



Statens vegvesen



Ny standard NS 3468 for grove masser: Bruk av bildeanalyse

NADim 28. november 2019

Park Inn by Radisson Gardermoen

Arnhild Ulvik, Statens vegvesen Region midt



Norsk standard for grove masser

- Utredning av behov i 2009
 - lang tradisjon for å benytte materialer med kornstørrelser > 90 mm
 - produsenter må kunne deklare sine varer iht. standard (ensartethet)
 - byggherrer og entreprenører må kunne kontrollere/dokumentere
 - vanskelig og ressurskrevende å håndtere materiale > 90 mm i lab
- Oppstart arbeidsgruppe i 2015
 - produktstandard etter samme lest som NS-EN 13242
 - definere en felles måte å beskrive grove steinmaterialer på
 - fremskaffe «enklere» metoder å dokumentere på
- Høring i mai-juni 2018
- Offisielt utgitt 1. januar 2019

<https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=1017400>



NS 3468:2019

Publisert: 2019-01-01

Språk: Norsk

Grove steinmaterialer til bruk i bygge- og anleggsarbeid Spesifikasjon

Coarse materials of stone for use in civil engineering works
Specification

Referansenummer:
NS 3468:2019 (no)

© Standard Norge 2019

Standarder for tilslag

Til bunden bruk

| | |
|--------------------------|--------------------------|
| Betong NS-EN 12620 | |
| Mørtel NS-EN 13139 | Asfalt NS-EN 13043 |

Til ubunden bruk

| | | |
|--|--|---|
| Vass- bygging NS-EN 13383-1 | Jernbane- ballast NS-EN 13450 | Grove stein- materialer NS 3468 |
| Mekanisk hydraulisk NS-EN 13242 | Lett tilslag NS-EN 13055 | Mekanisk stabilisert NS-EN 13285 |

Til typeprøving og produksjonskontroll

| |
|---|
| Alle typer tilslag NS-EN 16236 |
|---|

Med unntak av NS-EN 13383-1, gjelder alle NS-EN tilslagsstandarder for kornstørrelser opp til 90 mm

NS 3468 gjelder for kornstørrelser med største kornstørrelse mellom 90 og 1000 mm

Viktige begrep i standarden

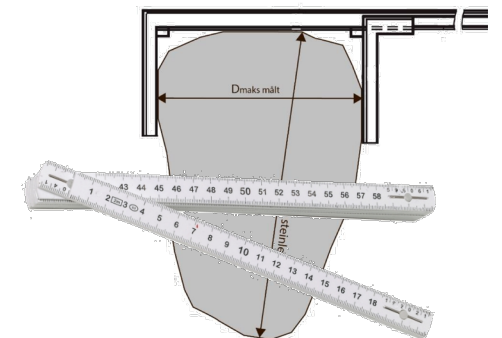
- Steinmaterialer – et produkt av materiale med naturlig eller resirkulert opprinnelse med $D > 90$ mm

D – øvre kornstørrelse i «sorteringen»



Foto: Joachim Seehusen

- Siktbare steinmaterialer $D < 180$ mm
- Ikke siktbare steinmaterialer $D \geq 180$ mm
- Største steinstørrelse, D_{maks} og D_{maks} målt
- Største steinlengde



Graderingskrav for siktbare og ikke siktbare steinmaterialer

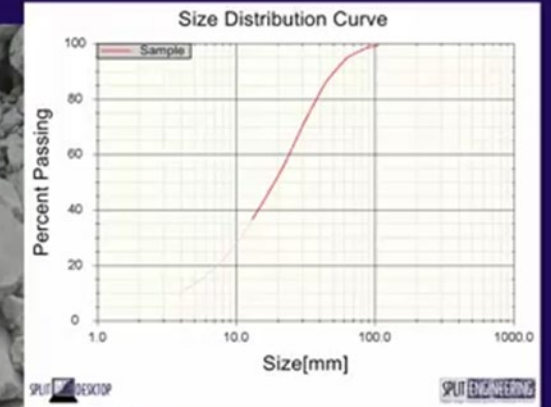
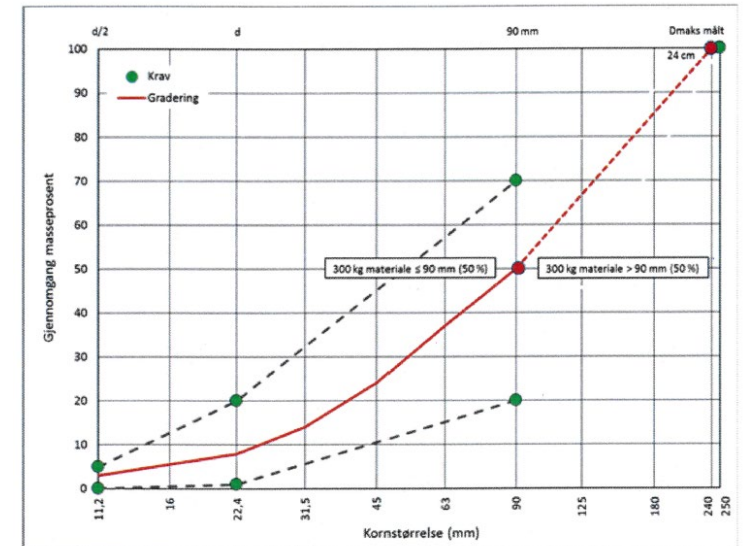
| Materiale | Størrelse mm | d/D | Passering i masseprosent | | | | | | Kategori G_M | |
|--|----------------------------|---------|------------------------------|-----|---------------|--------------|-----------|---------|-------------------|-----------|
| | | | $1,4 D^a$ D_{maks} målt | D | 250^a mm | 90^a mm | d^a | $d/2^a$ | | $f90^b$ |
| Kult | $d \geq 22$ | $d/180$ | 100 | - | - | 20 til 70 | 1 til 20 | 0 til 5 | - | G_{MK} |
| | D_{maks} målt ≥ 180 | $d/250$ | 100 | - | - | 15 til 60 | 1 til 20 | 0 til 5 | - | |
| | D_{maks} målt < 500 | $d/360$ | 100 | - | - | 15 til 55 | 1 til 20 | 0 til 5 | - | |
| Samfengte grove stein- materialer | $d = 0$ | $0/180$ | 100 | - | - | 45 til 80 | - | - | 0,1 til 3 | G_{MS} |
| | | $0/250$ | 100 | - | - | 35 til 75 | - | - | 0,1 til 5 | |
| | | $0/360$ | 100 | - | - | 25 til 65 | - | - | - | |
| | D_{maks} målt ≥ 180 | $0/500$ | 100 | - | 40 til 70 | - | - | - | - | G_{ME} |
| | | $0/700$ | 100 | - | 25 til 55 | - | - | - | - | |
| | D_{maks} målt < 1000 | $0/D$ | 100 | - | - | - | - | - | - | G_{MIK} |
| | | $0/D$ | 100 | - | - | - | ≥ 30 | - | - | 1 til 6 |

^a Skal dokumenteres ved sikting, måling eller bruk av bildeanalyse.

^b $f90$ er prosentvis mengde steinmateriale $< 0,063$ mm regnet av steinmateriale < 90 mm.

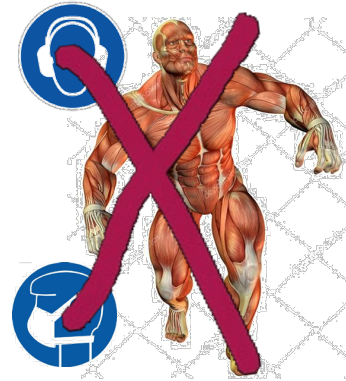
Dokumentasjonsmetoder i tilleggssdel A

- Måling av største steinstørrelse/-lengde i kombinasjon med sikteanalyse for materiale < 90 mm i laboratorium
- Sortering med galler – mengdefordeling over/under en bestemt spalteåpning
- Visuell vurdering med fotodokumentasjon og rapport
- Bildeanalyse for framstilling av kornfordelingskurve som alternativ til sikting
- Omfatter også andre tidligere kjente analysemetoder (LA, M_{DE} , densitet m.m.)



Bildeanalyse

- Tidsbesparende - raskt analyseresultat
- HMS-vennlig - ingen fysiske løft, ikke støv eller støy
- Anvendelig - foto kan tas i pukkverk (fra bånd, lagerhaug, sprengt salve) og ferdig utlagt på veg.



Det skal dokumenteres sammenheng mellom kornfordelingskurven gitt ved bildeanalyse og ved sikteanalyse. Ved tvilstilfeller er det laboratoriesikting som gjelder.

Programvarer for bildeanalyse

- WipFrag 3.3



- Split Desktop 4.0



- Permanente lisenser for begge softwarene. Pris avhengig av valutakursen.

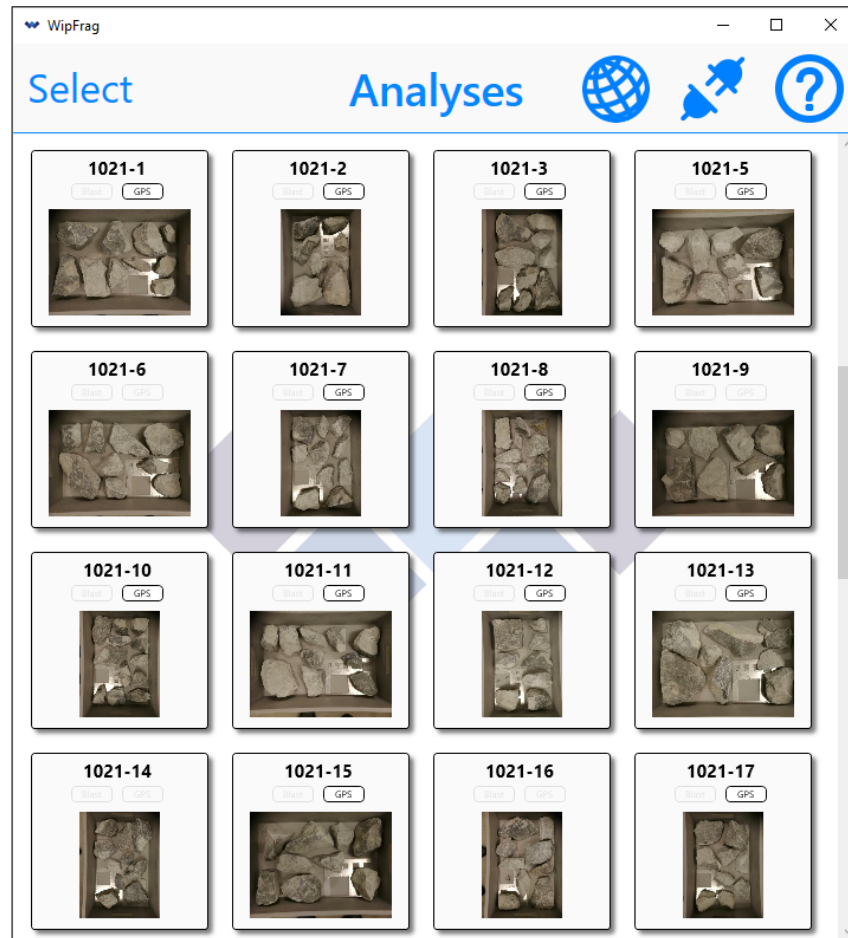
Split Desktop ca. 8000 \$ (65000 NOK + mva)

WipFrag ca. 5200 € (50000 NOK + mva)

Bildeanalyse med WipFrag og Split Desktop på to 20/120-materialer

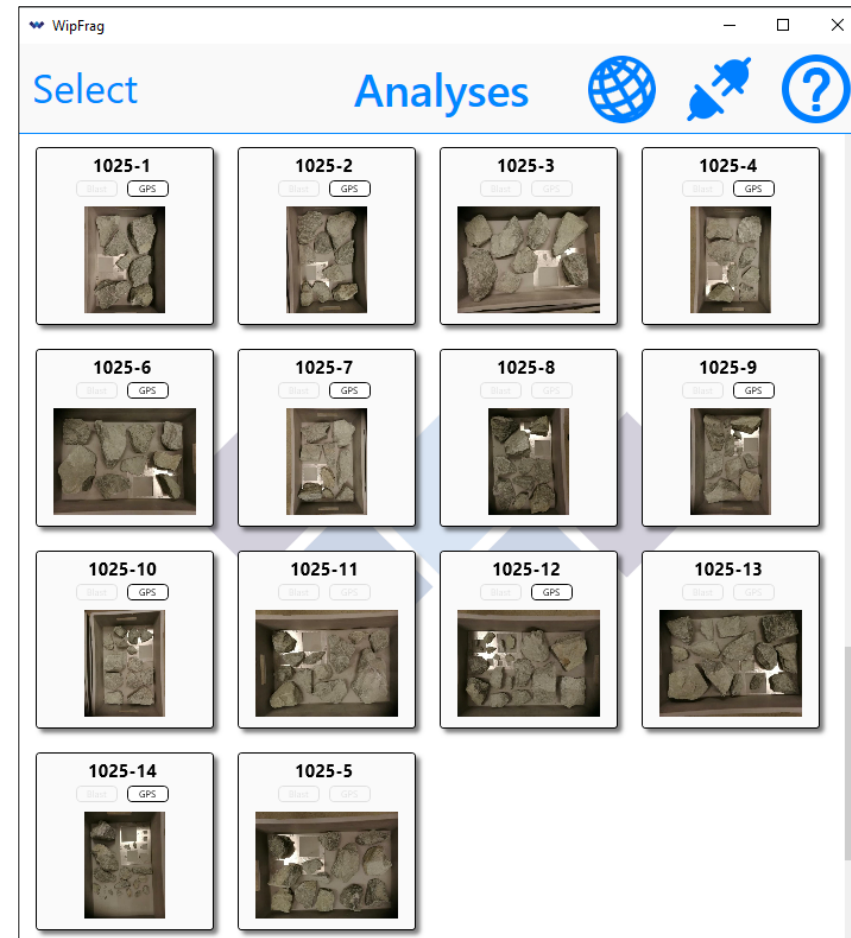
Prøve 1

163 partikler fordelt på 17 bilder (202 kg)



Prøve 2

170 partikler fordelt på 14 bilder (168 kg)

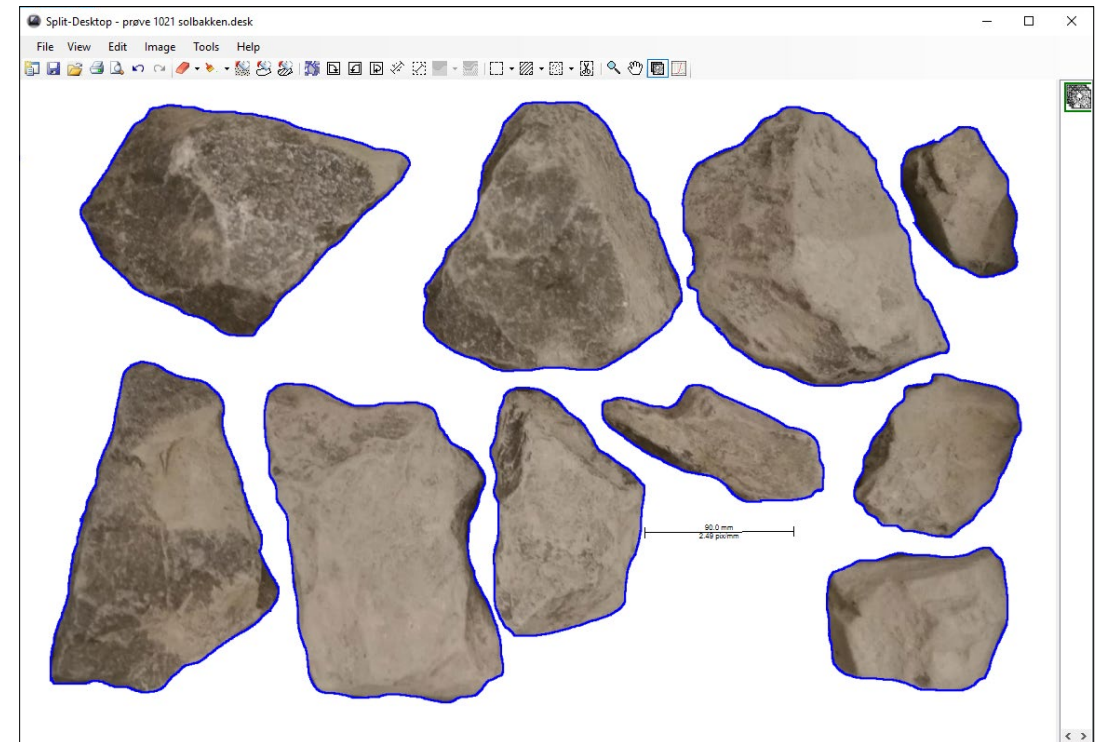


«Bit for bit – bilde for bilde»



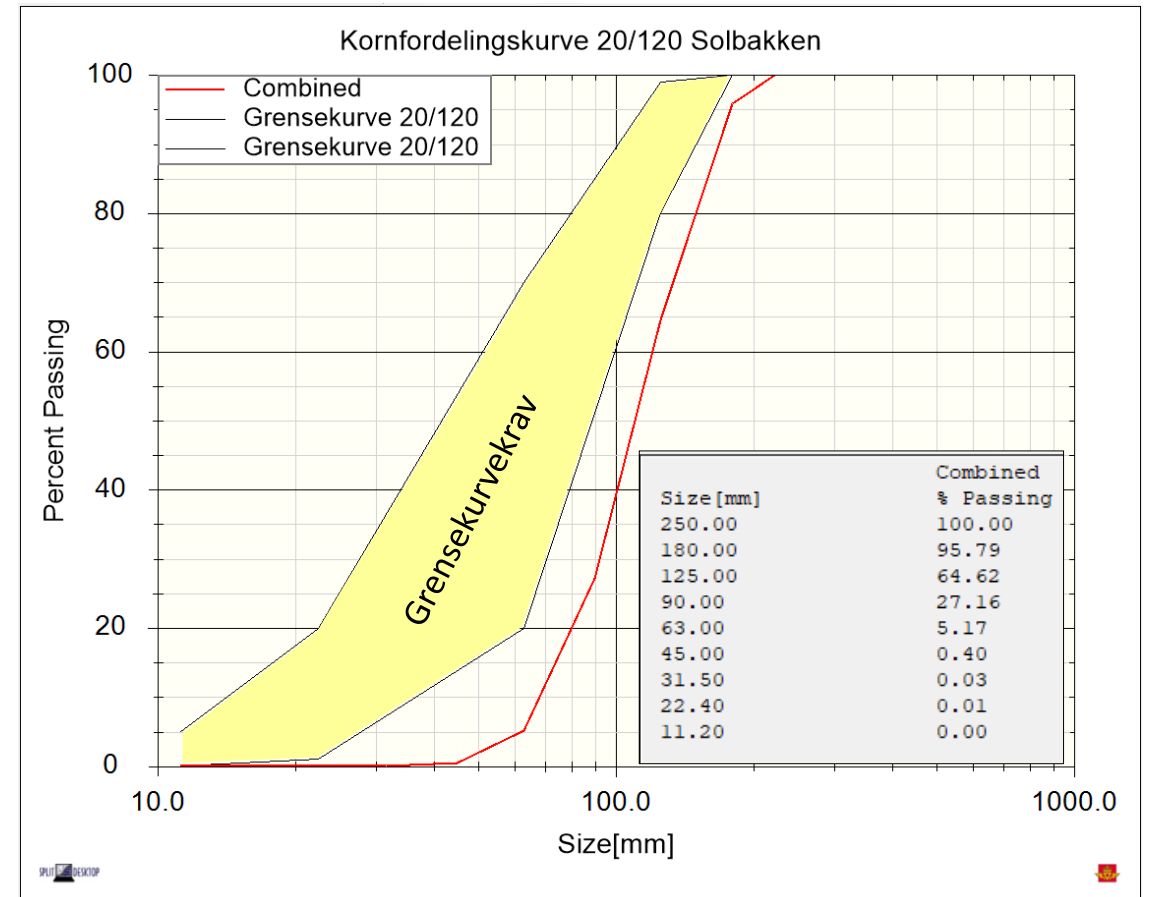
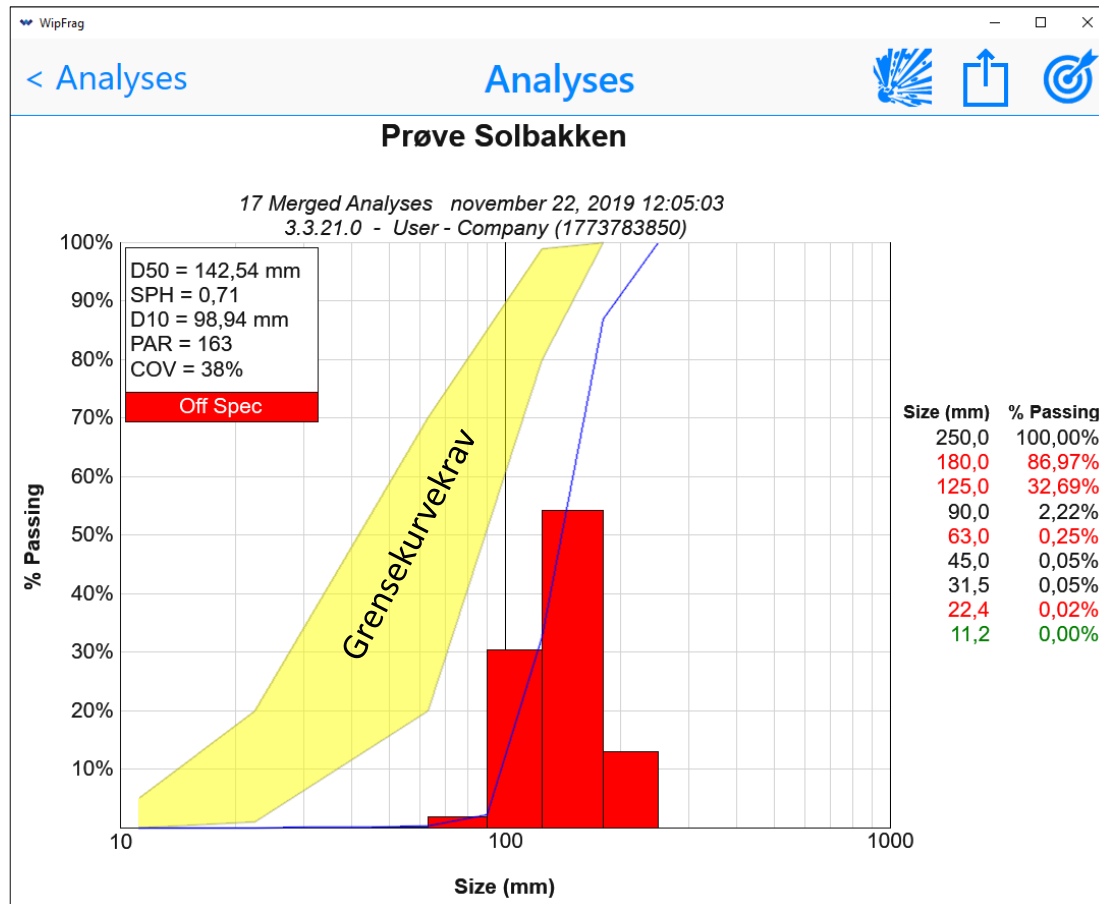
«Bit for bit – bilde for bilde» - maskering

Samme bilde men analysert med to ulike programvarer



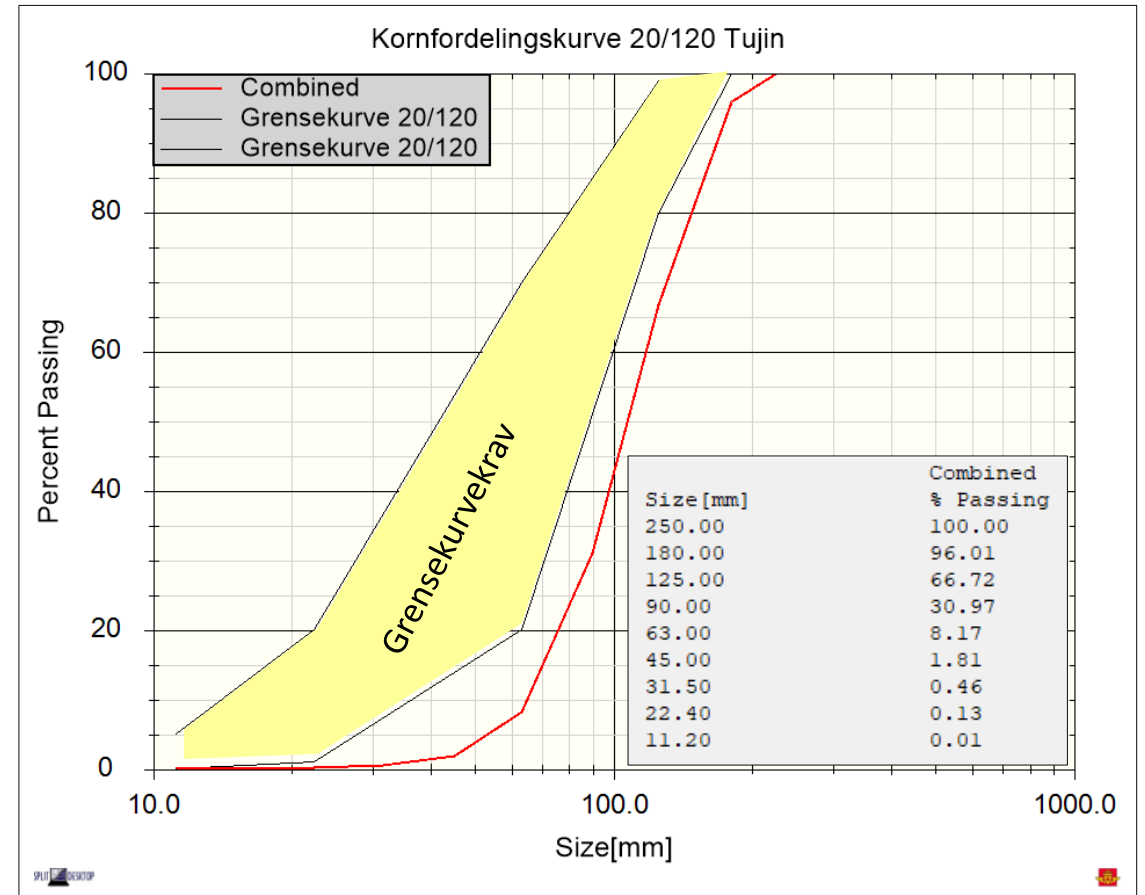
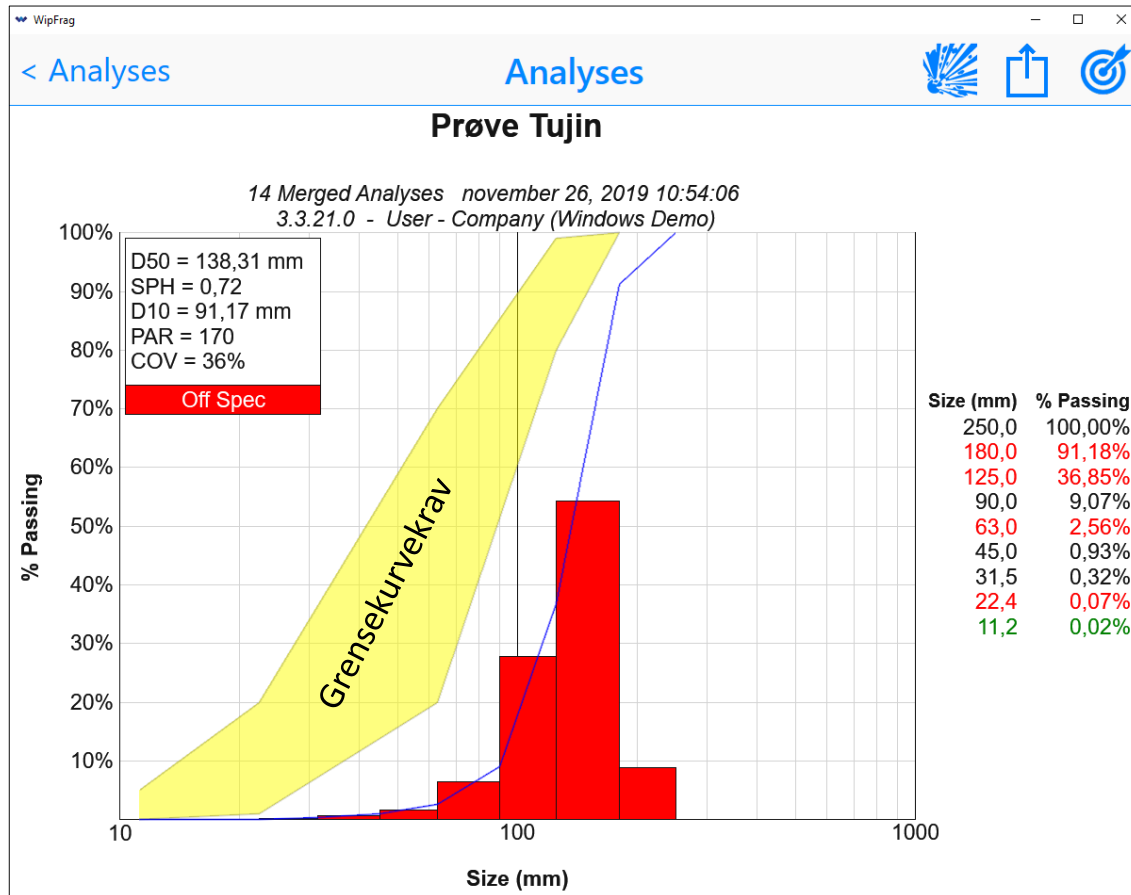
Kornfordelingskurver med bildeanalyse

Prøve 1 analysert manuelt med begge programvarene



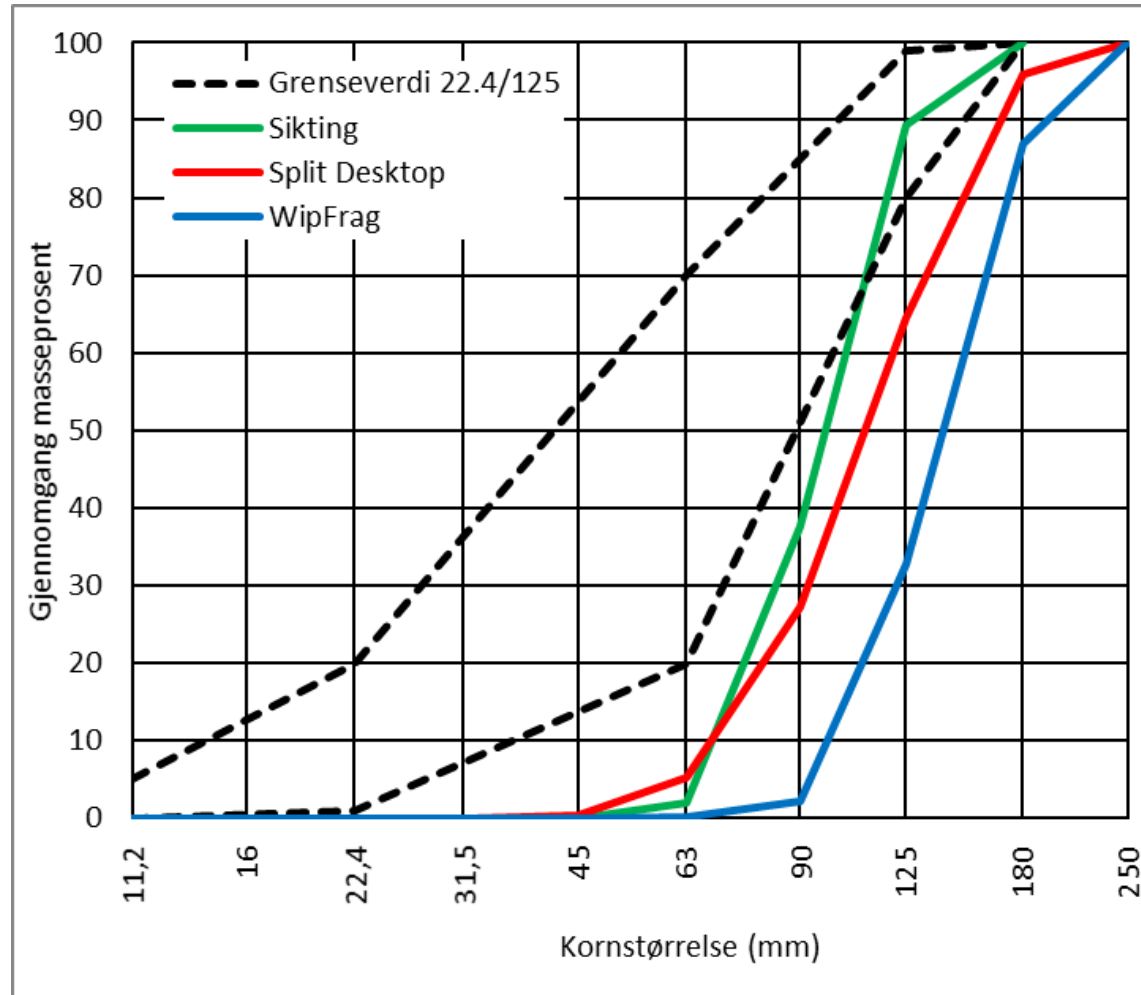
Kornfordelingskurver med bildeanalyse

Prøve 2 analysert manuelt med begge programvarene

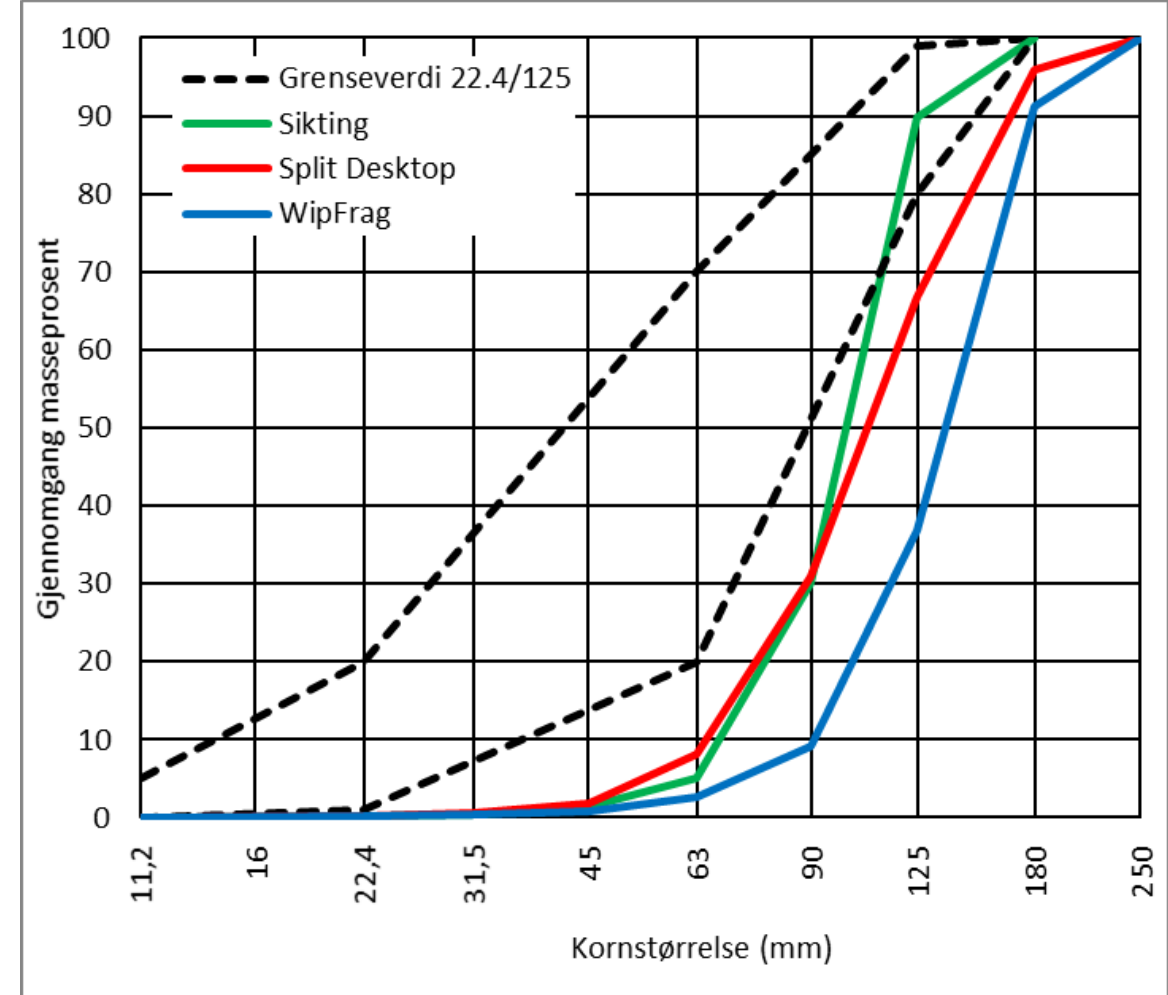


Bildeanalyse versus sikting

Prøve 1



Prøve 2



Omregning av areal (2D) fra bilde til volum (3D) i programvaren

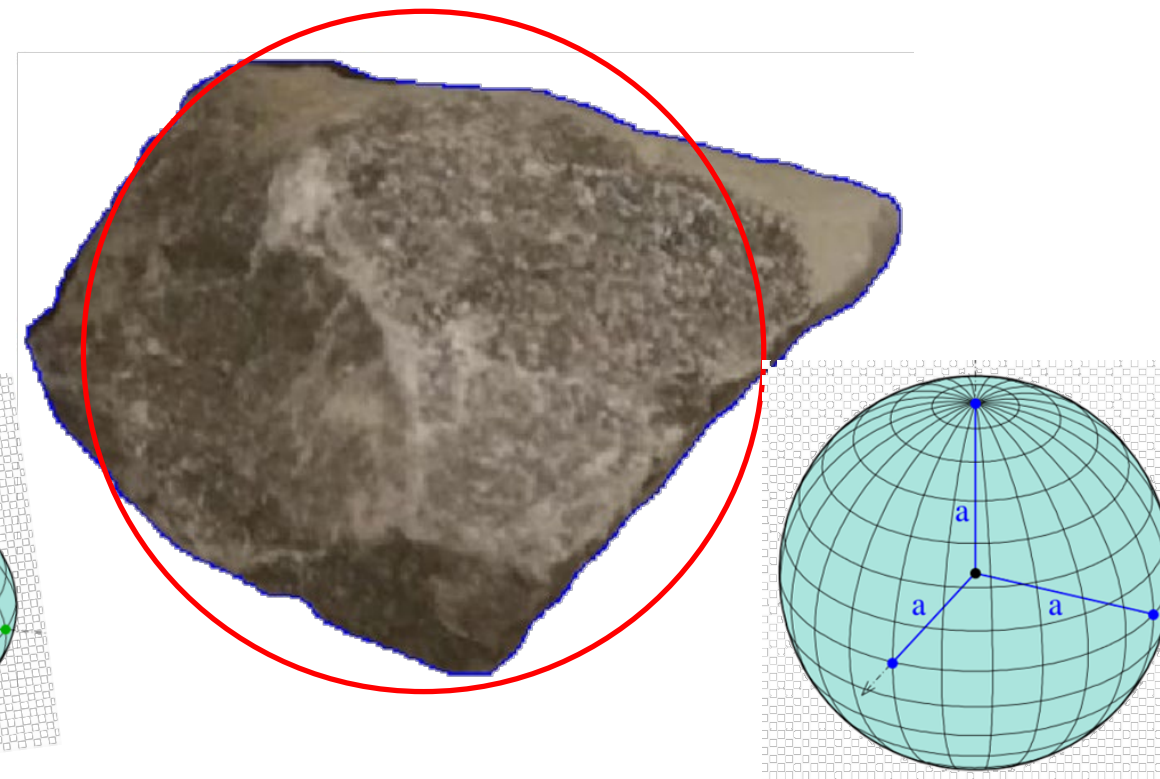
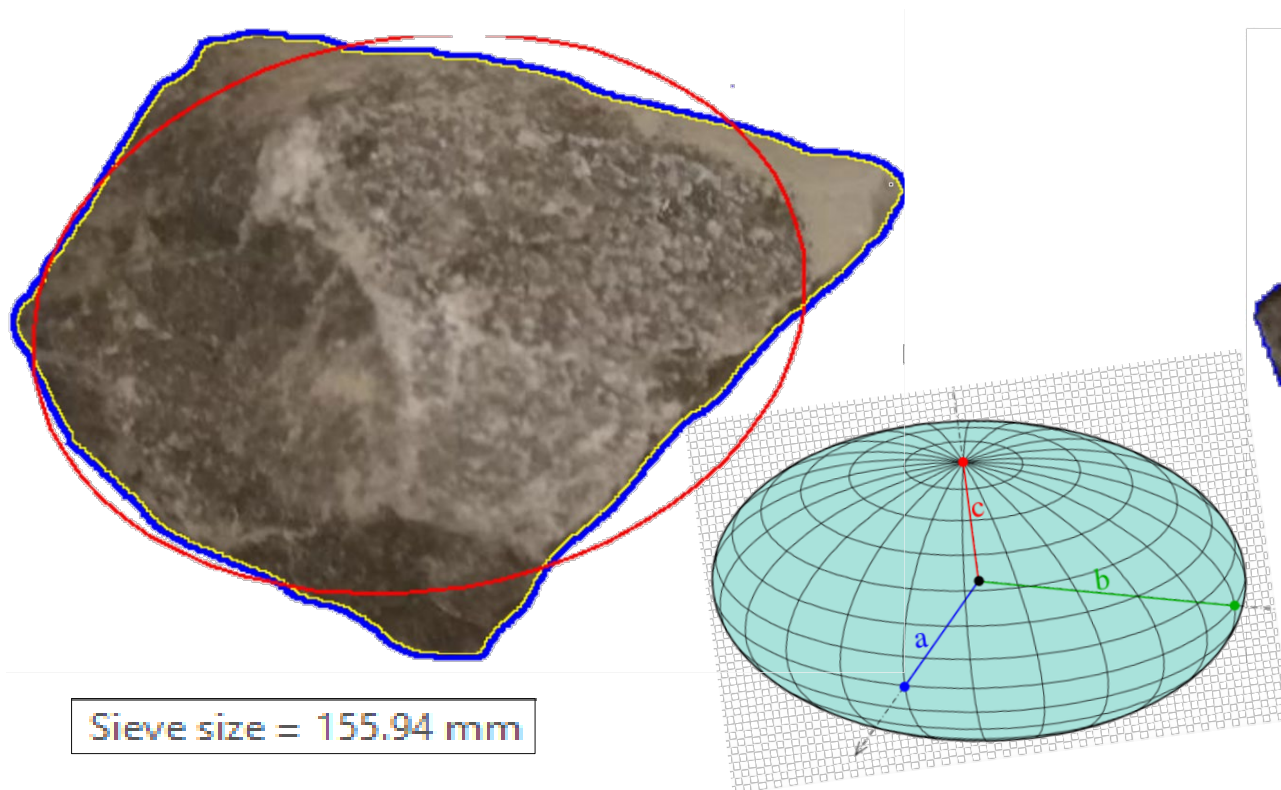
- Split Desktop

Ellipse tilsvarende steinens areal (2D) finnes –
og volum av ellipsoide (3D) beregnes

- WipFrag

Sirkel tilsvarende steinens areal (2D) finnes –
og volum av kule (3D) beregnes

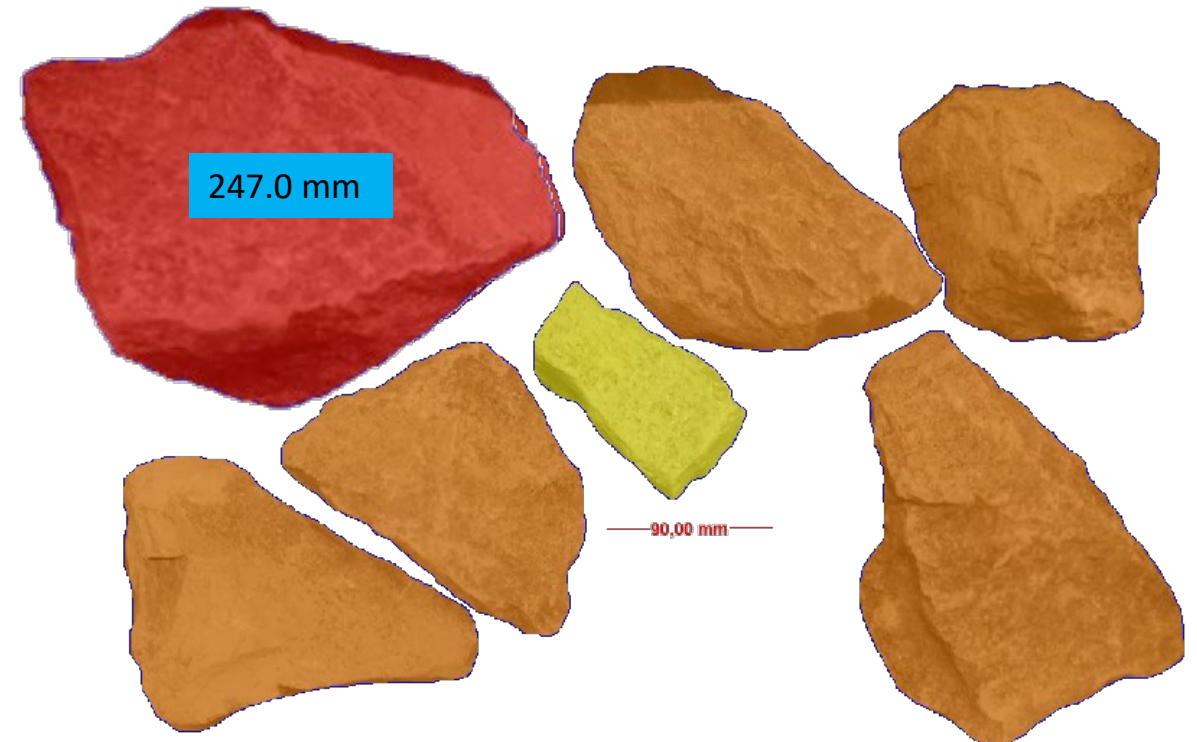
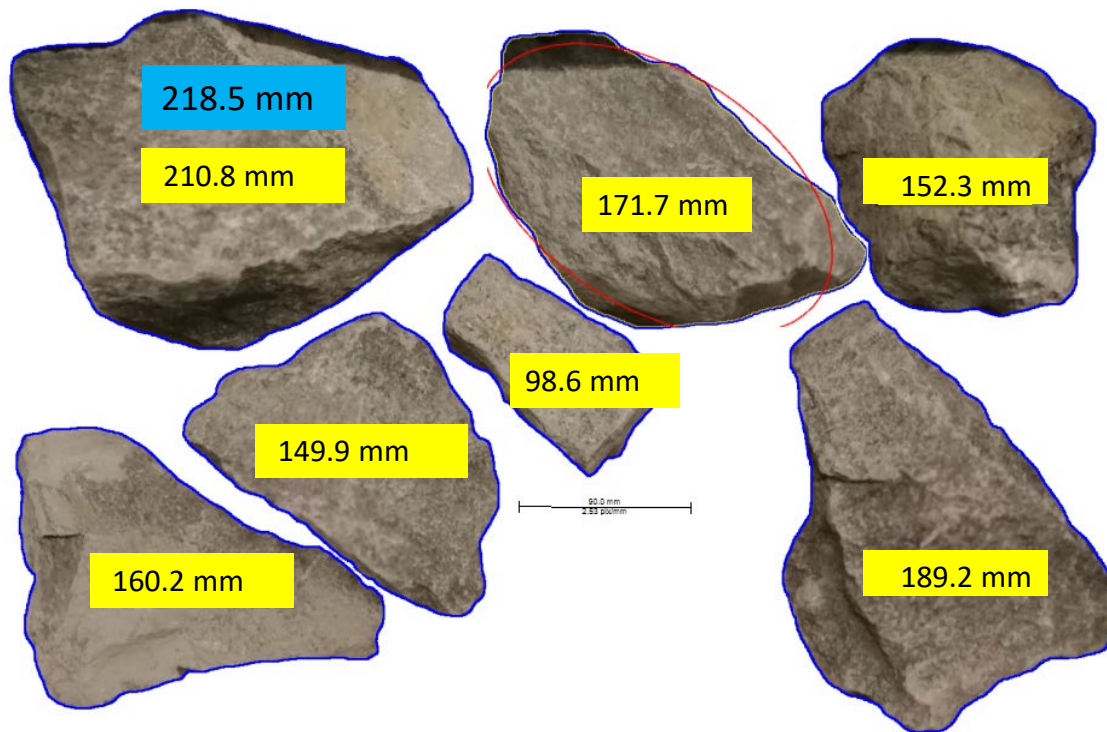
Sikteåpning beregnes for hvert enkelt korn, og kornfordelingskurve kan framstilles



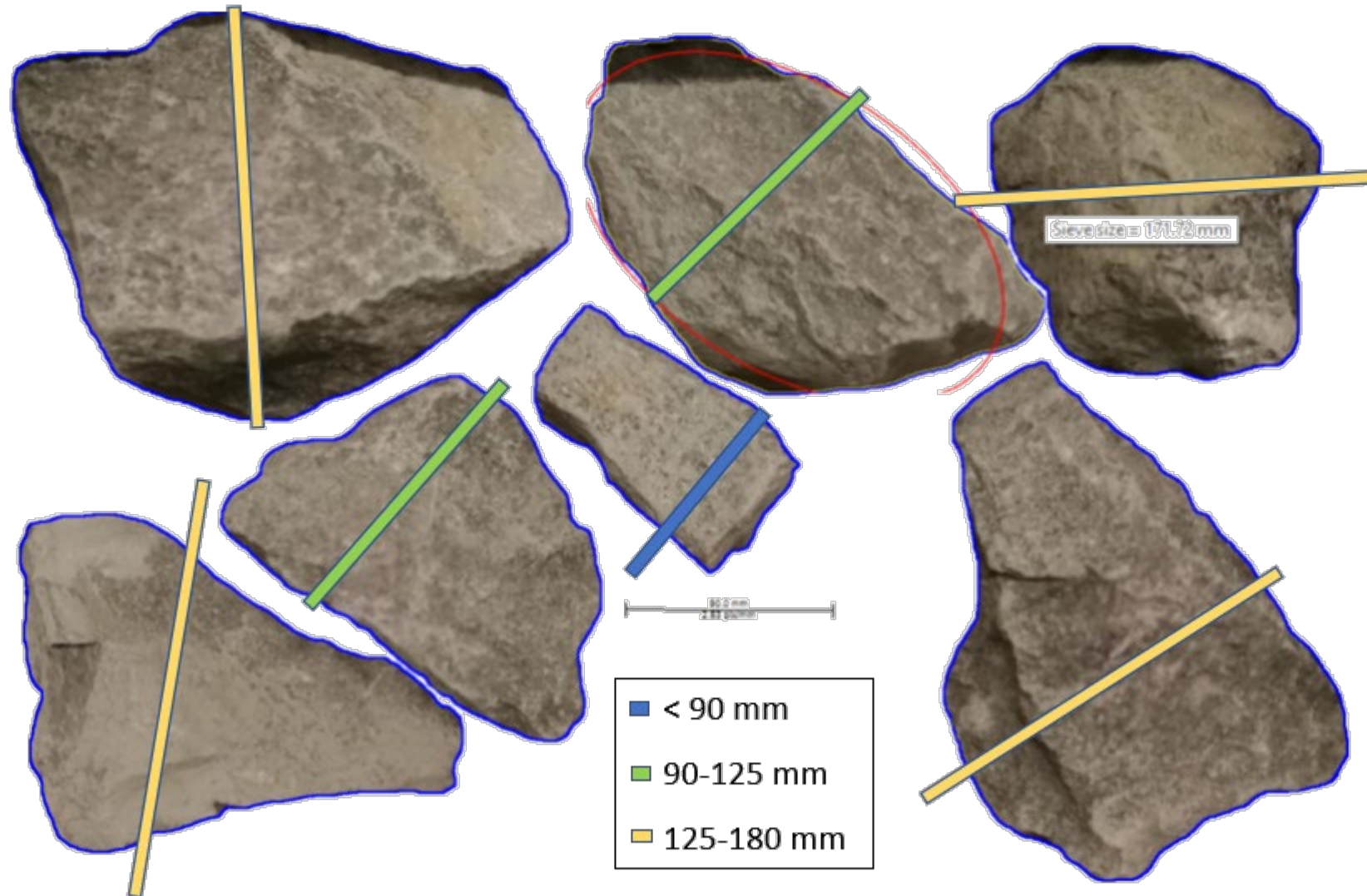
Avvik mellom programvarene

| | 63 mm (%) | 90 mm (%) | 125 mm (%) | 180 mm (%) | 250 mm (%) |
|---------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| Split Desktop | 1.3 | 12.6 | 44.3 | 89.4 | 100 |
| WipFrag | 0 | 0 | 5.4 | 77.0 | 100 |

| | D10 (mm) | D50 (mm) | Dmaks (mm) |
|---------------|----------|----------|------------|
| Split Desktop | 86.1 | 130.7 | 218.5 |
| WipFrag | 128.6 | 159.3 | 247.0 |



Måling på bildet (2D) – mot sikting



Sikting – ingen korn større enn 180 mm

Begge programmene gir for stor kornstørrelse

Hva er akseptabelt avvik fra «fasit»?

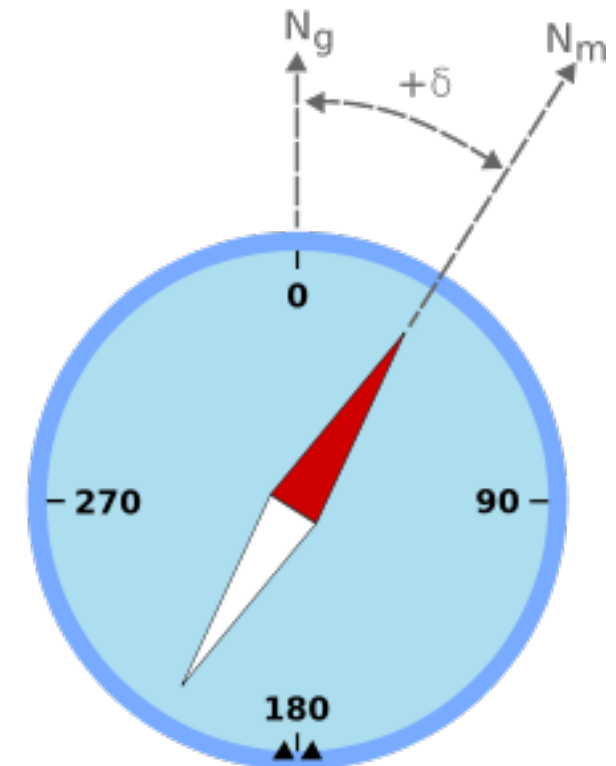
Prøve 1

| | 22.4 mm | 90 mm | 125 mm | 180 mm |
|---------------|---------|-------|--------|--------|
| Sikting | 0 | 37.7 | 89.4 | 100 |
| Split Desktop | 0 | 27.2 | 64.6 | 95.8 |
| WipFrag | 0 | 2.2 | 32.7 | 87.0 |

Prøve 2

| | 22.4 mm | 90 mm | 125 mm | 180 mm |
|---------------|---------|-------|--------|--------|
| Sikting | 0.3 | 30.1 | 89.8 | 100 |
| Split Desktop | 0.1 | 31.0 | 66.7 | 96.0 |
| WipFrag | 0.1 | 9.1 | 36.9 | 91.2 |

!= or <>



Hva med prøvemengden – antall korn?

Det skal sikres at minimum 400 korn inngår i bildeanalysen.

Prøvemengdebehov ved sikting ved $D = 125$ mm er minimum 155 kg

Prøve 1

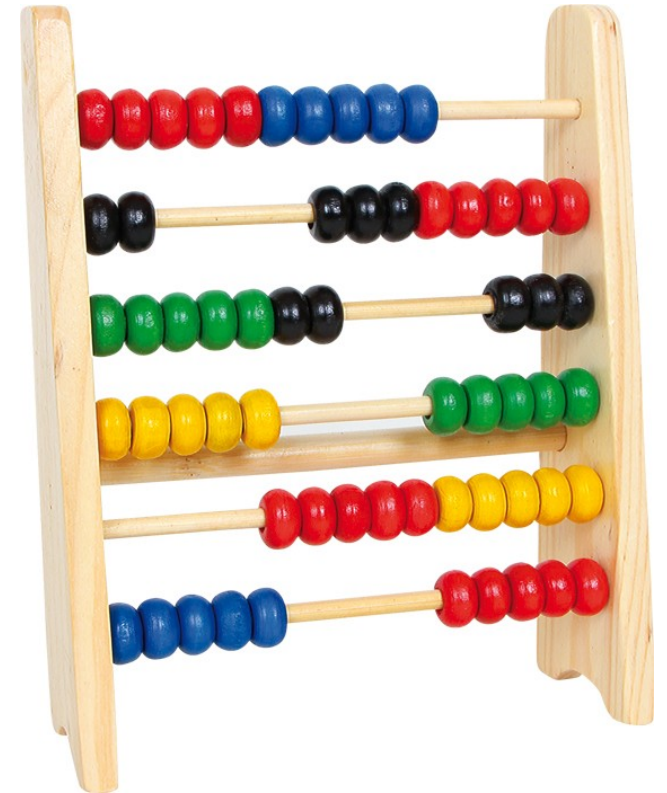
202 kg – 163 korn

Prøve 2

168 kg – 170 korn

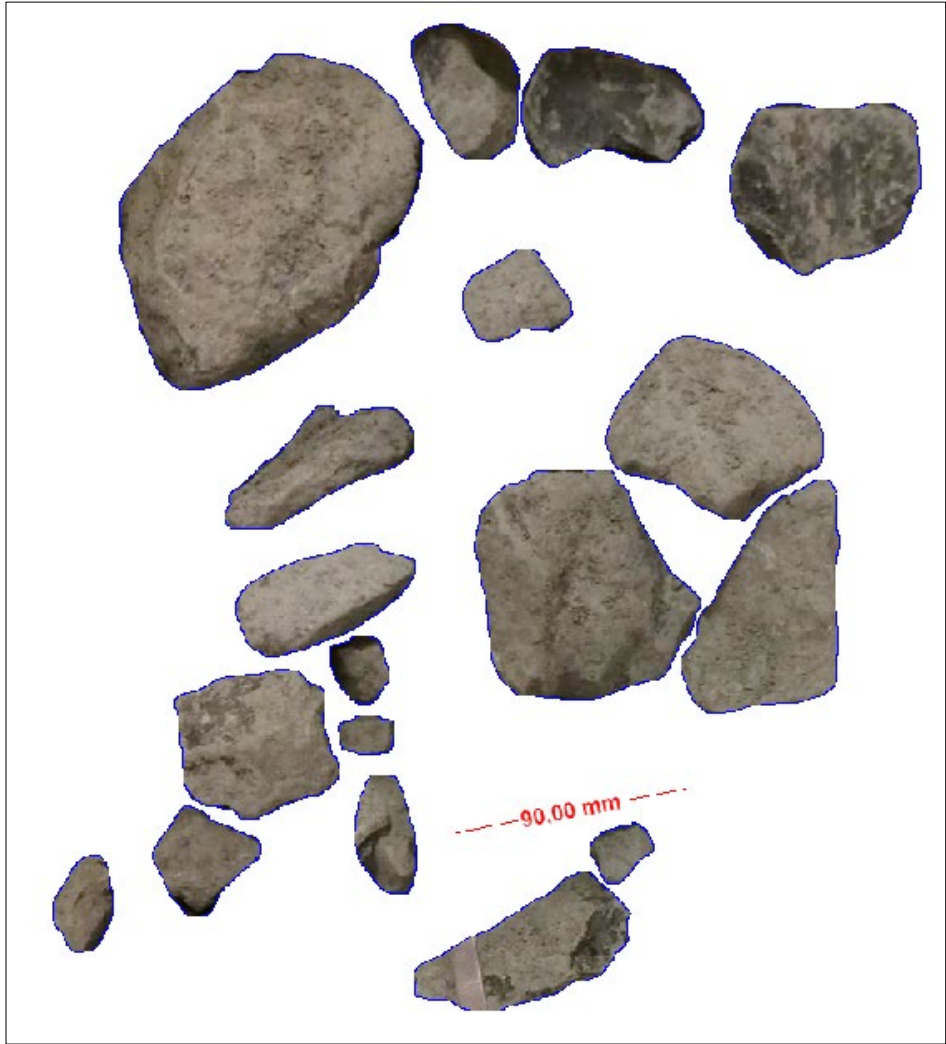
Prøvestørrelse oppfylt for sikting, men ikke for bildeanalyse

Bruk sunn fornuft!

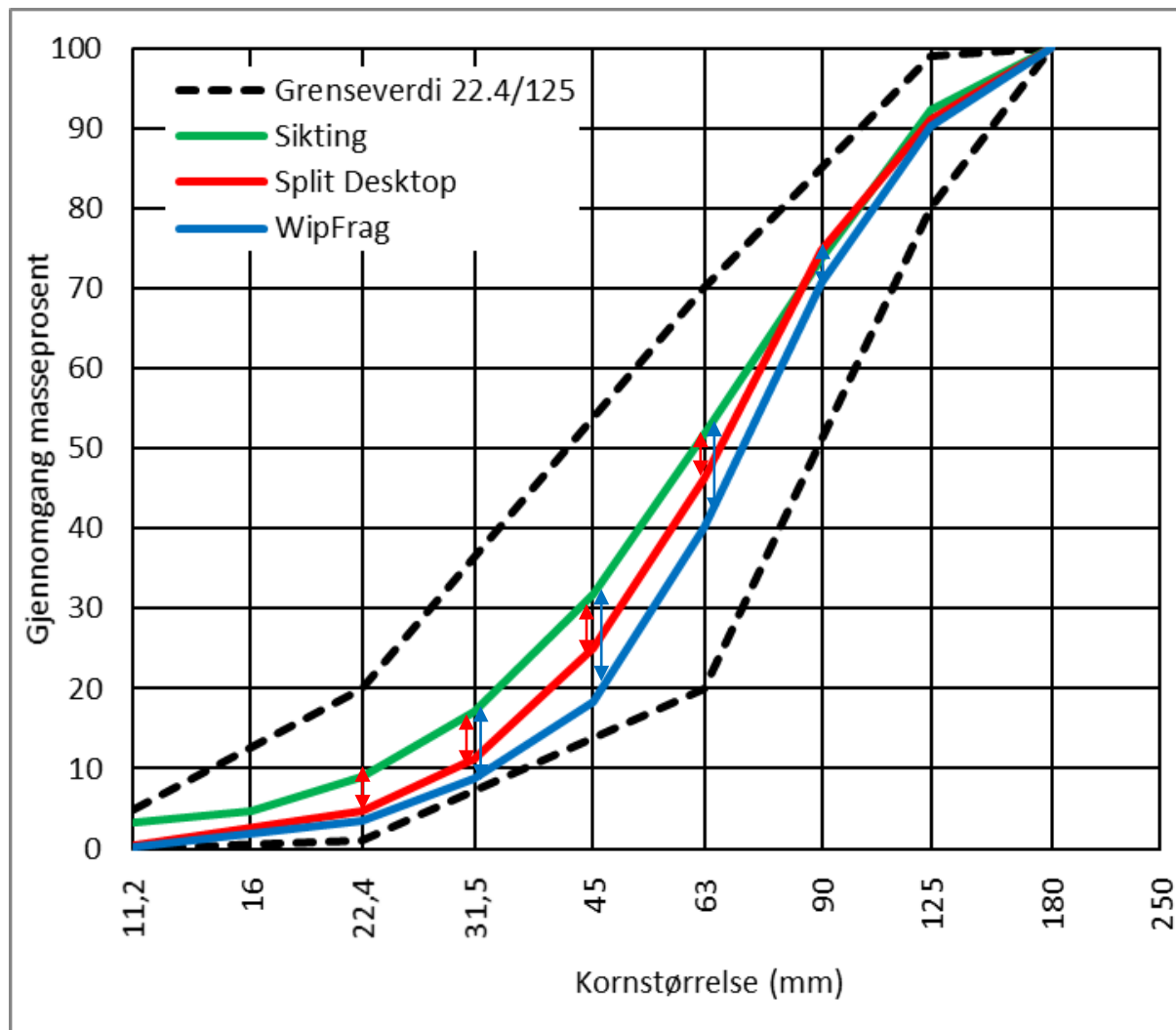


Eksempel på prøve der korn dekker til andre korn – manuell redigering

11 bilder – 223 talte korn



Eksempel på prøve hvor korn dekker andre – manuell redigering

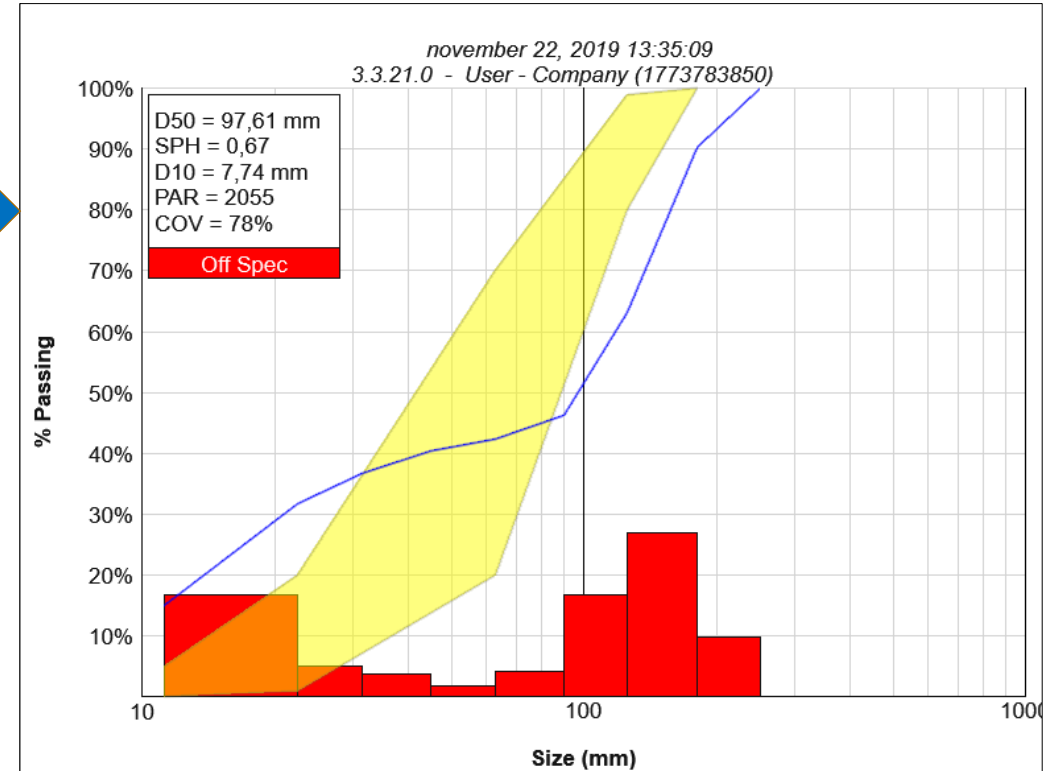
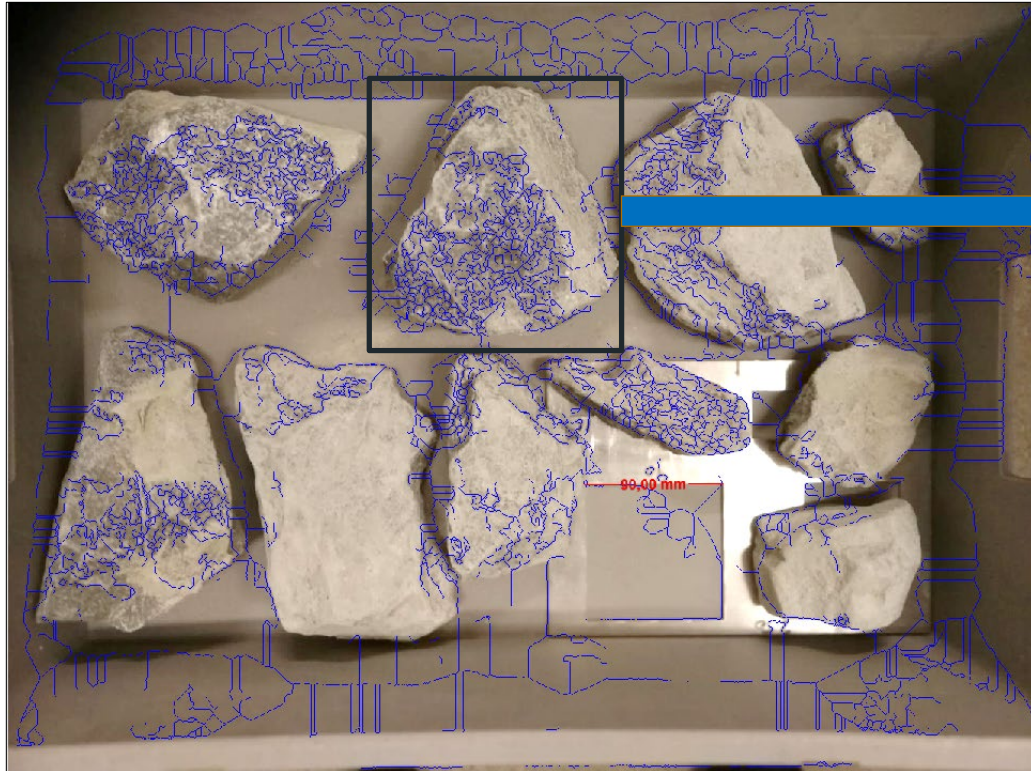


11 bilder – ca. 223 talte korn

210 kg prøve siktet

| | 22.4 mm | 31.5 mm | 63.0 mm | 90 mm | 125 mm | 180 mm |
|---------------|---------|---------|---------|-------|--------|--------|
| Sikting | 9.0 | 17.1 | 51.8 | 73.7 | 92.3 | 100 |
| Split Desktop | 4.7 | 11.2 | 46.3 | 74.7 | 91.0 | 100 |
| WipFrag | 3.5 | 8.8 | 40.2 | 70.7 | 90.3 | 100 |

Helautomatisk analyse – uten redigering

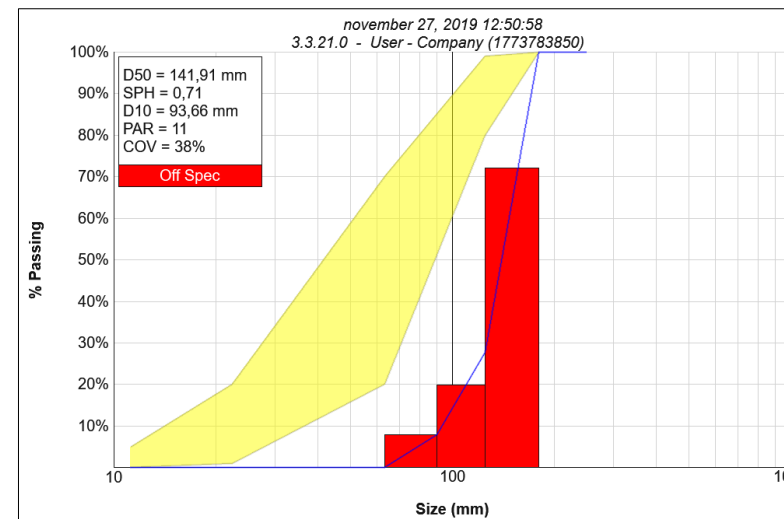
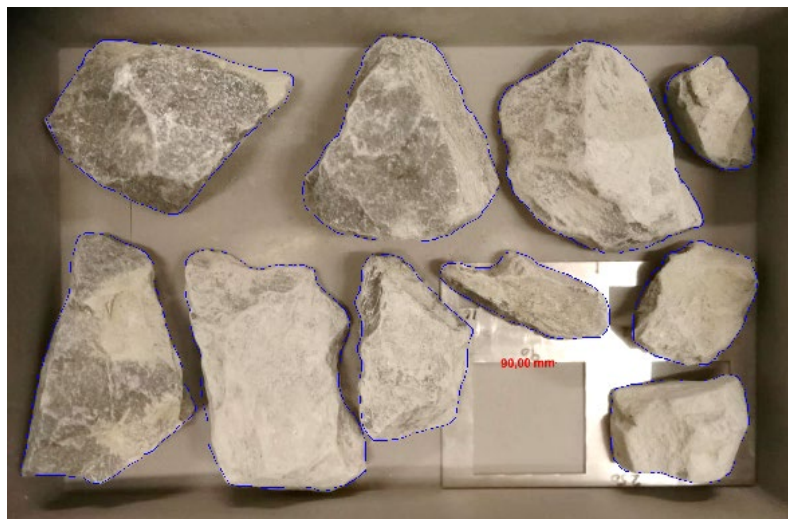
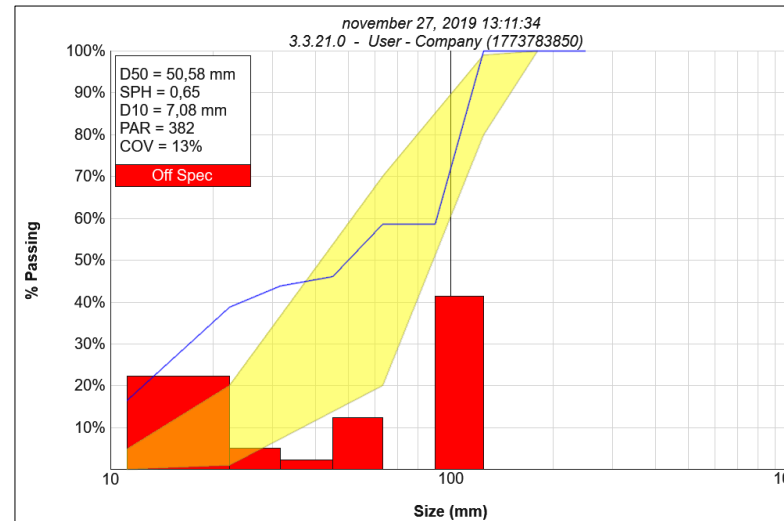
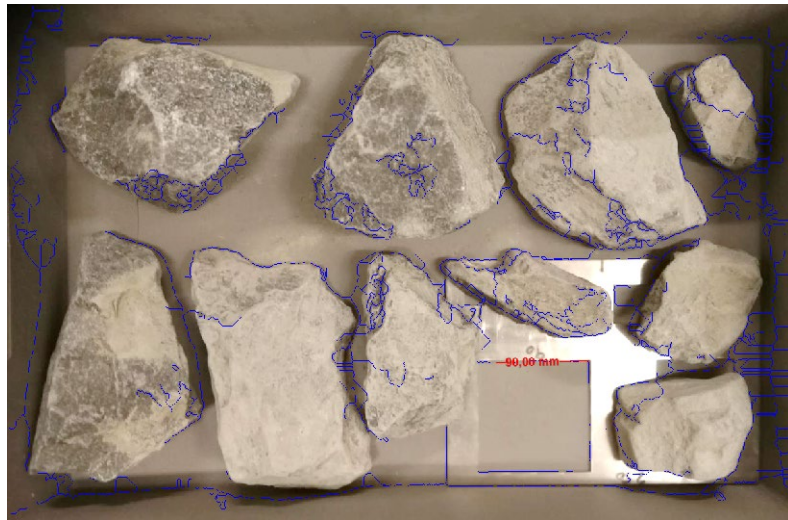


10 steiner på bildet – analyseres til å være 2055 partikler

Høy andel «korn» med størrelser mellom 10-20 mm

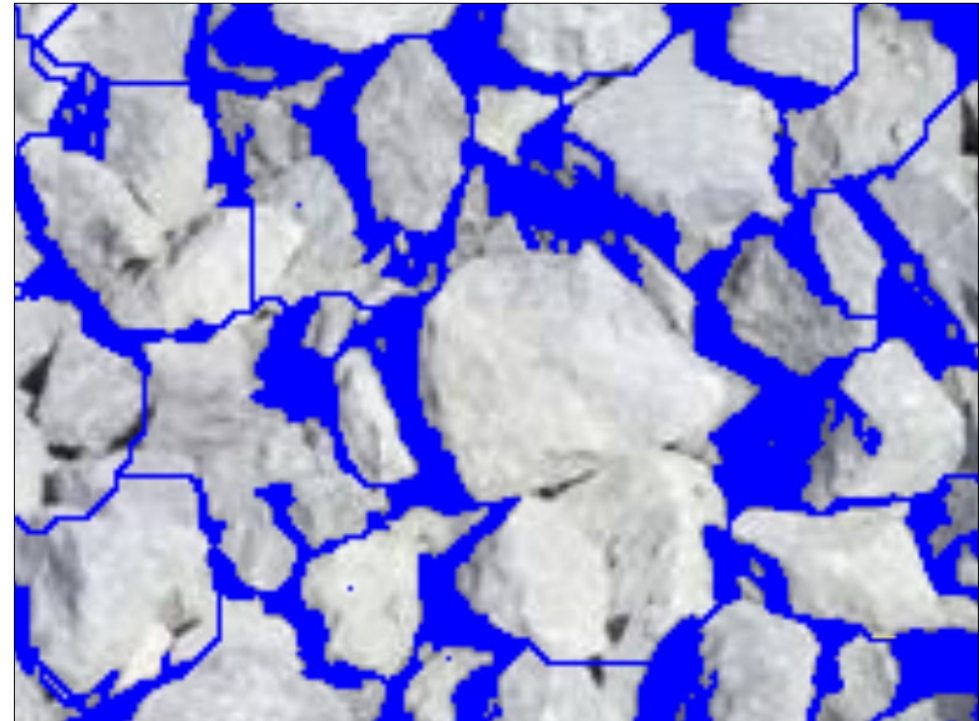
Halvautomatisk analyse – med litt redigering

10 partikler på bildet – leses til å være 382 partikler



Bilder med overlapp av korn

Softwaren benytter empirisk erfaring for å beregne volum av delvis tildekkede korn, basert på eksperimenter med 3D-geometri som er sammenlignet med beregnet 3D-geometri.



Det vil være behov for noe manuell redigering uansett

Viktige kriterier for bildeanalyse

- Bildekvalitet (skarpe med god kontrast)
- Målestokk
- Materialer avbildet flatt gir bedre resultater enn fra haug
- Bilder tatt vinkelrett på motivet gir best resultat
- Tilstrekkelig antall partikler (100-1000 anbefales av WipFrag)



Veien videre

- Må fortsatt opparbeide mer erfaring med bildeanalyse opp mot siktekurver
- Opprette et faglig forum
- Sikre så lik analyseform som mulig
- Ringanalyser
- Justeringer i NS 3468

