



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

# Build 4.0 resultatkontrakt

Aktiviteter og resultater

Aktiviteterne er støttet af Uddannelses- og Forskningsstyrelsen under Uddannelses- og Forskningsministeriet.



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

Inno  
vations  
netværket for  
bæredygtigt  
InnoBYG BYGGERI

# BUILD 4.0

---

Værdiskabelse med nye teknologier i  
den danske byggebranche



# Build 4.0 teknologier

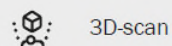
Build 4.0 omfatter brugen af nye teknologier i byggebranchen. Begrebet favner både teknologierne selv og deres udnyttede såvel som uudnyttede potentialer. Det kan være alt fra visualisering, planlægning, koordinering og kommunikation til fremstilling af materialer og konstruktionsdele samt opmåling og overvågning af byggepladser såvel som innovative løsninger på nedrivning og affaldshåndtering.



## 3D-print

En 3D-printer kan modellere et fysisk objekt baseret på et tegningsinput. Objektet kan printes i mange forskellige materialer, men i byggeriet anvendes beton ofte til 3D-printning. Se side:

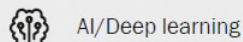
27 28 31 38



## 3D-scan

3D-scanneren danner en punktsky af et fysisk objekt, som kan hentes ind på en computer. Punktskyen kan dermed konverteres til en digital model af objektet. Se side:

31 53 64



## AI/Deep learning

Computerbaseret kunstig intelligens. Computeren kan simulere kognitive funktioner, som fx problemløsning, procesoptimering eller at genkende objekter. Se side:

25 35 43 47 51 61 63 69 70



## Big data

Big data dækker indsamling, opbevaring, analyse, processing og fortolkning af enorme datamængder. Begrebet bruges om datasæt, der er for komplekse til traditionel databehandling. Se side:

25 38 61 63 64



## BIM/VDC

Digital model af et byggeri, hvor bygningen kan visualiseres i min. 3 dimensioner. Flere dimensioner kan tilføjes, som indeholder information om drift, økonomi, tidsplan o.l. Se side:

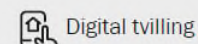
29 30 31 32 35 36 37 39 40  
41 42 43 44 51 52 56 60 62 64



## Data pool

Begrebet dækker en digital platform, hvor en datamængde er fælles tilgængelig for flere samarbejdspartnere. Dette kunne være tjenester som Dropbox eller Ajour. Se side:

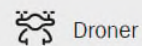
25 28 35 37 38 39 48 50 51 52  
59 63 71



## Digital tvilling

As-build 3D-modeller, som forbindes via IoT til sensorer, som sidder på den fysiske bygning. Sensorerne logger data om bygningen og dermed kan man kontinuert følge med i bygningens tilstand. Se side:

66



## Droner

Droner er en generel betegnelse for et førerløst luftfartøj. I byggebranchen bruges droneteknologi eksempelvis til opmåling og overvågning af byggepladser samt bygninger i drift. Se side:

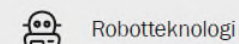
40 43 50 51 56 59 60 63 65



## IoT

'Internet of things' (IoT) er et begreb, hvor tekniske løsninger eller maskiner er opkoblet til internettet og derfra kan modtage og levere informationer til en computer. Se side:

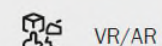
25 26 28 29 30 32 40 43 47 49  
51 52 53 56 59 60 61 62 63 64  
65 66 70



## Robotteknologi

En co-bot er en type robot, der er designet til at interagere med mennesker f.eks. i en arbejdsproces. En robot arbejder uafhængigt af mennesker, hvorimod en cobot er et hjælpeværktøj. Se side:

26 27 29 32 47 48 49 53  
54 55 69 70



## VR/AR

Ved VR og AR anvendes digitale modeller i sammenhæng med en digital brille, som brugeren kan tage på og dermed opleve at 'befinde sig' i den digitale model af byggeriet. Se side:

36 37 40 43 61 62



Kig efter ikonerne for teknologier, når du bladrer igennem eksemplerne på side 24 og frem.



3D-print



Big data



Digital tvilling



Robotteknologi

- Kornstørrelse vs. minutsug i murværk



3D-scan



BIM/VDC



Droner



VR/AR

- Kortlægning af prøvetagning vha. 3D scan

- Droneinspektion ved brug af EasyInspect værktøj



AI/Deep learning



Data pool



IoT

Nye digitale værktøjer

- Billedgenkendelse
  - Skimmelgenkendelse
  - Borekerner af beton
  - Hyperspektralbilleder af skimmelsvampe
  - Hyperspektralbilleder af mineraler

- Databaser
  - Afgasninger
  - Borekerner af beton
  - Tyndslib af mørtel

- Sigfox monitorering af temperatur og fugt

- Måling af kloraminer i svømmehaller
- FXR målinger af mineraler
- Fjernbesigtigelser



3D-print



Big data



Digital tvilling



Robotteknologi

- Kornstørrelse vs. minutsug i murværk



3D-scan



BIM/VDC



Droner



VR/AR

- Kortlægning af prøvetagning vha. 3D scan

- Droneinspektion ved brug af EasyInspect værktøj



AI/Deep learning



Data pool



IoT

Nye digitale værktøjer

- Billedgenkendelse
  - **Skimmelgenkendelse**
  - Borekerner af beton
  - Hyperspektralbilleder af skimmelsvampe
  - Hyperspektralbilleder af mineraler

- Databaser
  - **Afgasninger**
  - Borekerner af beton
  - Tyndslib af mørtel

- **Sigfox monitorering af temperatur og fugt**

- Måling af kloraminer i svømmehaller
- FXR målinger af mineraler
- Fjernbesigtigelser



## Resultatkontrakt aktiviteter og resultater

- AI billedgenkendelse af skimmelsvampe
- Fælles database sikrer bedre rådgivning
- Fjernmonitorering
  - Følge hærdeningen af beton vha. temperatur
  - Måling af temperatur og fugt ifm. besigtigelser



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

# AI billedgenkendelse af skimmelsvampe





## EN 123 Test Report

Order no. 12345

Assignor: Customer



DANISH  
TECHNOLOGICAL  
INSTITUTE

Greensensvej 3  
DK-2630 Taastrup  
Tel. +45 72 20 20 00  
Fax +45 72 20 20 19

info@teknologisk.dk  
www.teknologisk.dk





## EN 123 Test Report

Order no. 12345

Assignor: Customer

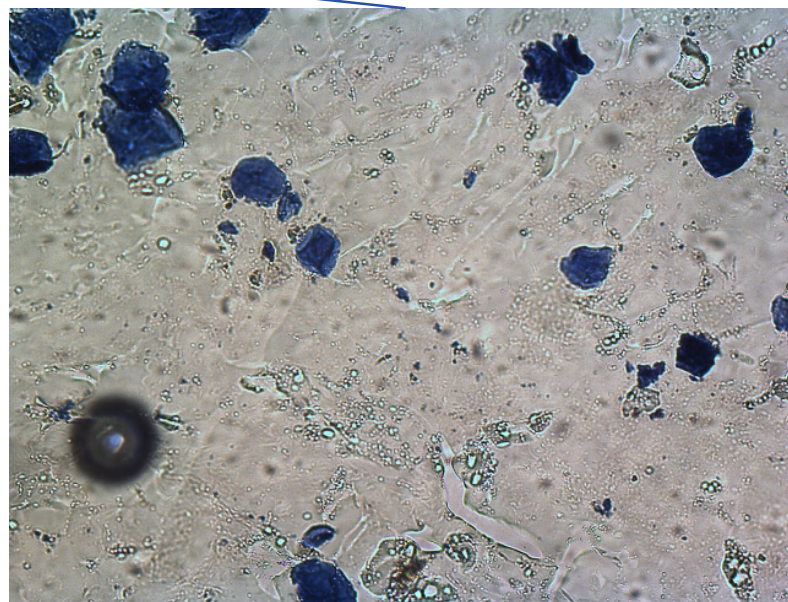
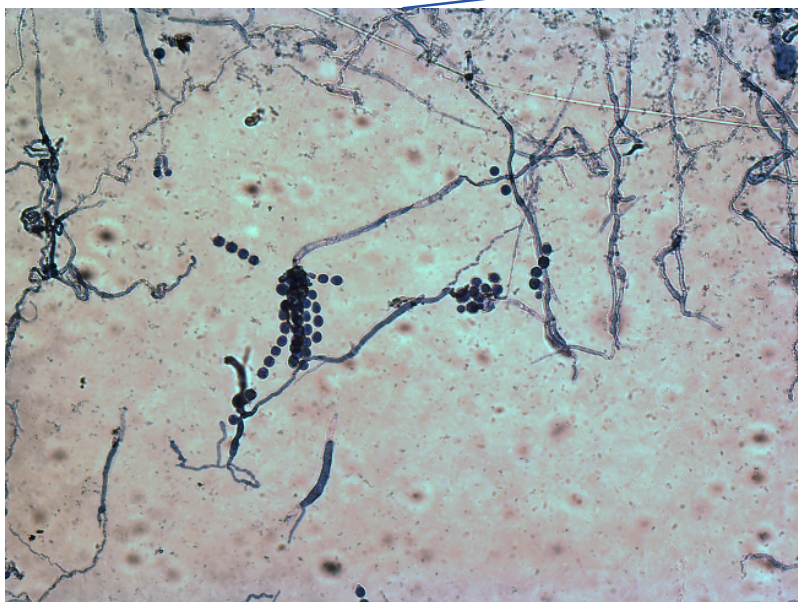


DANISH  
TECHNOLOGICAL  
INSTITUTE

Greensensvej 3  
DK-2630 Taastrup  
Tel. +45 72 20 20 00  
Fax +45 72 20 20 19  
info@teknologisk.dk  
www.teknologisk.dk

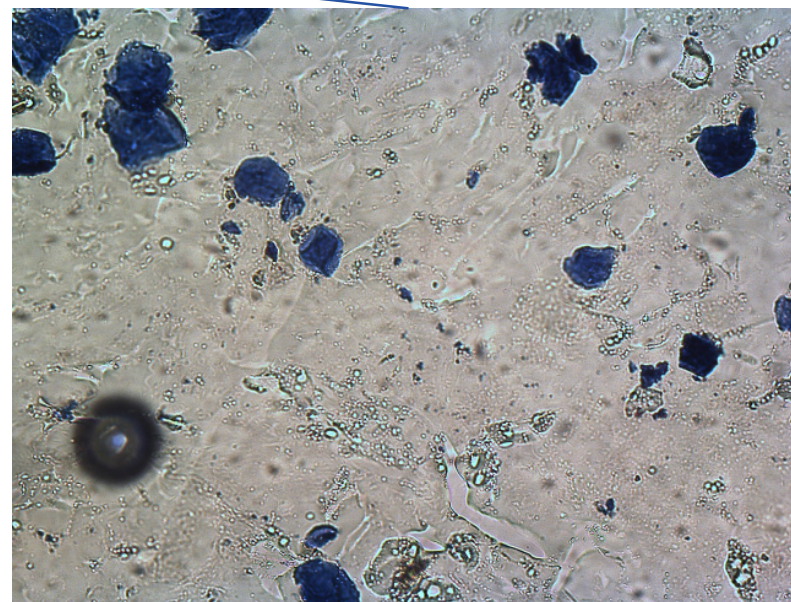
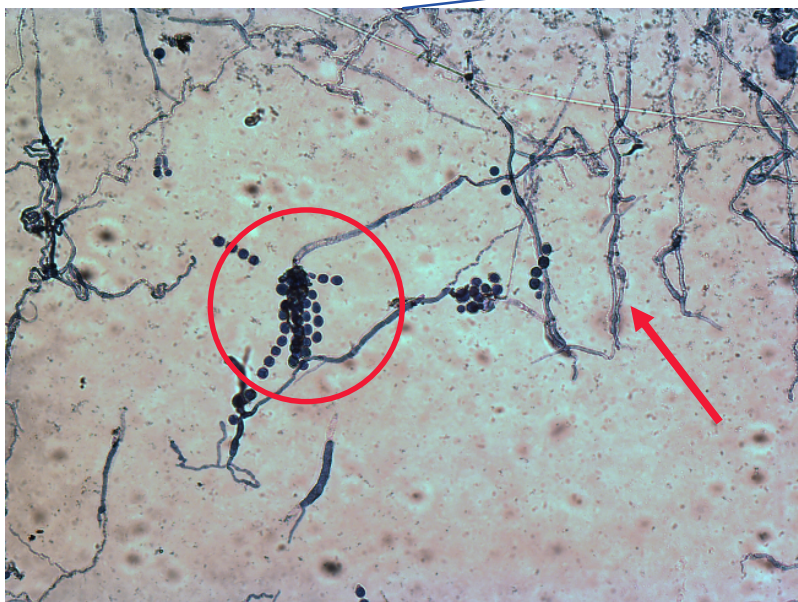


## Mikroskopi billeder af tapeaftryk



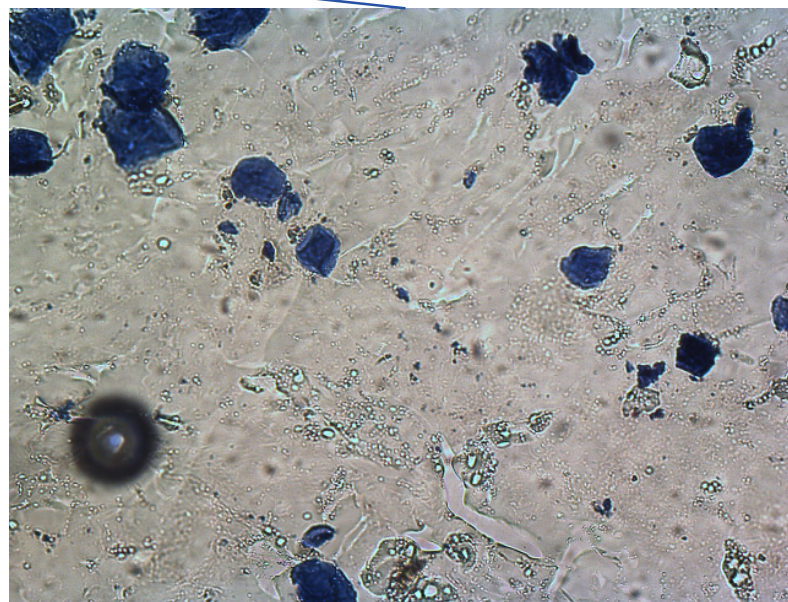
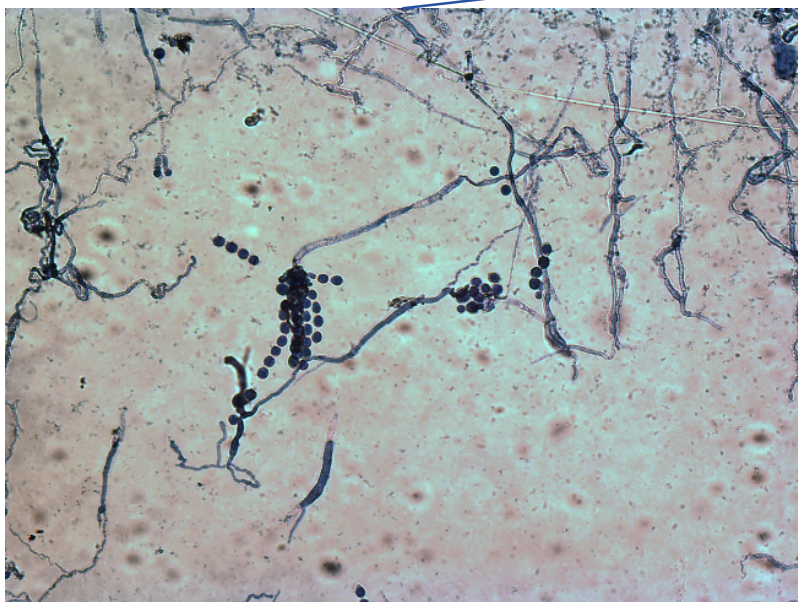


## Mikroskopi billeder af tapeaftryk



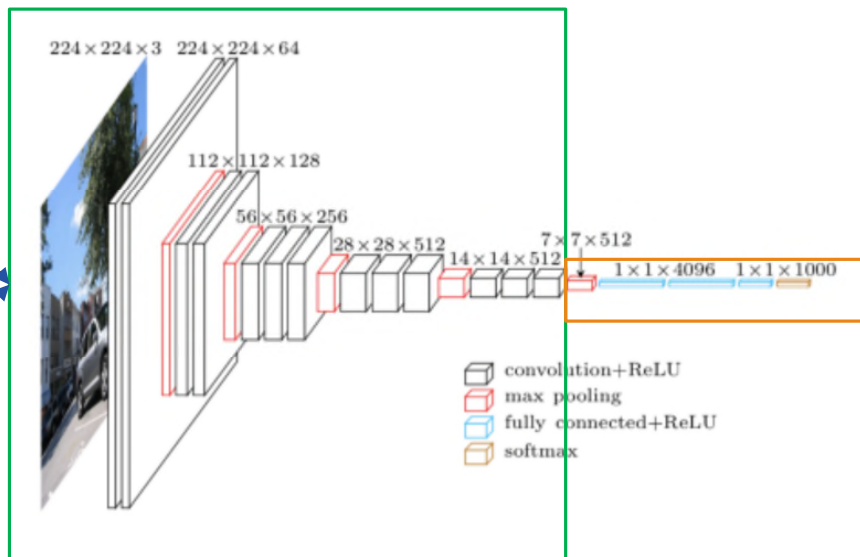
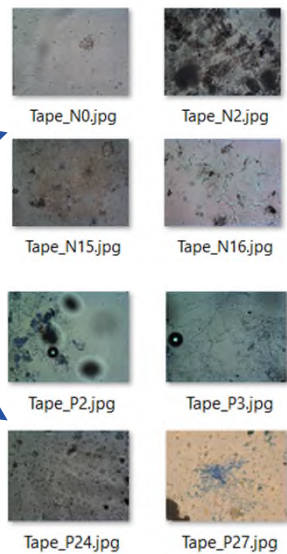
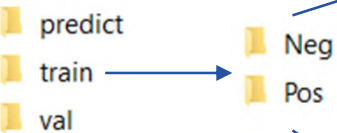


## Mikroskopi billeder af tapeaftryk





Data folders

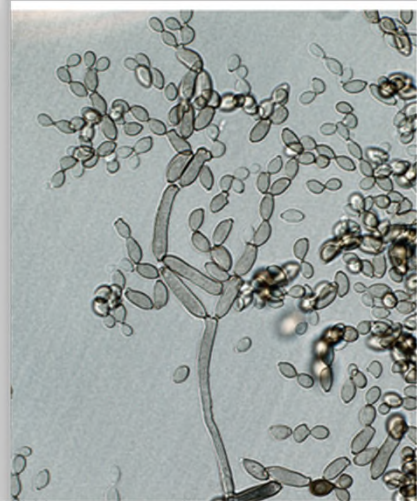
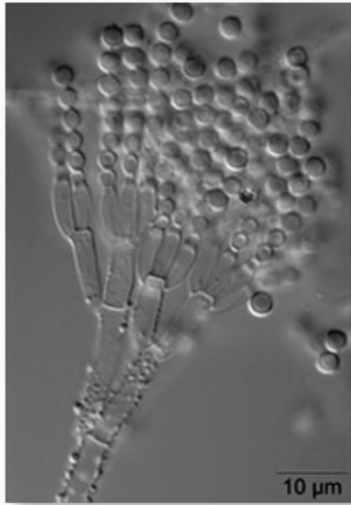


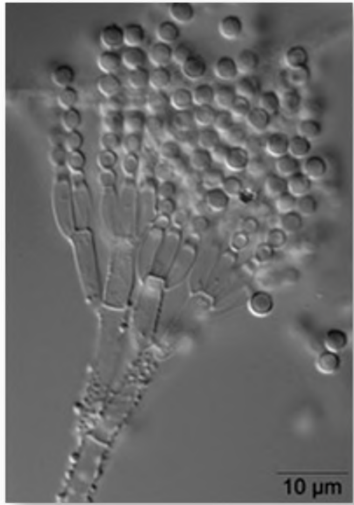
# EN 123 Test Report

Order no. 12345

Assignor: Customer



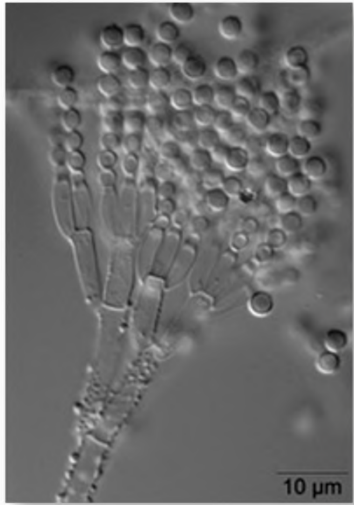




**Penicillium**



**Aspergillus**

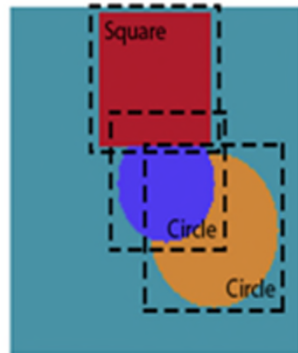


**Penicillium**

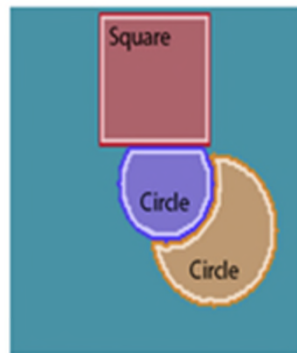


**Aspergillus**

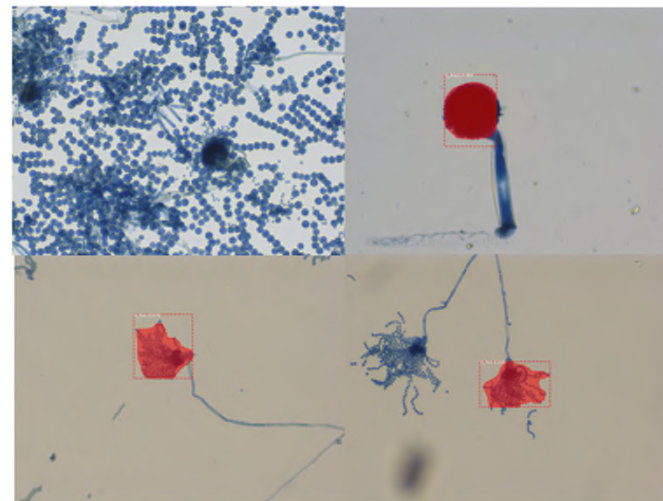
**Mask Region Based Convolutional Neural Network (Mask R-CNN)**



Object Detection



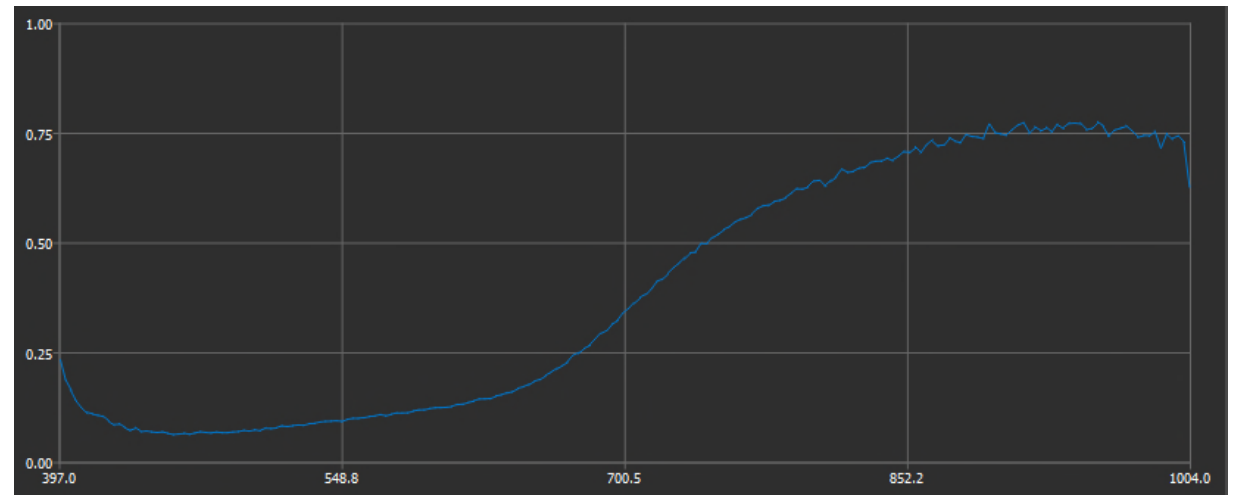
Object Segmentation





# Hyperspektralt kamera

- Fanger forskelle i overfladens reflektans
- Mikrobiologisk vækst på en overflade vil give forskel i reflektansen



# Hyperspektralt kamera

- Udvikling i skimmel vækst over tid på prøveemner
- Farvekode til hver overflade eller svampeart
- On-site resultater

Efter 1  
dag



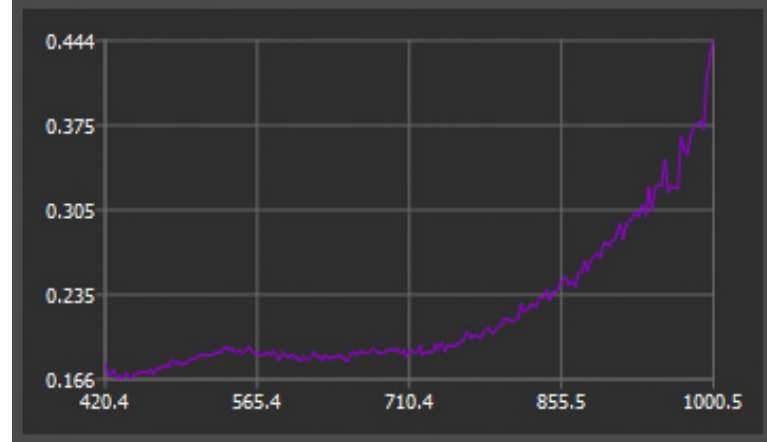
Efter 3  
dage



Efter 5  
dage



Penicillium på gips





TEKNOLOGISK  
INSTITUT

# Fælles database sikre bedre rådgivning





# Indeklima i bygninger



# Afgasning fra materialer





# Gasser i luften





Stofsøgning:

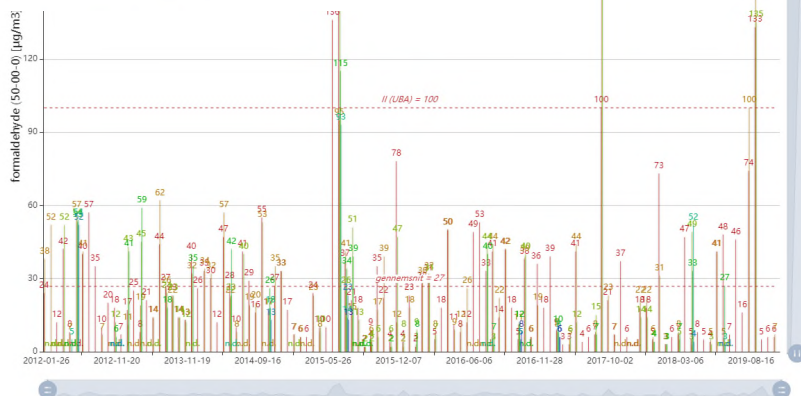
Søg

Rapportfilter:

Filtrér

- Kontorer  Boliger  Arbejdsmiljø  Skoler og institutioner  
 Hospital  Svømmehaller  DGNB  DIM  Andet

Søgningen er baseret på 486 målepunkter.



Kategori: Søgt i 130 rapporter ud af 179. Der blev fundet 275 målepunkter, fordelt på 115 rapporter.

### Statistik over indeklimamålinger

Materialesøgning

Materialekategori \*

Nedre grænseværdi [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]

Polstermøbel

5

Start ny søgning

Exportér til Excel

Kopiér til udklipsholder

Search:

CAS nr.	Stof	Fundet i ↓	Ud af ↓	Fundet i % ↓	Max konc. [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] ↓	Gns konc. [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] ↓
000067-64-1	Acetone	31	37	84	178	58
000064-19-7	Acetic acid	30	37	81	784	191
(013475-82-6)	Sum other iso/cyclo-alkanes:	28	37	76	139	67
000066-25-1	n-Hexanal	27	37	73	419	148
000080-56-8	alpha-Pinene	26	37	70	1058	242
000498-15-7	3-Carene	26	37	70	759	177

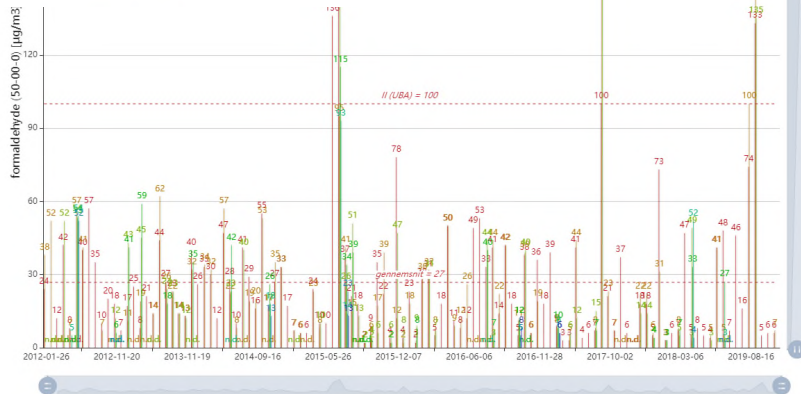


# Flere svar og bedre rådgivning

Stofsøgning:

Rapportfilter:

- Kontorer  Boliger  Arbejdsmiljø  Skoler og institutioner  
 Hospital  Svømmehaller  DGNB  DIM  Andet



Kategorisering: Søgt i 130 rapporter ud af 179. Der blev fundet 275 målepunkter, fordelt på 115 rapporter.

## Statistik over indeklimamålinger

Materialesøgning

Materialekategori \*

Nedre grænseværdi [µg/m³]

Polstermøbel

5

Start ny søgning

Exportér til Excel

Kopiér til udklipsholder

Search:

CAS nr.	Stof	Fundet i ↓	Ud af ↓	Fundet i % ↓	Max konc. [µg/m³] ↓	Gns konc. [µg/m³] ↓
000067-64-1	Acetone	31	37	84	178	58
000064-19-7	Acetic acid	30	37	81	784	191
(013475-82-6)	Sum other iso/cyclo-alkanes:	28	37	76	139	67
000066-25-1	n-Hexanal	27	37	73	419	148
000080-56-8	alpha-Pinene	26	37	70	1058	242
000498-15-7	3-Carene	26	37	70	759	177



TEKNOLOGISK  
INSTITUT

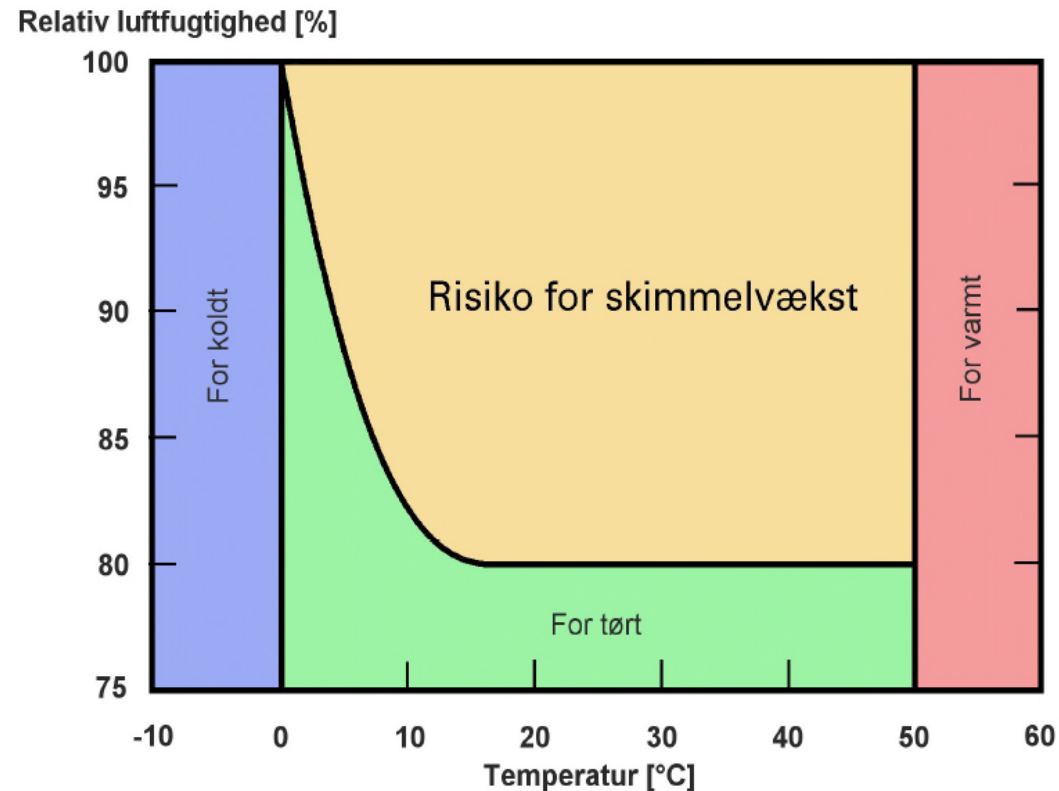
# Fjernmonitorering







# Risiko for skimmel i trækonstruktioner afhænger af fugt og temperatur

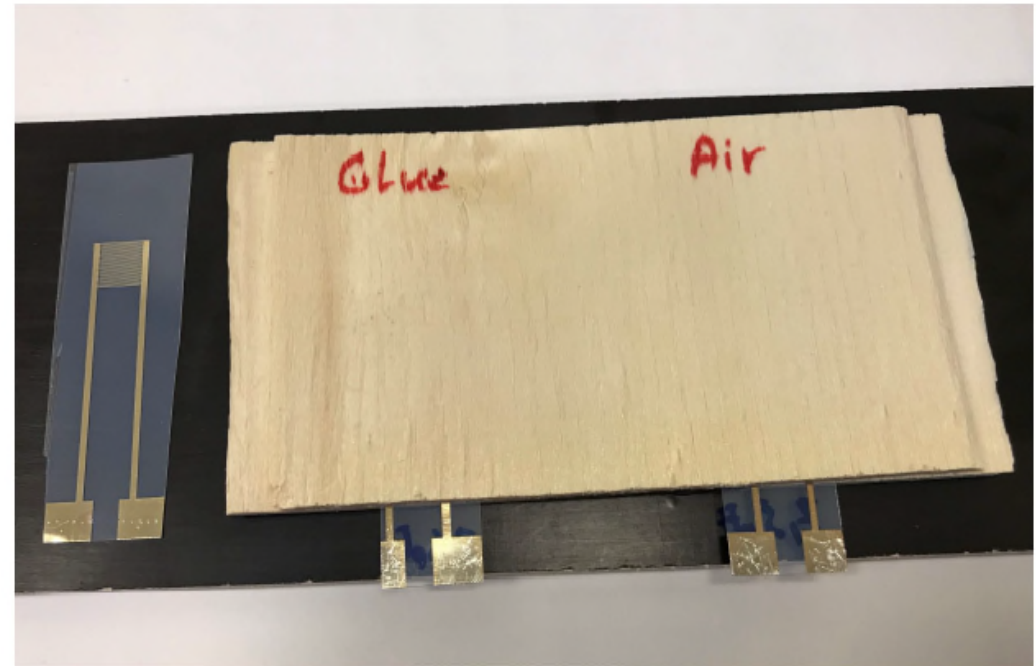




## Besigtigelser

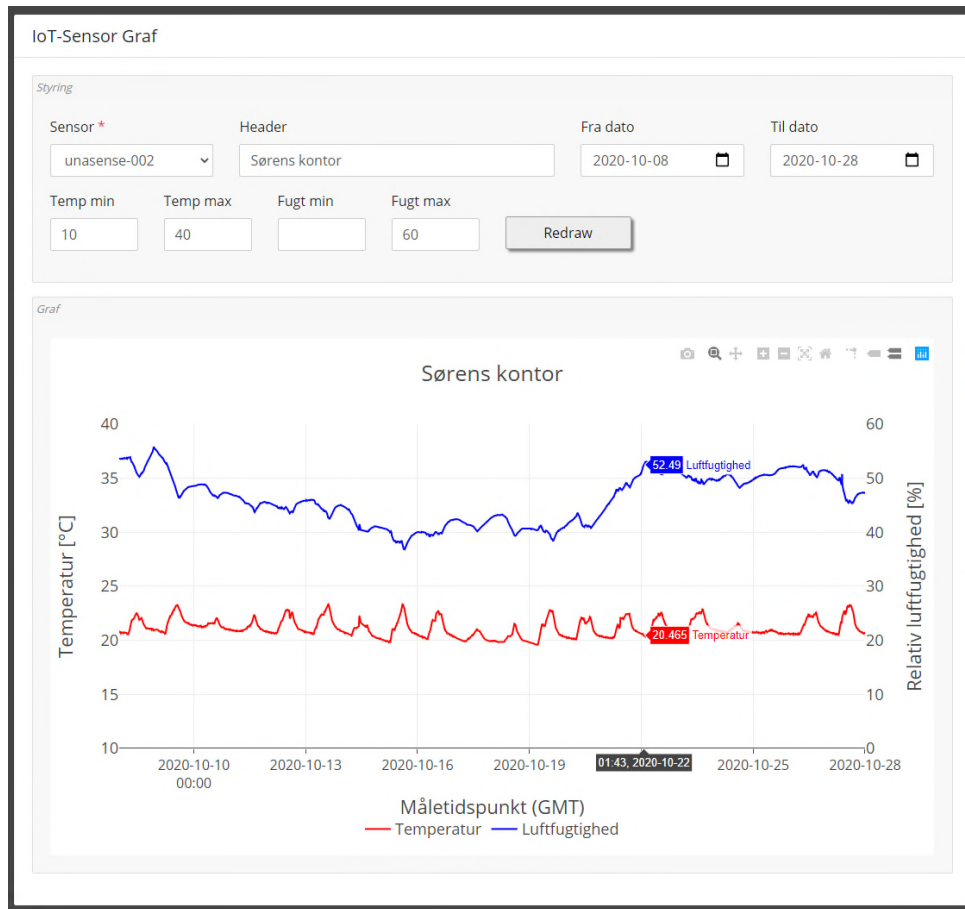


## Indbygning til træbyggeri





# Besigtigelser



DANISH  
TECHNOLOGICAL  
INSTITUTE

## EN 123 Test Report

Order no. 12345

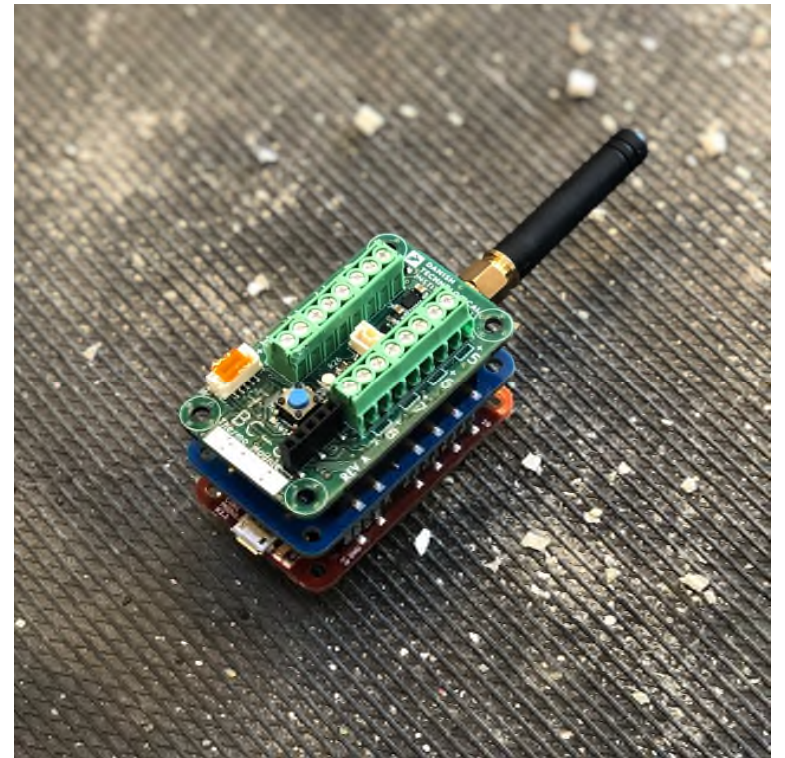
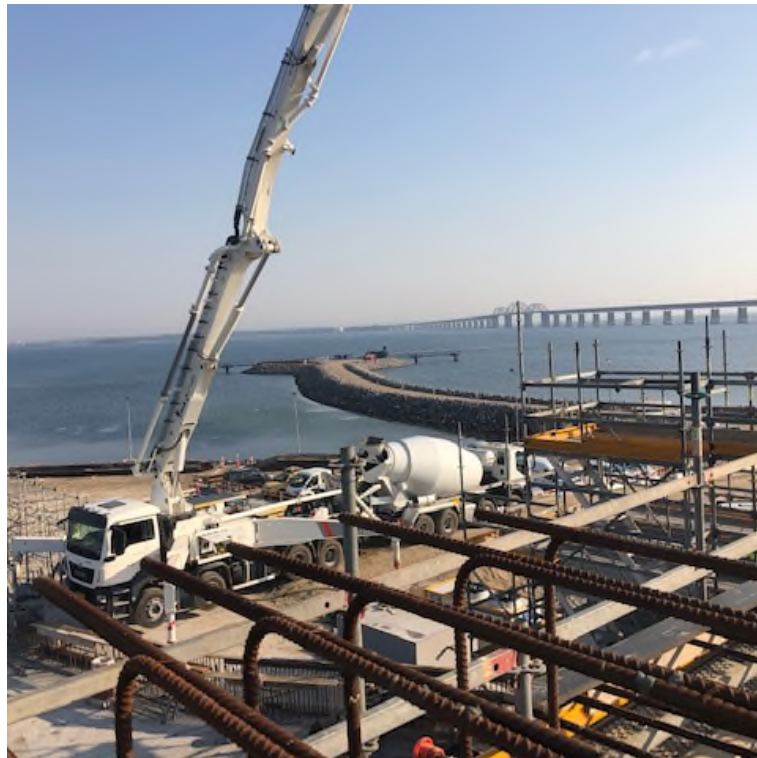
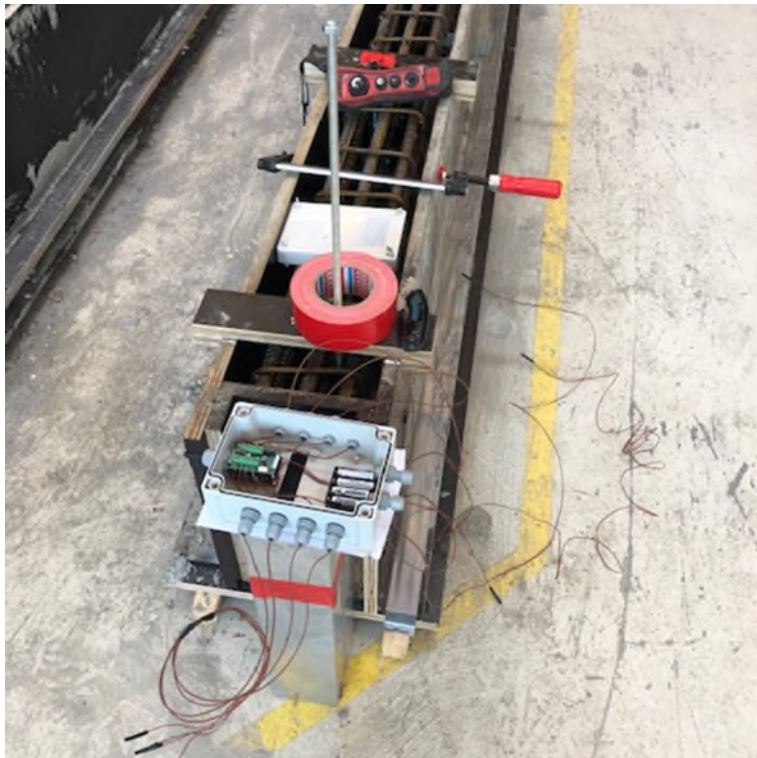
Assignor: Customer

Gregersensvej 3  
DK-2630 Taastrup  
Tel. +45 72 20 20 00  
Fax +45 72 20 20 19  
info@teknologisk.dk  
www.teknologisk.dk

Page 1 of 1  
Jutx  
Order no.: 12345

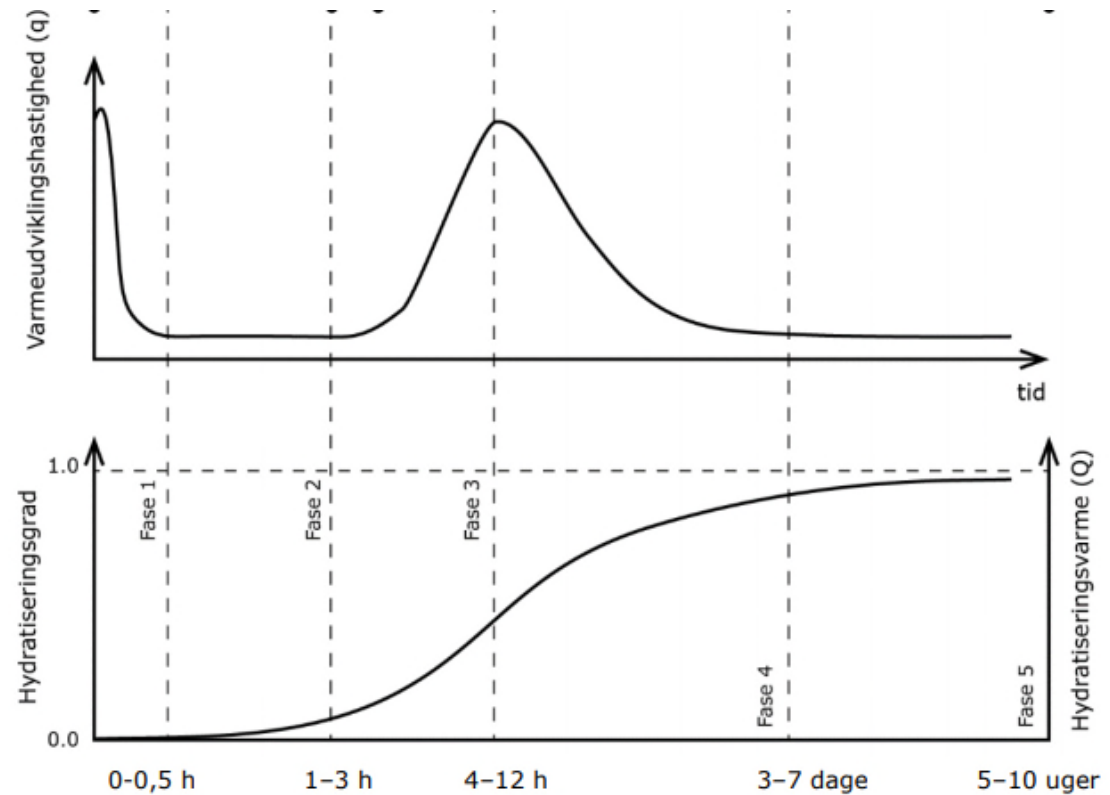
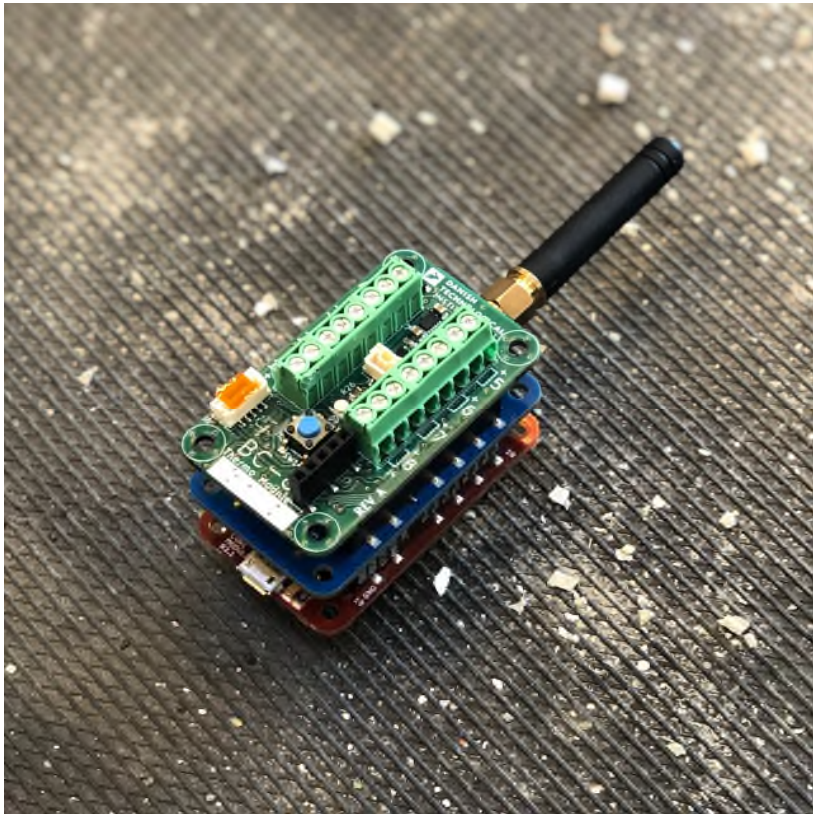


- Sigfox baseret fjernmonitorering af temperaturen i beton under hærdning
  - Sikrer kvaliteten
  - Minimering af tidsforbrug





- Sigfox baseret fjernmonitorering af temperaturen i beton under hærdning
  - Sikrer kvaliteten
  - Minimering af tidsforbrug





TEKNOLOGISK  
INSTITUT

# Build 4.0 resultatkontrakt

Julie Trads, [jutr@teknologisk.dk](mailto:jutr@teknologisk.dk)

Aktiviteterne er støttet af Uddannelses- og Forskningsstyrelsen under Uddannelses- og Forskningsministeriet.



**Uddannelses- og  
Forskningsstyrelsen**