

**SINTEF Building and Infrastructure** Tone Østnor, Kari Aarstad, Kristin Kaspersen og Klaartje De Weerd

# Brukermanual for BetongGUI – analyse/karakterisering av porer på betongoverflater

COIN Project report 51 – 2014



SINTEF Building and Infrastructure

Tone Østnor, Kari Aarstad, Kristin Kaspersen og Klaartje De Weerd

# **Brukermanual for BetongGUI – analyse/karakterisering av porer på betongoverflater**

FA 2 Competitive constructions

SP 2.1 Robust and highly flowable concrete with controlled surface quality

COIN Project report 51 – 2014

COIN Project report no 51

Tone Østnor, Kari Aarstad, Kristin Kaspersen og Klaartje De Weerd

## **Brukermanual for BetongGUI – analyse/karakterisering av porer på betongoverflater**

FA 2 Competitive constructions

SP 2.1 Robust and highly flowable concrete with controlled surface quality

Keywords:

Eksponert betong, betongoverflater, klassifiseringssystem, porer, BetongGUI

Photo, cover: «Gallery», iStock

ISSN 1891-1978 (online)

ISBN 978-82-536-1405-2 (pdf)

ISBN 978-82-536-1430-4 (printed)

15 copies printed by AIT AS e-dit

Content: 100 g Scandia

Cover: 240 g Trucard

© Copyright SINTEF Building and Infrastructure 2014

The material in this publication is covered by the provisions of the Norwegian Copyright Act. Without any special agreement with SINTEF Building and Infrastructure, any copying and making available of the material is only allowed to the extent that this is permitted by law or allowed through an agreement with Kopinor, the Reproduction Rights Organisation for Norway. Any use contrary to legislation or an agreement may lead to a liability for damages and confiscation, and may be punished by fines or imprisonment.

Address: Forskningsveien 3 B  
POBox 124 Blindern  
N-0314 OSLO

Tel: +47 22 96 55 55

Fax: +47 22 69 94 38 and 22 96 55 08

[www.sintef.no/byggforsk](http://www.sintef.no/byggforsk)

[www.coinweb.no](http://www.coinweb.no)

### **Cooperation partners / Consortium Concrete Innovation Centre (COIN)**

#### **Kværner Engineering**

Contact: Jan-Diederik Advocaat

Email: [Jan-Diederik.Advocaat@kvaerner.com](mailto:Jan-Diederik.Advocaat@kvaerner.com)

Tel: +47 67595050

#### **Mapei AS**

Contact: Trond Hagerud

Email: [trond.hagerud@mapei.no](mailto:trond.hagerud@mapei.no)

Tel: +47 69972000

#### **Norwegian Public Roads Administration**

Contact: Kjersti K. Dunham

Email: [kjersti.kvalheim.dunham@vegvesen.no](mailto:kjersti.kvalheim.dunham@vegvesen.no)

Tel: +47 22073940

#### **Saint Gobain Weber**

Contact: Geir Norden

Email: [geir.norden@saint-gobain.com](mailto:geir.norden@saint-gobain.com)

Tel: +47 22887700

#### **SINTEF Building and Infrastructure**

Contact: Tor Arne Hammer

Email: [tor.hammer@sintef.no](mailto:tor.hammer@sintef.no)

Tel: +47 73596856

#### **Unicon AS**

Contact: Stein Tosterud

Email: [stto@unicon.no](mailto:stto@unicon.no)

Tel: +47 22309035

#### **Norcem AS**

Contact: Terje Rønning

Email: [terje.ronning@norcem.no](mailto:terje.ronning@norcem.no)

Tel: +47 35572000

#### **Skanska Norge AS**

Contact: Sverre Smeplass

Email: [sverre.smeplass@skanska.no](mailto:sverre.smeplass@skanska.no)

Tel: +47 40013660

#### **Veidekke Entreprenør ASA**

Contact: Christine Hauck

Email: [christine.hauck@veidekke.no](mailto:christine.hauck@veidekke.no)

Tel: +47 21055000

#### **NTNU**

Contact: Terje Kanstad

Email: [terje.kanstad@ntnu.no](mailto:terje.kanstad@ntnu.no)

Tel: +47 73594700

---

## Preface

---

This study has been carried out within COIN – Concrete Innovation Centre – one of presently 14 Centres for Research based Innovation (CRI), which is an initiative by the Research Council of Norway. The main objective for the CRIs is to enhance the capability of the business sector to innovate by focusing on long-term research based on forging close alliances between research-intensive enterprises and prominent research groups.

The vision of COIN is creation of more attractive concrete buildings and constructions. Attractiveness implies aesthetics, functionality, sustainability, energy efficiency, indoor climate, industrialized construction, improved work environment, and cost efficiency during the whole service life. The primary goal is to fulfil this vision by bringing the development a major leap forward by more fundamental understanding of the mechanisms in order to develop advanced materials, efficient construction techniques and new design concepts combined with more environmentally friendly material production.

The corporate partners are leading multinational companies in the cement and building industry and the aim of COIN is to increase their value creation and strengthen their research activities in Norway. Our over-all ambition is to establish COIN as the display window for concrete innovation in Europe.

About 25 researchers from SINTEF (host), the Norwegian University of Science and Technology – NTNU (research partner) and industry partners, 15–20 PhD-students, 5–10 MSc-students every year and a number of international guest researchers, work on presently eight projects in three focus areas:

- Environmentally friendly concrete
- Economically competitive construction
- Aesthetic and technical performance

COIN has presently a budget of NOK 200 mill. over eight years (from 2007), and is financed by the Research Council of Norway (approx. 40 %), industrial partners (approx. 45 %) and by SINTEF Building and Infrastructure and NTNU (in all approx. 15 %).

For more information, see [www.coinweb.no](http://www.coinweb.no).

Tor Arne Hammer  
Centre Manager

## Innhold

---

<b>1</b>	<b>INNLEDNING.....</b>	<b>5</b>
1.1	BAKGRUNN .....	5
1.2	DEFINISJONER .....	5
1.3	GENERELT OM PORER .....	5
<b>2</b>	<b>METODE, KAMERAOPPSETT OG INNSTILLINGER.....</b>	<b>7</b>
2.1	METODE OG UTSTYR .....	7
2.2	OPPSETT .....	7
2.3	KAMERA- OG BLITSINNSTILLINGER .....	7
2.4	PROSEDYRE FOR BILDETAKING AV PORER .....	8
2.5	BILDEANALYSE MED BETONGGUI .....	9
2.6	INSTALLERING.....	9
<b>3</b>	<b>OPPSTART AV PROGRAMMET BETONGGUI FOR POREANALYSER.....</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>KONVERTERING AV RESULTATENE TIL EXCEL-REGNEARK .....</b>	<b>12</b>
<b>5</b>	<b>KLASSIFISERINGSSYSTEMET .....</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>REFERANSER.....</b>	<b>14</b>

## 1 Innledning

---

### 1.1 Bakgrunn

Eksponert betong er godt egnet som den ferdige veggoverflaten i et bygg. Man unngår fordyrende trinn som sparkling og maling, og vedlikeholdskostnader kan reduseres. Det visuelle uttrykket som eksponert betong gir, er gjerne et ønske i seg selv.

Eksponert betong krever imidlertid ekstra fokus fra entreprenørens side for å oppnå det ønskede resultatet. Samtidig må arkitekt og byggherre ha en realistisk oppfatning av hva som er mulig å få til med plasstøpt betong.

Porer på eksponerte betongoverflater er ofte en kilde til diskusjon mellom arkitekt, byggherre, entreprenør og betongleverandør. Porer av en viss størrelse og hyppighet medfører ekstra kostnader til reparasjon og flikking. I verste fall oppnår man ikke det ønskede visuelle uttrykket på betongoverflaten, og drastiske tiltak må settes i verk. En metode og et klassifiseringssystem vil gjøre det enklere både å avklare forventninger i forkant, og å avgjøre i etterkant om det oppnådde resultatet er som forventet.

Ferdige betongelementer har ikke like store utfordringer med overflateporer som plasstøpt betong.

*Veiledning for beskrivelse av synlige betongoverflater, plasstøpte konstruksjoner* (Norsk betongforening 1981) gir en veiledning for beskrivelse av synlige betongoverflater på plasstøpte konstruksjoner. Som tittelen indikerer, er fokus på beskrivelse av arbeidet i prosjektgrunnlaget. I *Betongoverflater* (Krokstrand, Steen og Wiggen 2011) er det gitt åtte bud for en vellykket betongoverflate. Det fins imidlertid ingen norsk metode for klassifisering av overflater.

Forskningsprosjektet COIN (Concrete Innovation Centre) har hatt som mål å finne en metode for karakterisering av overflater med tanke på porer og grånyanser. Arbeidet har tatt utgangspunkt i et arbeid som allerede var påbegynt i en masteroppgave av Bøhnsdalen og Hegseth (2009). Porer og gråtoner ble registrert manuelt, og behovet for en mer automatisert og objektiv metode for måling meldte seg raskt. COIN opprettet derfor et samarbeid med SINTEF IKT om utvikling av et bildebehandlingsprogram, og programmet BetongGUI foreligger nå klart til bruk sammen med en prosedyre for riktig utførelse.

### 1.2 Definisjoner

Eksponert betong:

- betong som ikke behandles med annet enn eventuelt støvbinding etter utstøping

Pore (her):

- avvik i planhet i betongoverflaten, mindre enn 15 mm i utstrekning, jmfør NS 3420

Plasstøpt betong:

- betong som støpes ut direkte og herder til den ferdige konstruksjonen på byggeplass

### 1.3 Generelt om porer

Det er vanlig å skille mellom porer som oppstår på grunn av luft i betongen og porer som oppstår på grunn av separasjon i betongen.

All betong inneholder luft som blir pisket inn under blanding og transport av betongen. Denne luften skal i utgangspunktet fjernes fra betongen under vibrering, men kan av forskjellige grunner ansamles i betongoverflaten, slik at det oppstår luftporer. Tilsatt luft (i form av kjemiske tilsetningsstoffer) for å gjøre betongen frostsikker vil opptre som mikroporer i betong-

en, og dermed ikke bidra til synlige porer i overflaten. Dersom betongen er ustabil og separeres, kan vann ansamles på overflaten av betongen, mot forskalingen. Når forskalingen da fjernes, vil området hvor vannet samlet seg, framstå som en pore.

Det kan være mange faktorer som avgjør om man får porer eller ikke på en overflate. Det er vesentlig at forventningene til overflatene avklares i forkant av et prosjekt. Er kravet en tilnærmet porefri overflate, må man sette inn ressurser for å oppnå det.

Følgende parametere er erfaringsmessig sett å ha påvirkning på porer i betongen:

- forskaling
- forskalingsolje, type og påføring
- avlessingsmetode for betong
- utstøping
- betongkvalitet – finstoffmengde, konsistens og stabilitet
- klima

Det er vel kjent at det er enklere å få til fine overflater med enkelte typer forskaling enn med andre. En dårlig rengjort eller slitt og oppskrappt forskaling kan hindre transport av luftporer opp langs forskalingsveggen under vibrering. Slike overflatedefekter på forskaling vil også framstå som defekter på den synlige betongoverflaten, da som «streker» og «knaster».

Svært tette forskalingstyper, som stålformer, slipper ikke ut luft i det hele tatt, og det oppstår lettere porer i overflaten. Med forskalinger som ikke er så tette, eksempelvis bordforskaling, er det lettere å unngå porer, og eventuelle porer vises heller ikke så godt. Metoden for karakterisering av overflater som er utviklet i dette prosjektet, er imidlertid kun egnet for glatte overflater.

For forskalingsolje gjelder det å finne en olje som er tilpasset behovet, og følge anvisningene gitt av produsenten. Av hensyn til arbeidsmiljøet kan det for eksempel være ønskelig å bruke vannbaserte oljer, mens det vanligvis ikke er forenelig med klimaet vi har i Norge vinterstid. For de fleste typer forskalingsoljer gjelder det å påføre et så tynt sjikt som mulig, og eventuelt svabre av i tillegg, men det fins også typer hvor man bare skal la det tørke. Typisk vil for mye forskalingsolje resultere i masse små og store porer på betongoverflaten.

En vesentlig del av selve utstøpingen er å få plassert betongen i formen på en god måte. Dropp av betongen fra stor høyde vil ofte gi et lite tilfredsstillende resultat. Flohøyden bør heller ikke være for stor dersom målet er tilnærmet porefri overflate. Vibreringen skal sørge for å fjerne luft fra betongen, og feil eller mangelfull vibrering kan gi porer i overflaten.

Når det gjelder betongkvalitet, må betongen være stabil og riktig sammensatt, ha riktig fasthets- og bestandighetsklasse og riktig konsistens. Det er gunstig å bruke full steinstørrelse (vanligvis 22 mm) der hvor det er plass til det. Mange erfarer at det er enklere å få et godt resultat med en høyere betongkvalitet på grunn av finstoffmengden.

Klimaet kan på flere måter skape utfordringer i arbeidet med å lage gode overflater. Regn, snø og is på forskalingsoverflaten før støping kan gi vannporer. Det er uvisst hvordan forskjellige værforhold påvirker det endelige resultatet, men mange erfarer at det er vanskeligere å få til gode overflater når det er store temperaturdifferanser mellom forskaling og fersk betong.

Denne rapporten fokuserer på selve metoden for bildetaking og bildeanalyse med BetongGUI ved klassifisering av porer.

## 2 Metode, kameraoppsett og innstillinger

---

### 2.1 Metode og utstyr

BetongGUI-programmet og den fotografiske metoden er basert på kommersielt tilgjengelig fotoutstyr. Foreslåtte eksempler er:

- kamera: Olympus E-620 DSLR (3 000 x 4 000 piksler, mulighet for å bruke fjernkontroll til bildetaking, manuell innstilling av fokus, lukkertid, blenderåpning, hvitbalanse og så videre, samt tilkobling for ekstern blits)
- linse: Olympus Zuiko Digital (14–42 mm, F3.5–5.6)
- blits: Olympus FL-50R og kabel til å koble blits til kamera
- softboks: PhotoFlex LiteDome Q39 Softbox Medium med klemmer til å feste boksen til stativ
- 2 stativer, ett for kamera og ett for blits/softboks

### 2.2 Oppsett

Prøveområdet kan enklest merkes av direkte på betongveggen, med for eksempel tusj eller teip. Kamera og blits samt softboks festes til stativene, og kameraet plasseres foran softboksen som vist i

Figur .



Figur 2.2  
Oppsett av kamera, blits og softboks

### 2.3 Kamera- og blitsinnstillinger

Man tar noen testbilder, slik at man kan justere blender og lukkertid (hvor mye lys som slipper inn i kameraet) i forhold til lysforholdene på stedet der bildene skal tas. Det er viktig at bildene ikke blir for lyse og ikke for mørke. Det kan man sjekke på kameraet i bildevisningsmodus ved å se på histogrammene. Under er listet opp eksempler på kamera- og blitsinnstillinger, samt oppsett.

- linse/zoom: 14 mm
- hvitbalanse: fast (5 400 K)

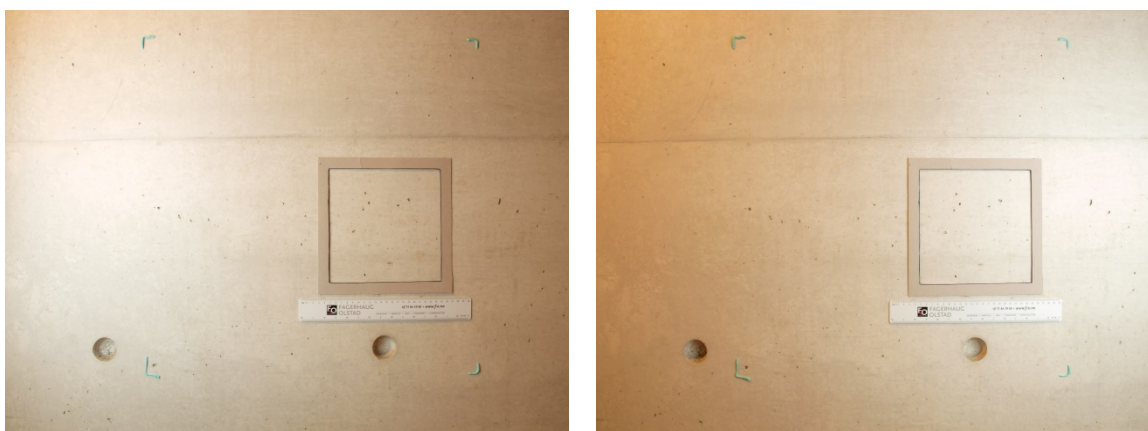


- ISO: 100 (så lav som mulig)
- avstand mellom kamera og betongvegg: 60–70 cm
- fokus: manuell, justeres skarpt for riktig avstand, beholdes i resten av bildetakingen
- bildeområde: ca. 75–80 x 100–110 cm
- blender (aperture): F10
- lukkertid: 1/60 s
- blits: GN 15

## 2.4 Prosedyre for bildetaking av porer

Når kamera- og blitsoppsettet er klart og alle innstillinger er korrekte, skal man ta to bilder som vist i figur 2.4 a. For det første bildet skal blitsen stå 45° til venstre, og for det andre skal blitsen stå 45° til høyre. Blitsen vil gi skygger som forsterker synligheten til porene.

Det er veldig viktig at kameraet står helt i ro når begge bildene blir tatt. Flytt kun på blitsen. En fjernkontroll til kameraet kan være en god løsning under bildetakingen.



**Figur 1.4 a**

**Bilder av betongoverflaten med blits fra venstre og høyre. Den grå ramma viser analyseområdet på 20x20 cm.**

Figur 1.4 a viser bilder tatt med blitsen 45° fra venstre og høyre. Etterpå blir bildene forbehandlet i BetongGUI og kombinert til ett bilde. Se eksempler i figur 2.4 b.



**Figur 2.4 b**  
Øverste rekke: Bildene er zoomet inn 20x20 cm med blits fra venstre og høyre. Nederste rekke: Manuel telte porer i forskjellige poreklasser med fargekode (grønn = 1–5 mm, blå = 5–10 mm, rød = 10–15 mm) på kombinerte bilder (venstre) og analysert med BetongGUI (høyre)

## 2.5 Bildeanalyse med BetongGUI

BetongGUI er en Graphical User Interface- (GUI-) programvare utviklet av SINTEF IKT spesielt for analyse av bilder av betongoverflater. Programvaren er bygd opp slik at den skal være brukervennlig med «peking og klikking», og man trenger ikke å lære seg kommandoer for å bruke dette programmet.

## 2.6 Installering

Lag en mappe på din datamaskin under programfiler, og gi mappa navnet «BetongGUI». Installer MCRInstaller-programmet i mappa «BetongGUI». Dette programmet gir tilgang til

nødvendige Matlab-bibliotek, og det er dette programmet som driver BetongGUI. Installer disse programmene og filene i mappa:

- betongGUI.exe
- betongGUI.fig
- poreGUI.fig

### 3 Oppstart av programmet BetongGUI for poreanalyser

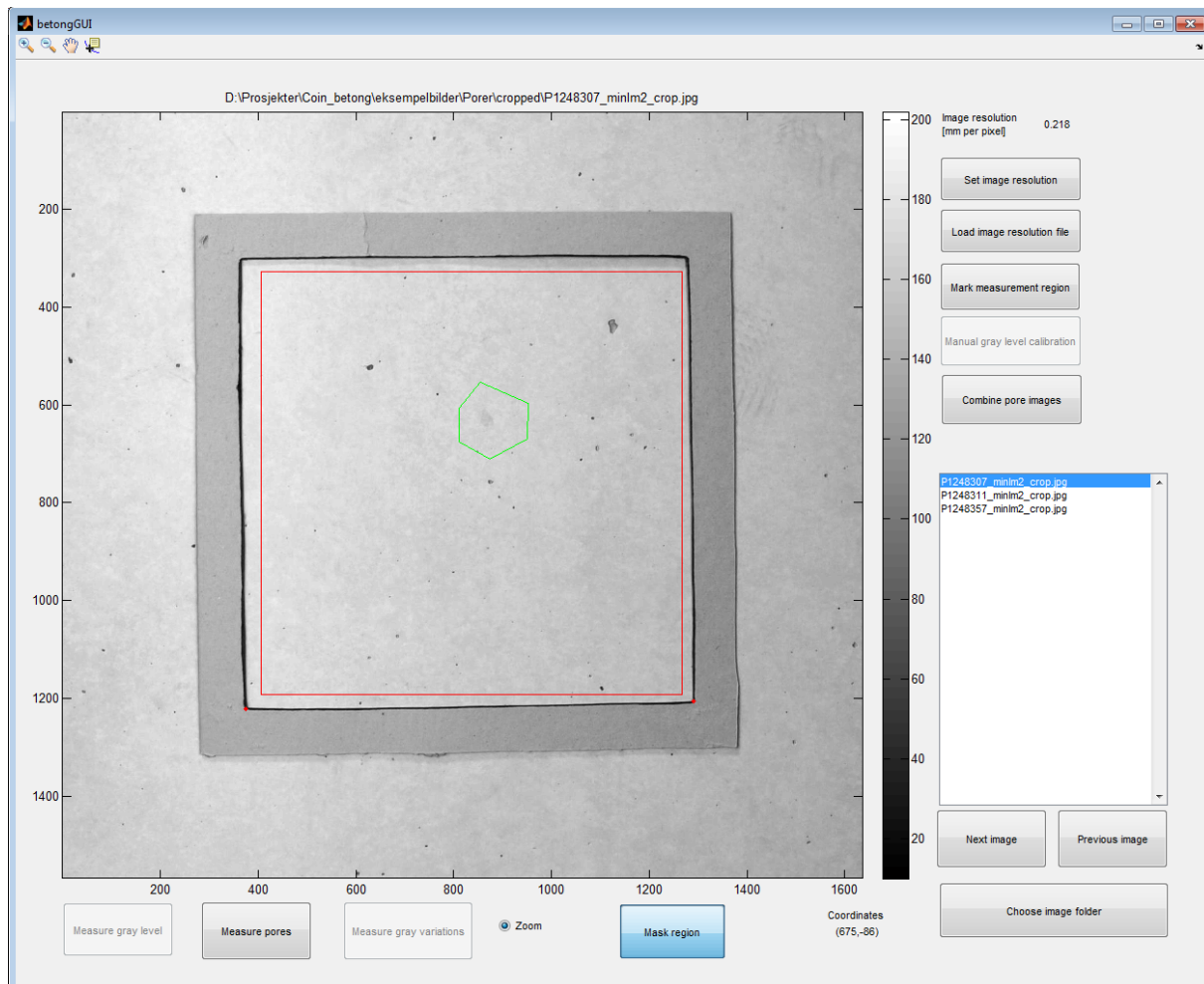
---

Åpne programmet «BetongGUI.exe», og spørsmålet om hvilken mappe du ønsker å åpne kommer opp på skjermen. Velg først mappa der bildene med blits fra to kanter ligger lagret. Når første bilde har kommet opp, trykker du på knappen «Combine pore images» for å kombinere bildene med blits fra to kanter. Bildene blir lagret i en ny undermappe som heter «combinedPores». Trykk på knappen «Choose image folder» og velg den nye mappa med kombinerte porebilder.

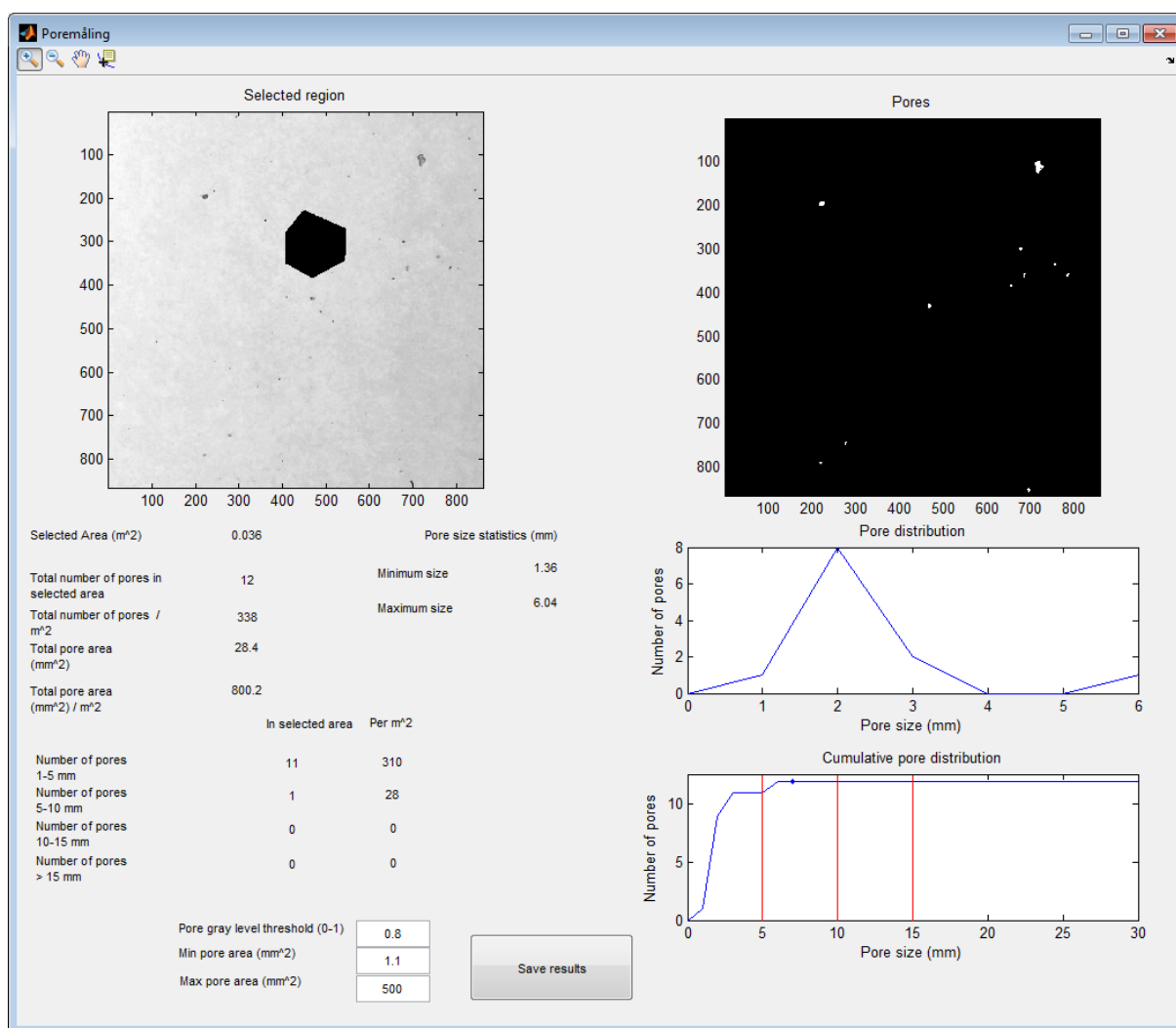
1. Last opp et JPG-bilde fra hovedvinduet ved å velge ett fra menyen med bilder til høyre.
2. Zoom om nødvendig inn til ønsket område i bildet dersom du ikke skal analysere hele bildeområdet.
3. Målestokken i bildet blir satt ved å trykke på «Set image resolution». Marker to punkter på et objekt med kjent størrelse og skriv deretter inn avstanden mellom punktene i mm i boksen som kommer opp. *Image resolution* blir automatisk satt i mm/piksel. Dette må gjøres for alle bildene i serien dersom de har forskjellig oppløsning, men bare første gang bildet blir åpnet. Deretter blir det lagret og klart til neste gang man åpner programmet og mappa der bildene ligger. Oppløsninger rundt 0,2–0,25 mm/piksel er passende for poreanalyse. Dersom oppløsningen er vesentlig lavere enn dette, for eksempel 0,5–1 mm/piksel, bør man ta nye bilder med høyere oppløsning ved å flytte kameraet nærmere veggen.
4. Arealet som skal analyseres, markerer man ved å bruke «Mark measurement region», og en rød firkant markerer hvor målingene gjøres.
5. Hvis det på bildet er med støpefeil eller liknende som ikke skal være med, kan man fjerne dem ved å trykke på knappen «Mask region». Klikk med venstre musknapp for å markere konturen til området som ikke skal være med i analysen og avslutt med å dobbeltklikke på siste punkt. Den utelatte regionen blir markert med grønt. Dersom regionen skal slettes igjen, klikk først på «Zooming», slik at den endres til «Masking region», høyreklikk deretter på regionen og velg «Delete region». Klikk eventuelt på «Masking region» igjen for å komme tilbake til zoom-modus.
6. Trykk på «Measure pores», og et nytt vindu (poreGUI) kommer fram med resultatene fra merket område.
7. Lagre resultatet ved å trykke på «Save results»-knappen. Resultatet blir da lagret i mappa der bildene ble hentet fra under mappa «results». Dersom resultatet ikke er optimalt med standard parametervalg, kan man justere mengden porer som blir detektert ved å endre parameteren «Pore gray level threshold». Høyere verdi gir flere detekterte porer, mens lavere verdi gir færre porer. Typisk variasjonsområde for denne parameteren er 0,8–0,85.
8. For å gå til neste bilde, trykker man på «Next image»-knappen i BetongGUI, eller man kan velge neste bilde i lista over bildefiler.
9. Dersom flere bilder er tatt med nøyaktig samme oppløsning, kan man kopiere oppløsningen fra et annet bilde ved å trykke på «Load image resolution file». Velg mappa der bildene ligger. Der har det blitt opprettet en mappe kalt «resolution», som inneholder målestokken som ble lagd i første bilde. Velg første bilde og trykk «open». Øverst i høyre hjørne blir målestokken fra forrige bildet satt inn automatisk.

Image resolution  
[mm per pixel] 0.251

10. Når dette er gjort, gjentar man punktene 3–6.



**Figur 3 a**  
Skjermdump av hovedvinduet/oppstartsvinduet til BetongGUI. Rødt rektangel markerer ønsket måleområde, og grønt område markerer en region som skal utelates fra analysen.



**Figur 3 b**  
 Skjermdump av poreanalysevinduet til BetongGUI for den valgte regionen i figur 3 a. Den svarte regionen markerer området som er utelatt fra analysen.

## 4 Konvertering av resultatene til Excel-regneark

Åpne mappa der bildene ble hentet fra. Der har det blitt lagd en mappe kalt «results». I den mappa er alle resultater lagret, både som bilder og som tekstdokumenter (txt-filer). For å konvertere resultatene etter poreteilingen, gjør følgende:

- Åpne fila `_Statistics_pores_commaVersion.txt` eller `_Statistics_pores_pointVersion.txt`, avhengig av om du har satt opp Excel til å bruke komma eller punktum som desimalmarkør. (Standard er komma ved norsk operativsystem, punktum ved engelsk operativsystem.)
- Txt-fila kommer da opp i Notepad på skjermen.
- Trykk «Ctrl» + «a» på tastaturet, og hele linja blir merket med blått.
- Trykk «Ctrl» + «c» på tastaturet.
- Åpne Excel og trykk så «Ctrl» + «v»
- Resultatene blir da automatisk konvertert og lagt inn i de forskjellige cellene i Excel-arket.
- Resultatet blir presentert slik i Excel:

1	All values in mm²																			
2	image	row_start	row_stop	col_start	col_stop	tot_number	tot_area	size_min	size_max	size 1-5	number of size 5-10	number of size 10-15	number of size > 15	1-5 per m²	5-10 per m²	10-15 per m²	number of size > 15 per m²	pore_thres hold	pore_min Area	pore_max Area
3	P1248307_minim2_crop	328	1192	407	1267	12	28.4	1.36	6.04	11	1	0	0	310	28	0	0	0.8	1.1	500
4	P1248307_minim2_crop	328	1192	407	1267	12	28.4	1.36	6.04	11	1	0	0	310	28	0	0	0.8	1.1	500

## 5 Klassifiseringssystemet

Et forslag til klassifiseringssystem ble først satt opp av Bøhnsdalen og Hegseth i deres masteroppgave (Bøhnsdalen og Hegseth 2009). Dette klassifiseringssystemet består av fire poreklasser, Klasse A–D, i tillegg til en prosjektspesifikk klasse med krav til et spesifikt prosjekt (Klasse E) og en klasse uten spesifikke krav (Klasse 0). Poreklassene er delt inn i antall porer innenfor en gitt størrelse. Porene blir klassifisert etter den lengste akselen, og porer mindre enn 1 mm vil ikke bli inkludert i dette systemet. Porer med større diameter enn 15 mm blir definert som støpefeil i henhold til NS 3420 (Standard Norge 2010). Slike støpefeil skal i henhold til standarden bli reparert, og vil derfor ikke bli inkludert i dette klassifiseringssystemet.

**Tabell 1 Klassifiseringssystem for porer i glatt forskalte betongoverflater**

Porediameter [mm]	Klasser					
	A	B	C	D	E	O
	[maks antall porer per m²]					
<b>1–5</b>	250	800	2 500	5 000		
<b>5–10</b>	5	20	50	100		
<b>10–15</b>	1	5	10	20		

Klassifiseringssystemet er ennå ikke helt ferdig og trenger mer utprøvinger og tester. Dette bør være et av målene til Norsk Betongforenings komité i samarbeid med blant annet betongprodusenter, arkitekter og byggherrer. I mellomtiden vil en betaversjon av et objektivt klassifiseringsverktøy (BetongGUI) for bruk i klassifiseringssystemet bli testet ut.

## 6 Referanser

---

Bøhnsdalen, M.E. og I. Hegseth, 2009. *Klassifiseringsverktøy for forskalte betongflater*. Masteroppgave. Trondheim: NTNU

Krokstrand, O.H., Ø. Steen og M.M. Wiggen, 2011. *Betongoverflater*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag

Norsk Betongforening, 1981. *Veiledning for beskrivelse av synlige betongoverflater, plasstøpte konstruksjoner*. Norsk Betongforening Publikasjon nr. 9. Oslo

Standard Norge, 2010. NS3420 – L:2010 Beskrivelsestekster for bygg, anlegg og installasjoner. Del L: Betong. Oslo

**SINTEF Building and Infrastructure** is the third largest building research institute in Europe. Our objective is to promote environmentally friendly, cost-effective products and solutions within the built environment. SINTEF Building and Infrastructure is Norway's leading provider of research-based knowledge to the construction sector. Through our activity in research and development, we have established a unique platform for disseminating knowledge throughout a large part of the construction industry.

**COIN – Concrete Innovation Center** is a Center for Research based Innovation (CRI) initiated by the Research Council of Norway. The vision of COIN is creation of more attractive concrete buildings and constructions. The primary goal is to fulfill this vision by bringing the development a major leap forward by long-term research in close alliances with the industry regarding advanced materials, efficient construction techniques and new design concepts combined with more environmentally friendly material production.

