LA) i den nye reviderte Håndbok 018 Vegbygging. Los Angeles-verdien er prosent gjennomgang på 1,6 mm-sikten etter tromling.

Fallprøven forsvinner. For det første blir det *ikke tillatt* å beskrive et tilslag med en kombinasjon av *to* parametere, slik som vi gjør for å bestemme steinklasser. For det andre var fallprøven vanskelig å kvalitetssikre: Det var ofte utillatelig stort avvik mellom parallellene innen samme laboratorium og mellom analyser ved forskjellige laboratorier.

Det er krav til antall kuler og kulenes samlede masse avhengig av hvilken gradering som skal undersøkes. Fig. 16 viser en oversikt.

| Gradering mm | Antall kuler | Kulelastens masse i gram |
|-----------------|-----------------|-----------------------------|
| 4/8 | 8 | 3410 - 3540 |
| 6,3/10 | 9 | 3840 - 3980 |
| 8/11,2 | 10 | 4260 - 4420 |
| 10/14 | 11 | 4690 - 4860 |
| 11,2/16 | 12 | 5120 - 5300 |

Figur 16: Oversikt over antall og masse av de kuler som skal anvendes i en Los Angeles-test

Kontroll av utstyret

En Los Angeles-maskin er et ganske robust utstyr, men likevel må den kontrolleres. Ved mottak av maskinen skal alle indre mål undersøkes om de er i tråd med forskriftene. Deretter må omdreiningshastigheten undersøkes. Vær oppmerksom på at noen maskiner har forskjellig hastighet om de er tomme eller fylt med prøve og stålkuler. Trommelens omdreiningshastighet kan måles med stoppeklokke. Hvis hastigheten er feil, blir også resultatene feil.

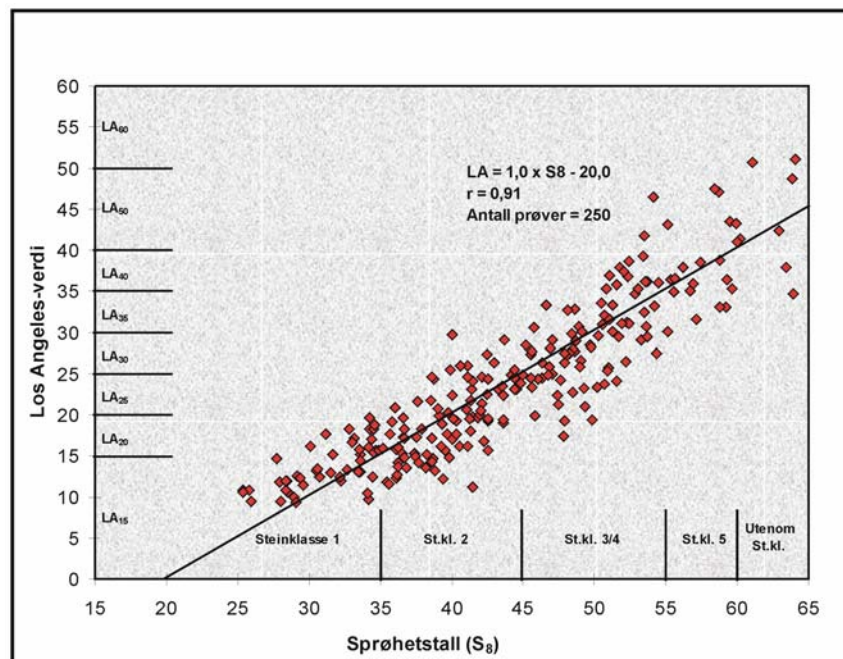
Det er krav til stålkulenes vekt, så de må veies før hvert forsøk. Arbeidsskjema for undersøkelse av stålkulene er gitt i Fig. 17.

| | | |
|---|-----------------------------------|----------------------|
| Statens vegvesen Vegteknisk avdeling | VEKT AV LA-KULER | Dato: _____ |
| Blankett nr. _____ | Arbeidsskjema for målinger | Sign. : _____ |
| <p>Kravet er at hver kule skal veie mellom 400 g og 445 g. Kuler som avviker fra kravet skal erstattes med kuler som tilfredsstillt kravet.</p> | | |
| Vekt av kuler til Los Angeles-maskinen før test | | Anmerkninger: |
| 1 | gram | _____ |
| 2 | - " - | _____ |
| 3 | - " - | _____ |
| 4 | - " - | _____ |
| 5 | - " - | _____ |
| 6 | - " - | _____ |
| 7 | - " - | _____ |
| 8 | - " - | _____ |
| 9 | - " - | _____ |
| 10 | - " - | _____ |
| 11 | - " - | _____ |
| 12 | - " - | _____ |
| Kulene veier _____ gram | | _____ |

Figur 17: Arbeidsskjema for kontroll av stålkulene før analyse med Los Angeles-maskin

For materialer grovere enn 16 mm finnes fortsatt ASTM-standarden og en metode som Jernbaneverket benytter og som korrelerer med EN-metoden for Los Angeles. Da anvendes det $10 \text{ kg} \pm 10 \text{ gram}$ prøver, 12 kuler og 1 000 omdreininger av trommelen.

Flere institusjoner har sammenliknet sprøhetstallet s_8 med LA-verdier og kommet frem til ligninger som er noenlunde ens, se Fig. 18. Det betyr at det går an å regne om fra den ene verdien til den andre. Også sprøhetstallet s_2 korrelerer med LA-verdien.



Figur 18: NGUs korrelasjon mellom sprøhetstall s_8 og Los Angeles-verdier.

Mølleverdier og slitasjemotstand

I Norge har vi siden 1970-tallet målt tilslagets slitasjemotstand (dvs. motstand mot *slipende* sitasje) som abrasjonsverdi multiplisert med kvadratroten av sprøhetstallet s_8 – som gir Sa-verdien. Fra 1. desember 2003 må vi slutte å bruke abrasjonsmetoden, og det blir forbudt å beskrive et tilslag med en kombinasjon av to parametere, så vi må benytte den europeiske metoden – møllemetoden.

Det finnes mange forskjellige møller for nedmaling av steinmaterialer. Møllene har navn etter knuselegemene som stavmøller, hammermøller og kulemøller. Den opprinnelige kulemøllen ble brukt til nedmaling av malm fra gruver. Ved VTI i Sverige ble møllen endret for å simulere piggdekkslitasje på asfalttilslag (Ab 16), og der har den vært brukt i lang tid.

I 1990 lanserte Sverige møllemetoden i CEN-sammenheng som testmetode for motstands-evne mot piggdekkslitasje, og fikk aksept for den. Norge kom med i dette arbeidet i 1991, og vår abrasjonsmetode og bestemmelse av Sa-verdi ble ikke akseptert.

Kulemøllen skal bare brukes til undersøkelse av *dekketilslag*. Møllemetoden er beskrevet i Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser (14.455), og den er en forenklet oversettelse av NS-EN 1097-9. De fleste fylkeslaboratorier har en kulemølle i dag, og de fleste er familiære med bruken av den.

I Håndbok 018 Vegbygging er det i dag *veiledende* mølleverdier, men i den nye utgaven som er under revisjon, vil det komme *krav* til mølleverdier. Mølleverdiene korrelerer med Sa-verdiene, og dette er funnet ved flere institusjoner – som hver har undersøkt hundrevis av prøver.

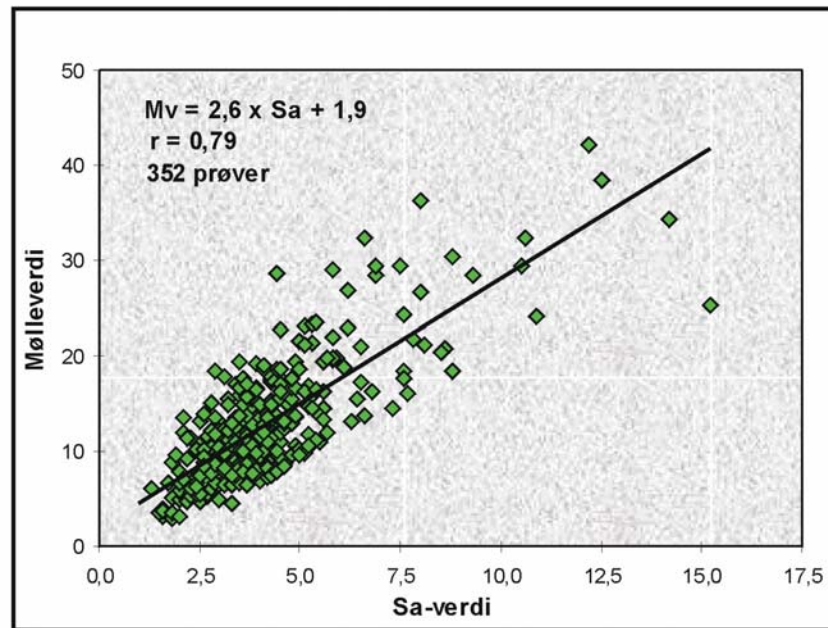
Møllemetoden er blitt noe skjerpet siden siste versjon av Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser ble gitt ut. Nå er det ikke tillatt med større avvik mellom paralleller og middelvei enn 7 %. Dette er strengere enn i den vanlige ISO-standard (ISO 5725).

Ved Norges geologiske undersøkelse forskes det nå på hvilken effekt kornformen har på analyseresultatet fra kulemøllen, og det undersøkes hvilken virkning tromletiden har på resultatet.

Kontroll av kulemøllen

I den nåværende versjon av Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser står det intet om kontroll av kulemøllen. Møllens omdreiningshastighet bør kontrolleres jevnlig. Dessuten skal kulene undersøkes med det medfølgende kalibreringsbrett *før* hver analyse. De kuler som faller igjennom, vrakes. Kalibreringsbrettet er en presisjonsmåler, så det nytter lite å bruke en stavsikt med tilsvarende spalteåpning. Møllens innvendige ribber blir slitt med tiden, så vei dem etter at de er tilslipet før bruk og etter et visst antall analyser utført. Da vet man omtrent hvor mange analyser et sett ribber tåler før de må skiftes.

Korrelasjonen mellom mølleverdier og Sa-verdier er vist i Fig. 19.



Figur 19: NGUs korrelasjon mellom mølleverdier og Sa-verdier.

Andre metoder

Måling av poleringsverdi (PSV)

En metode som har vært mye omtalt i det siste, er metoden som måler motstand mot polering. Den kalles PSV-metoden, der PSV står for Polished Stone Value. Den er ikke med i Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser, men den er nevnt i Håndbok 018 Vegbygging.

Problemet med glatte vegdekker om sommeren og måling av friksjon har vært et tema i mer enn 40 år. Målemetodene har vært forskjellige, og resultatene kan også tolkes forskjellig. Den engelske metoden er nå europanormal, og den er nå Norsk Standard: NS-EN 1097-8 Bestemmelse av poleringsverdi.

I Norge finnes det i dag bare ett utstyr for måling av tilslagenes poleringsverdi, og det befinner seg hos Norges geologiske undersøkelse i Trondheim. Hver analyse tar ca. 3 døgn fra prøven legges og støpes til prøvestykkene er ferdig tilslippt, polert – og avlest.

Det er bare på høytrafikkerte veger dekket poleres, for piggdekkene ruer opp overflaten såpass mye om vinteren, at det må være en viss trafikk over dekket om sommeren for at det skal poleres.

I Akershus er det nå i gang et prosjekt der det skal finnes ut hvilken sammenheng det er mellom bergartenes poleringsevne og vegdekkenes glatthet.

Antall knuste korn

Denne metoden er ikke beskrevet i Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser, for i Norge har vi hittil regnet med at tilslag som har vært gjennom et knuseverk er 100 % knust. Men det er mulig den kommer med i en revidert utgave. Det er noen resepter som har krav om at tilslaget skal inneholde en viss minste mengde knuste korn. Det eksisterer en metode for denne undersøkelsen, og det er NS-EN 933-5 Bestemmelse av prosentinnhold av knuste korn i grovt tilslag. Metoden er beregnet på grus eller knust tilslag blandet med grus.

Dette er en visuell metode der runde, knuste og delvis knuste korn sorteres for hånd. Knuste korn har bruddflater som utgjør mer enn 90 % av overflaten. Velrundede korn har mindre enn 10 % bruddflater i overflaten. Delvis knuste korn har mer enn 50 % knust overflate, og delvis runde korn har mindre enn 50 % knust overflate. Fig. 20 viser prøvestørrelse i forhold til kornstørrelse.

| | | | | |
|-----------------------------------|----|----|----|-----|
| Maks. størrelse D i mm | 63 | 32 | 16 | 8 |
| Prøvestørrelse i kg | 45 | 6 | 1 | 0,1 |

Figur 20: Prøvestørrelse i forhold til kornstørrelse.

Fryse-tine-test for tilslag

Denne metoden er ikke beskrevet i Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser, for i Norge har vi hittil regnet vårt tilslag for frostbestandig. Men den er standarden NS-EN 1367-1. Den kan være nyttig – særlig for betongtilslag. Metoden er ikke egnet for gjenbruksmaterialer.

Det undersøkte materialet skal være ensgradert og mellom 4 mm og 63 mm. Det skal vaskes, tørkes og nedkjøles til romtemperatur før forsøket. Det skal være under vann ved en atmosfæres trykk og 20 °C i minst 24 timer før forsøket, og det skal gjennomgå 10 sykler fra -17 °C til +20 °C og hele tiden under vann. Det skal bare brukes destillert vann.

| | | | | |
|---|---------|----------|-----------|-----------|
| Maksimum størrelse i mm | 4 til 8 | 8 til 16 | 16 til 32 | 32 til 63 |
| Masse i gram for normalt tilslag | 1 000 | 2 000 | 4 000 | 6 000 |
| Masse i gram for lett tilslag | 500 | 1 000 | 1 500 | - |

Figur 21: Prøvestørrelse i forhold til kornstørrelse.

Først skal temperaturen senkes fra 20 °C til 0 °C i løpet av 150 til 210 (± 30) min., og så skal den senkes til -17 °C i løpet av 180 ± 30 min., og temperaturen holdes der i minst 240 min. Under ingen omstendighet må temperaturen komme under -22 °C.

Vask og håndsikt prøven med gitte sikter etter forsøket og beregn gjennomgang. Etterpå kan materialet testes i Los Angeles-maskin for å finne tap av styrke.

Hvis forsøket må avbrytes, går det an å holde prøvene ved -17 °C i opptil 72 timer.

Bestemmelse av bestandighet mot varmesjokk

Dette er også en metode som ikke er beskrevet i Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser. Men etter hvert som det er blitt vanlig å undersøke asfalt ved å brenne bort bindemiddelet, må en også ta hensyn til hvordan tilslaget oppfører seg under opphetning. Europanormalen blir nå NS-EN 1367-5 Bestemmelse av motstand mot varmesjokk.

Til bestemmelsen behøves 4 delprøver, en ovn som kan holde temperaturen 700 ± 50 °C over tid, destillert vann, temperaturbestandige bakker til å ha prøvene i og varmefast metallduk til å legge over prøvene mens de er i ovnen, og en metallbeholder med lokk – stor nok til å romme en delprøve på 1 000 g.

Prøven skal vaskes, tørkes, avkjøles og veies (M_1 gram) før den senkes i destillert vann for vel 2 timer. Etterpå skal den spres på et sugende underlag og ligge der til den er synlig overflatetørr. Sett ovnen på 700 ± 50 °C og varm opp en bakke i 5 min. i ovnen. Deretter plasseres første delprøve på 1 000 gram oppi bakken og spres jevnt utover. Legg den varmefaste metallduken over prøven og sett alt inn i ovnen, lukk ovnsdøren og la prøven være i ovnen 180 ± 5 sek. Så skal prøven raskt ut av ovnen og oppi en varmeresistent metallbeholder med lokk på der prøven skal kjøles ned til romtemperatur. Tiden det tar å fjerne prøven fra ovnen og plassere den i metallbeholderen skal ikke ta mer enn 20 sek.

Gjør nøyaktig det samme med neste delprøve som også skal være på 1 000 gram.

Når delprøvene har romtemperatur, skal de siktes på 5 mm-sikt. Gjennomgangen i gram registreres som M_2 .

Prosent understørrelser som er forårsaket av glødingen er $I = M_1/M_2 \times 100$.

Både glødet og uglødet materiale skal så undersøkes med Los Angeles-metoden. Dette synes inkonsekvant, for til Los Angeles-metoden behøves en prøvestørrelse på 5 000 gram, og det finnes jo ikke her.

Kvalitetssikring av utstyret

Hittil har kvalitetssikringen vært av forskjellig art, for ved noen laboratorier er dette satt i system – og i andre laboratorier kan den virke fraværende. Mange kvier seg for alt skrivearbeidet som følger med og tror det tar mye tid. Men etter hvert vil en oppdage at ved å følge opp driftsjournaler for utstyret, kan begynnende slark oppdages i tide slik at analysene ikke blir feil. Derved *saves* det tid.

Om utstyret hele tiden ettersees så det hele tiden er kontroll med kalibrering, justering og annet, vil analyseresultatene bli mer pålitelige enn om dette ikke gjøres.

I Håndbok 014 Laboratorieundersøkelse fra 1997 er følgende kalibreringer beskrevet. De er:

- 14.591 Kalibrering av termometere
- 14.5921 Kalibrering av glasspyknometer, 50 ml
- 14.5922 Kalibrering av glasspyknometer, 500 ml
- 14.5923 Kalibrering av stålpyknometer

Standarden "NS-EN 932-5 Vanlig utstyr og kalibrering" beskriver følgende utstyr:

| | |
|--|--|
| Vekter | Sikter |
| Termometere | Siktemaskiner |
| Måleverktøy som målehjul, skyvelære, mikro-rometere, m.m. | Tørkekabinetter og eksikatorer |
| Stoppeklokker | Flaskerullere og –ristere |
| Måleutstyr av glass som målesylindere, byretter og pyknometere | Termostatstyrte kokeplater |
| Tørkeskap og ovner | Referansestandarder til laboratoriebruk, kjemikalier og vann |
| | Roterende utstyr |

Beskrivelsene er ikke særlig grundige, og for de fleste utstyr blir de så vidt nevnt. Men kontroll av sikter er grundig beskrevet.

Oppsummering

De viktigste metodene vi hadde fra før og som vi får beholde, er:

- Neddeling av prøver
- Densitetsbestemmelse
- Møllemetoden for 11/16 mm
- Lyshetsmåling

Metoder som blir noe annerledes, er:

- Prøvetaking
 - Det skal tas minst 15 delprøver
 - Til sammen skal delprøvene veie *minst* 20 kg
- Sikting
 - Nå skal det benyttes platesikter til alt materiale som er 4 mm og større
 - Det er krav til maksimum masse på hver sikt
 - Noen siktåpninger blir uaktuelle og nye kommer til
- Bestemmelse av sikterenheter
 - Det blir flere sikterenhetsgrader å velge mellom

Metoder som er nye for de fleste av oss, er:

- Måling av Flakindeks
- Los Angeles-metoden
- Måling av poleringsverdi
- Telling av antall knuste korn

Metoder som forsvinner, er:

- Fallprøven og bestemmelse av steinklasse
- Abrasjonsmetoden og bestemmelse av Sa-verdi

Konklusjon: Det blir færre og enklere analyser å forholde seg til ved undersøkelse av tilslag.

Litteratur

- Dietrichson, M.F.: Standarder i støpeskjeen. Ingeniørnytt nr. 21, 2001
- Erichsen, E.: Bergarters poleringsegenskaper uttrykt ved polished stone value (PSV) Rapport 99.045 NGU 1999
- Erichsen, E. og Neeb, P.-R.: Nye krav til steinmaterialer ? Våre Veger nr. 7, 1999
- Erichsen, E.: Revisjon av Statens vegvesens håndbok 018 Vegbygging. Bidrag fra NGUs Pukkdatabase med statistikk over bergarters mekaniske og fysiske egenskaper NGU Rapport 2001.072
- Fluge, F.: Referat fra Orienteringsmøte mellom Norges byggstandardiseringsråd og Statens vegvesen. 1999-07-08
- Höboda, P.: Los Angelesproving av stenmaterial Diskusjon av en foreslagen Europa-metod. VTI-notat V172, Statens väg- och trafikinstitut, Linköping, 1992.
- Höboda, P.: Europastandarder för stenmaterial till asfaltbeläggningar, VTI-notat nr. 1-1995, Väg- och transportinstitutet, Linköping, 1995
- Höboda, P.: En State-of-the-art-rapport med avseende på svenska förhållanden: Polering och nötning av stenmaterialet i slitlagerbeläggning - inverkan på friktionen hos vägbeläggning. VTI-notat nr. 18-1997, Väg- och transportinstitutet, Linköping, 1997
- Håndbok 014 Laboratorieundersøkelser, 1997
- Håndbok 015 Feltundersøkelser, 1997
- Håndbok 018 Vegbygging, 1999
- Håndbok 223 Steinmaterialer til vegger - flyplasser – jernbaner, 2000
- ISO 565 Test sieves – Woven metal wire cloth, perforated plate and electroformed sheet – Nominal size of openings
- ISO 3310-1 Test sieves of metal wire cloth
- ISO 3310-2 Test sieves of perforated metal plate
- ISO 5725 Precision of test methods – Determination of repeatability and reproducibility for a standard test method by interlaboratory tests
- Jacobson, T. och Höboda, P.: Polering av asfaltbeläggning – friktionsmätningar hösten 1996, VTI-notat Nr. 11-1997. Väg- och transportinstitutet, Linköping, 1997
- Jacobson, T. och Hornwall, F.: Polering av asfaltbeläggning. Friktionsmätningar 1999. VTI notat 33-2000
- Jacobson, T. och Hornwall, F.: Polering av asfaltbeläggning. Friktionsmätningar i Stockholm 1997-2000. VTI-notat 17-2001
- Løberg, B.E.: Varming og gløding av steinmaterialer. Intern rapport nr. 1480, Veglaboratoriet 1991
- Løberg, B.E.: Steinmaterialers motstandsevne mot varme. Intern rapport nr. 1567, Veglaboratoriet 1992
- Løberg, B.E.: Referat fra ”Seminar om Vegdirektoratets rolle i EØS”. 1998-09-02 (Upubl.)
- Løberg, B.E. : Resultater fra det europeiske prosjektet med ringanalyser av steinmaterialer: Testing of industrial products; aggregates for construction. MAT1-CT93-0040. Intern rapport nr. 2181 Vegteknisk avdeling 2000
- Løberg, B.E.: CEN/TC 154 Tilslag: Handelssorteringer og krav til sikterenheter. Vegteknisk avdeling Intern rapport nr.2174, 2000
- Løberg, B.E.: Poleringsevne og friksjon Litteratur om emnet, Intern rapport nr. 2258, Vegteknisk avdeling, 2002
- Natvik, J.: Orienterende ringtest LOS ANGELES Norges tekniske høyskole Delprosjektrapport nr.3.1, juni 1995
- NS-EN 932-1 Metoder for prøvetaking
- NS-EN 932-2 Metoder for deling av laboratorieprøver
- NS-EN 932-5 Vanlig utstyr og kalibrering

NS-EN 933-1 Bestemmelse av kornstørrelsesfordeling Sikteanalyse
NS-EN 933-2 Bestemmelse av kornstørrelsesfordeling Sikter, nominell størrelse av sikt-
åpninger
NS-EN 933-3 Bestemmelse av kornform Flakindeks
NS-EN 933-5 Bestemmelse av prosentinnhold av knuste korn i grovt tilslag
NS-EN 1097-2 Metoder for bestemmelse av motstand mot knusing
NS-EN 1097-8 Bestemmelse av poleringsverdi
NS-EN 1097-9 Bestemmelse av motstand mot piggdekkslitasje Nordisk metode
NS-EN 1367-1 Bestemmelse av motstand mot frysing og tining
Nålsund, R.: Mekaniske styrke hos grus og pukk: Analysemetodene påvirkes av
kanteffekten. Våre Veger nr.1 – 1995.
prEN 1367-5 Determination of resistance to thermal shock
Roe, P.: Influence of speed, texture and aggregate polishing on skidding resistance. TRL
Annual Research Review 1998
Ruud, O.E.: Flakiness Index og kulemølle AIL Rapport nr. 2, 1993
VegAvisa nr. 032-1999. 1999-05-04

Vedlegg 1

Kursprogram for tirsdag 16. april 2002

Kaffe + noe spiselig ved ankomst

- 10.00 Åpning
Alf T. Kveen
- 10.10 Håndbok 018 Vegbygging og nye krav til steinmaterialer
Arne Sørli
- 10.20 Standardisering, Norsk Standard og CEN
Brit E. Løberg
- 10.30 De viktigste metodene – og noen av kravene
Brit E. Løberg
- 10.40 Pause
- 10.50 Prøvetaking og neddeling av prøver
Brit E. Løberg
- 10.55 Sikting
Brit E. Løberg
- 11.15 Flakindeks
Brit E. Løberg
- 11.25 Spørsmål og diskusjon
- 11.30 De nye metodene og LABSYS
Erik Andersen
- 12.00 Lunsj
- 13.00 Kvalitetssikring
Claus K. Larsen
- 13.20 Los Angeles-verdier og sprøhetstall
Brit E. Løberg
- 13.40 Kaffepause
- 13.50 Mølleverdier og slitasjemotstand
Brit E. Løberg
- 14.10 Spørsmål og diskusjon
- 14.20 Litt om andre metoder som PSV, osv.
Brit E. Løberg
- 14.40 Video om de nye metodene
- 15.00 Omvisning og diskusjon på steinlaboratoriet – demonstrasjon av utstyr og drifts-
journaler
- 16.00 Avslutning