



AARHUS UNIVERSITET  
INGENIØRHØJSKOLEN

B y g n i n g

S. 14: Uddannelse er nøglen til at tænke stort:

# TRÆ PÅ DAGSORDENEN

s. 8:  
Han bruger kunstig  
intelligens i  
projekteringen

*"Algoritmen virker som en form  
for survival of the fittest"*

s. 20:  
De analyserer  
tømmersamlinger

*"Hvis vi vil have mere træ i  
moderne byggeri, må vi vide  
mere om samlingerne"*

s. 28:  
Kunstig intelligens og  
antropologer skal hjælpe  
bygninger med at spare  
på energien





**Produceret af:** Ingeniørhøjskolen Aarhus Universitet, oktober 2018

**Redaktion:** Kim Harel, Jesper Bruun

**Layout:** Heidi Søndergaard, Jesper Bruun

**Foto:** AU Foto, AU Forskning og Eksterne Relationer,  
Colourbox, Peer Klercke, Martin Gravgaard, Jesper Bruun

**Tryk:** Lasertryk A/S



# INDHOLD

- Innovation i byggebranchen starter på skolebænken 5
- Frontløbere for en bæredygtig byggekultur 6
- Kunstig intelligens bag superdesign til bygninger 8
- Ny Summer Camp i Aarhus 12
- Træ får større plads i pensum 14
- Diplomingeniøruddannelser indenfor byggeri 18
- Tømmersamlinger er en del af Danmarks kulturarv 20
- Et ben i hver lejr: Overraskende lille forskel på teori og praksis 24
- Laboratorium for bærende konstruktioner 26
- Big Data og antropologer sparer på energien 28
- "Jeg troede, alle ingeniører byggede broer" 30
- Droner skaber nye renoveringsmuligheder 32
- Det siger virksomhederne 35
- Virksomheder og studerende på speed-dating 36
- Vil du samarbejde med os? 38





Foto: Campus Navitas, AU Foto



## Innovation i byggebranchen starter på skolebænken



Kasper Lyngø, AU Foto

Nye vinde blæser i byggebranchen. Teknologien driver historisk store forandringer ind i et erhverv, der i årtier har været præget af konservatisme. Samtidig har den grønne dagsorden fået fornyet styrke i befolkningen, blandt beslutningstagere og hos byggeriets parter.

Også byggeriets rammevilkår er under transformation. Nye standarder, nye entreprise- og udbudsformer, nye digitale muligheder og øget globalisering skærper den internationale konkurrence og gør det helt nødvendigt at give plads til ny viden og innovation.

Derfor er det også vigtigere end nogensinde at rette blikket mod de danske ingeniøruddannelser. Her – på skolebænken, i auditorierne, laboratorierne og værkstederne – starter den dannelsesrejse, der skal sikre højt kvalificeret arbejdskraft til byggebranchen i de kommende år.

Som universitet har vi et stort ansvar for at uddanne ingeniører, der kan gå ud på arbejdsmarkedet fungere som innovationsagenter med ny viden og en ny tilgang til at løse problemer allerede fra dag ét. De skal være med til at bære den grønne dagsorden ind i hele byggeriets værdikæde og samtidig bruge det som løftestang for en øget produktivitetsudvikling.

Det kommer ikke af sig selv. Det kræver højt specialiseret undervisning og et tæt samarbejde med virksomheder i alle uddannelsens semestre. Vores mål er at gøre branchens innovationsbehov til en helt central del af pensum og give vores studerende mulighed for at udfordre konventioner og skubbe grænser med udgangspunkt i deres dybe ingeniørfaglighed.

Det kræver også samarbejde på tværs af uddannelser. Vi ønsker, at lære vores studerende, at deres viden aldrig kan stå alene. Tværfaglighed er grundforudsætning for kreativitet og i mange tilfælde også innovationens DNA.

Gennem vores studerende og dimittender har vi derfor en enestående mulighed for at sprede universitetets viden hurtigt og effektivt til både små, mellemstore og store virksomheder. De møder virksomhederne med en opdateret indsigt i ny teknologi, en evne til at tænke kritisk og til at samarbejde med andre. Samtidig har de et stærkt fokus på at implementere viden og løse problemer, og på den måde er vejen til kommercialisering og forretningsmæssigt udbytte kort.


Samtidig har vi måske Danmarks stærkeste fokus på bæredygtighed i vores uddannelser og en klar forventning om, at vi på den måde kan sætte et markant aftryk på byggeriets udvikling i de kommende år i et både socialt, miljømæssigt og økonomisk perspektiv.

I magasinet her kan du læse om nogle af de projekter og indsatser, der er med til at forme fagområdet Bygning på Ingeniørhøjskolen Aarhus Universitet. God læselyst!

### Kasper Lyngø

Udviklingschef  
Ingeniørhøjskolen Aarhus Universitet  
Mail: kl@ase.au.dk  
Tlf.: 9350 8712





*"Vores opgave er at uddanne nye ingeniører, der kan bidrage til at øge produktiviteten i byggebranchen og samtidig udvikle en bæredygtig byggekultur."*

*Kasper Lyngø, udviklingschef,  
Ingeniørhøjskolen Aarhus Universitet.  
Foto: AU Foto*



# Frontløbere for en **BÆREDYGTIG** byggekultur

**Byggeri er en af verdens ældste ingeniørdiscipliner og har altid spillet en nøglerolle i udviklingen af vores samfund. De kommende generationer af bygningsingeniører bærer ansvaret for at skabe fornyelse i byggebranchen og implementere en teknologibaseret byggekultur med fokus på bæredygtighed.**

Den globale klimakrise og knaphed på resurser stiller nye krav til udvikling af bæredygtige byer og samfund.

FN har vedtaget 17 verdensmål for bæredygtig udvikling, og det giver udfordringer nok til den kommende generation af ingeniører i et helt arbejdsliv.

De skal være med til at forandre byggeriet radikalt med fokus på blandt andet energieffektivitet, nye materialer og processer, intelligent styring og ikke mindst bæredygtighed i både økonomisk, miljømæssig, arkitektonisk og social forstand.

"Vi kommer til at opleve helt nye rammevilkår i branchen. Byggeri er centralt, når vi taler om grøn omstilling. Heldigvis får vi hele tiden nye teknologiske muligheder, der kan bidrage til at løse nogle af de store globale udfordringer. Hvis Danmark skal være et foregangsland, er det selvfølgelig helt afgørende, at vi har en veluddannet ingeniørarbejdsstyrke, og det ansvar ligger her hos os på uddannelsesinstitutionerne," siger Kasper Lynge, udviklingschef, Ingeniørhøjskolen Aarhus Universitet.

## **Unge ingeniører skaber innovation i byggeriet**

Aarhus Universitet sender hvert år mange bygningsingeniører ud på arbejdsmarkedet, og det er et ikke uvæsentligt innovationsbidrag til samfundet, mener Kasper Lynge:

"Vi uddanner ingeniører med en stor teoretisk viden, som de kan overføre direkte på problemstillingerne i byggeriet. På den måde bliver de frontløbere for en ny, bæredygtig byggekultur, uanset om de beskæftiger sig med konstruktion, arkitektur, energi, indeklima, miljø, infrastruktur eller byggeproduktion," siger han.

Bygningsingeniørerne fra Aarhus Universitet har forskellige faglige specialiseringer, men de bliver alle trænet i at udvikle kreative løsninger på kendte problemstillinger og i at tænke helhedsorienteret omkring teknologi, bæredygtighed og arkitektur.

"Vi vil give vores studerende en solid byggeteknisk viden, men i høj grad også gøre dem i stand til at sætte bæredygtighed på dagsordenen i byggebranchen som færdige ingeniører. Det er selve grundlaget for, at vi som samfund kan fremtidssikre vores byggekultur. Håbet er selvfølgelig, at vores ingeniører her fra universitetet kan blive internationalt toneangivende," siger Kasper Lynge.

## **Dansk Byggeri: Vigtig undervisning i bæredygtighed**

Hos Dansk Byggeri er der stor tilfredshed med et øget fokus på bæredygtighed i ingeniøruddannelserne.

Vores bygninger står i dag for 40 procent af vores samlede energiforbrug, og byggebranchen producerer en tredjedel af alt affald. Vi opholder os 90 procent af tiden i bygninger.

Så man kan derfor ikke tale om et bæredygtigt samfund uden at tale om bæredygtigt byggeri, udtaler Michael H. Nielsen, direktør i Dansk Byggeri:

"Vi står over for en kæmpe opgave med at give svar på markante globale udfordringer, så fremtidens bygninger og fysiske infrastruktur kan bidrage til at realisere vores klimamål samtidig med, at vi også øger produktiviteten og dermed konkurrenceforpringspotentialet hos danske virksomheder. Det kræver højt specialiseret viden, talent, teknologiindsigt og innovationsevne. Og derfor er jeg meget glad for, at ingeniøruddannelserne har et øget fokus på undervisning i bæredygtighed, digitalisering og anvendelse af ny teknologi."

## **InnoBYG - Innovationsnetværket for bæredygtigt byggeri**

Ingeniørhøjskolen er videnspartner i InnoByg og arbejder derigennem for at fremme bæredygtige og energieffektive helhedsløsninger i byggeriet.







**KAN AI  
DESIGNE  
OG BYGGE  
UMULIGE  
KONSTRUK-  
TIONER?**







*Kunstig intelligens kan i fremtiden overtage designprocessen i byggeriet. Lasse Rahbeks computerprogram har identificeret en optimal gitterskalskonstruktion, der kan løse umulige ingeniør- og arkitekt opgaver og samtidig reducere materialetforbruget i byggeriet markant. Lasse har læst diplomingeniør i Bygning og derefter overbygningen til civilingeniør i Byggeri. (Foto: Martin Gravgaard)*





# Kunstig intelligens bag superdesign til bygninger

Computerens regnekraft er nu så stor, at den kan designe bygningskonstruktioner med en grad af perfektion, hvor både arkitekter og ingeniører må give op. Studerende står bag den superalgoritme, der styrer det hele og vende op og ned på arbejdsgangene.

Lasse Rahbek fik idéen på et af diplomingeniøruddannelsens sidste semestre. Han ville integrere kunstig intelligens i byggeriets designprocesser og løse umulige ingeniør- og arkitektopgaver.

Lige lovligt ambitiøst, ville mange nok mene. Men ikke desto mindre er det lykkedes for ham at lave et overbevisende proof of concept.

Han har sammen med en studiekammerat printet en model af en uhyre kompleks gitterskalkonstruktion. Den kan bruges til store overdækninger i stil med kuplen ved British Museum i London.

Det særlige ved modellen er, at den er tæt på perfekt med optimale egenskaber i forhold til vægt, styrke, stivhed og æstetisk udtryk. Og så er det et computerprogram, der har klaret alt det design- og regnearbejde, som ellers ville have taget flere år for en hel hær af ingeniører og arkitekter at gennemføre.

"Computeren laver en kompleks analyse og finder den mest fordelagtige struktur med et optimalt forhold mellem geometri og stivhed. Det betyder, at konstruktionen opnår en fantastisk styrke, en smuk form og et minimalt materialeforbrug," siger Lasse Rahbek, som er uddannet både diplom- og civilingeniør på Aarhus Universitet.

## Darwin bag den perfekte gitterskal

Den computerdesignede gitterskal er baseret på en såkaldt genetisk algoritme, der efterligner biologisk evolution ved hele tiden at sørge for, at det kun er de bedste konstruktioner, som får lov til at føre deres gener videre til næste generation.

"Algoritmen virker som en form for "survival of the fittest". Den deler konstruktionsforslagne op i par, som arver de gode egenskaber fra hver forælder. Generation for generation bliver gitterskallerne bedre, fordi computeren kan bevare overblikket over de mange kombinationsmuligheder og identificere, hvad der fungerer bedst," siger Lasse Rahbek.

Ifølge Lasse Rahbek er det kun fantasien, der sætter grænser for, hvordan Darwins gamle evolutionsteori i form af nye algoritmer kan skabe innovation i alle dele af byggeriets værdikæde.

## Ingeniør og computer i parløb

Og hvad så med ingeniøren? Hvad med arkitekten? Hvordan ser deres fremtidige arbejde ud? De får til opgave at fodre computeren med information og på den måde styre dens intelligens i forhold til det resultat, de ønsker at opnå.

På samme måde har Lasse Rahbek lagt en række kriterier ind i det nuværende computerprogram til design af gitterskaller, som skal sikre, at algoritmen finder netop de konstruktioner, der har det bedste match mellem vægt, stivhed og størrelse på gittercellerne.

"Man kan vægte de forskellige kriterier og belønne et mønster, der for eksempel har et særligt lavt materialeforbrug eller ser pænt ud. Man kan også stille betingelser som for eksempel, at stængerne i gitteret skal have en bestemt længde. På den måde kan man sige, at den menneskelige hjerne stadig er ret afgørende for, at det endelige designforslag passer til de omgivelser og den virkelighed, bygningen skal indgå i," siger Lasse Rahbek.



# Ny SUMMER CAMP i Aarhus

Alle kendte løsninger var til diskussion, og innovation stod øverst på programmet, da Ingeniørhøjskolen Aarhus Universitet sammen med bygningskonstruktøruddannelsen hos VIA University College i sommeren 2018 havde premiere på et fælles sommerkursus om design for adskillelse.

I en hel uge skulle studerende fra bygningsingeniøruddannelserne og studerende fra konstruktøruddannelsen i små grupper samarbejde om at lave det bedste konkurrenceprojekt.

Temaet var design for adskillelse, og målet med at sommerskolen var at øge de studerendes viden om genanvendelse.

Design og adskillelse af konstruktioner hænger nemlig uløseligt sammen med en bæredygtig tankegang og er en forudsætning for at kunne skabe en cirkulær økonomi i byggebranchen.

"Byggeriet er i gang med et paradigmeskifte, hvor genanvendelse er helt centralt. Det betyder, at vi skal blive bedre til at konstruere vores bygninger på en måde, så materialerne kan bruges igen og så nedrivningsprocessen kræver et minimum af resurser," siger Claus Glavind, uddannelsesleder, Ingeniørhøjskolen Aarhus Universitet.

De studerende skulle på sommerskolen arbejde med forskellige cases, og de fik i hele forløbet adgang til at hente eksperthjælp og trække på knowhow fra en række virksomheder.

"Nogle har arbejdet med digitalisering, andre med smarte og bæredygtige byggetekniske løsninger. Målet har været at få dem til at arbejde tværfagligt, og få det overordnede tema omkring design for adskillelse ind under huden. De studerende, vi underviser i dag, kommer til at arbejde rigtig meget med bæredygtighed, når de kommer ud på arbejdsmarkedet," siger Claus Glavind.

## Masser af idéer til genanvendelse

Kathrine Schiang var en af sommerskolens deltagere. Hun er studerende på diplomingeniøruddannelsen i Bygning, og hun vil gerne være pioner, når det handler om design for adskillelse.

"Byggebranchen står for en meget stor del af vores samlede CO2-udledning, og det er et problem, der kommer til at fylde meget i arbejdslivet for den generation af bygningsingeniører, jeg tilhører. Jeg har lige fra første semester været interesseret i bæredygtighed, og den her sommerskole giver mulighed for at gå i dybden med det," siger hun.

Sammen med sin projektgruppe udviklede hun et forslag til mobile og genanvendelige indervægge af bioplast.

"Vi har tænkt på, hvordan man kan designe indervægge i et materiale med en lav miljøbelastning samtidig med, at de rent byggetekniske elementer skal kunne tages ud og genbruges," siger hun.



Foto: Jesper Bruun





Kan vi designe vores bygninger, så det er sikkert og nemt at adskille dem igen med henblik på genbrug af elementer? Det er temaet for Summer Camp Design for adskillelse. Foto: Jesper Bruun





# DAGSO

Foto: Jesper Bruun



A close-up photograph of tree bark, showing a complex, layered, and cracked texture. The colors range from light tan to dark brown, with deep shadows in the crevices. The bark is composed of many small, irregular pieces that have flaked or broken away, revealing the underlying wood. The overall appearance is rugged and weathered.

# TRÆ PÅ ORDENEN



# Træ får større plads i pensum

Siger man bæredygtigt byggeri, må man også sige træ. Det er materialet, der kan forhindre, at vores miljøbelastning løber løbsk samtidig med, at vi bygger mere, og vi bygger tættere. I udlandet skyder højhusene op, og interessen er voksende i Danmark. Uddannelse kan blive nøglen til at tænke stort i træ herhjemme.

Efterspørgslen kommer snigende fra udlandet til Danmark og forplanter sig i byggebranchen. Både arkitekter, ingeniører og bygherrer vil i gang. Træ er for alvor blevet hot. Og træ kan for alvor komme til at få betydning for den bæredygtighedsagenda, der influerer både befolkninger og politikere verden over.

Materialet kan nemlig være med til at reducere byggeriets samlede miljøaftryk markant, mens vi samtidig udbygger vores bygningsmasse.

## Studerende skal lære at tænke stort i træ

Vi har bare en stor udfordring herhjemme. Vi mangler viden og erfaring, og derfor har vi også et næsten akut behov for at sætte træ på dagsordenen i uddannelserne. Det mener Kasper Lynge, udviklingschef ved Ingeniørhøjskolen Aarhus Universitet:

"Træ er et materiale med et fantastisk potentiale. Det giver nogle åbenlyse miljømæssige fordele at bygge højt i træ, men også nogle helt nye arkitektoniske muligheder. Problemet er, at vi

ikke ved så meget om dets egenskaber, og derfor er vi nu i fuld gang med at sammensætte vores bygningsingeniøruddannelser med et større fokus på træ," siger han.

Indtil i dag har de danske bygningsingeniører primært haft stål og beton i deres pensum, og i byggeriet er der meget få eksempler på etagebyggeri i træ.

Mads Bech Olesen er en af Ingeniørhøjskolens specialister i træ. Han underviser de studerende og oplever en meget stor nysgerrighed hos dem.

"Måske kan man sige, at byggebranchen er temmelig konservativ, når det gælder materialevalg. Men de studerende har en stor lyst til at udforske materialets muligheder enten som primært materiale eller i kombination med for eksempel stål og beton. Det vi håber er, at de om nogle år kommer ud i erhvervslivet og tænker stort i træ, så de kan være med til at bane vejen for mere eksempelbyggeri. Vi skal have mere forskningsbaseret viden om træ, men vi skal i høj grad også blive bedre til at lære af praksis, og

det er diplomingeniører super gode til," siger han.

## Grønt byggeri

I forhold til for eksempel beton, stål og tegl kan byggeri i træ være hurtigere at gennemføre. Samtidig vil det ofte kræve mindre mandskab, transport og kraner, fordi elementerne er markant lettere. Den lave vægt betyder også, at fundamenterne kan støbes på en mindre mængde af beton.

Produktionen af et ton beton medfører rundt regnet 1/2-1 ton udledning af kuldioxid, mens træ har en nulsumsbalance.

"Træ har et enormt interessant potentiale. Samtidig har det nogle udfordringer i forhold til robusthed og levetid. Vores studerende skal klædes på til at træffe kloge materialevalg"

Ifølge FN's fremskrivninger vil befolkningen i verdens byer vokse med 2,5 mia. frem mod 2050. Det vil medføre en markant forøgelse af vores bygningsmasse i højden og et kolossalt materialeforbrug. Det haster derfor med at finde nye og pålidelige materialer og byggemetoder, der kan sænke vores energiforbrug og CO<sub>2</sub>-udslip.



Hvem siger, at boliger skal bygges i beton eller tegl? Ingeniørstuderende skal lære meget mere om træ, og når de er færdiguddannede, skal de være med til at skabe en bæredygtig byggekultur i Danmark. Foto: AU Foto





# DIPLOM- INGENIØR

Ingeniørhøjskolen  
udbyder to  
diplomingeniør  
uddannelser inden  
for byggeri.

**Bygningsdesign**  
**Bygningsteknik**

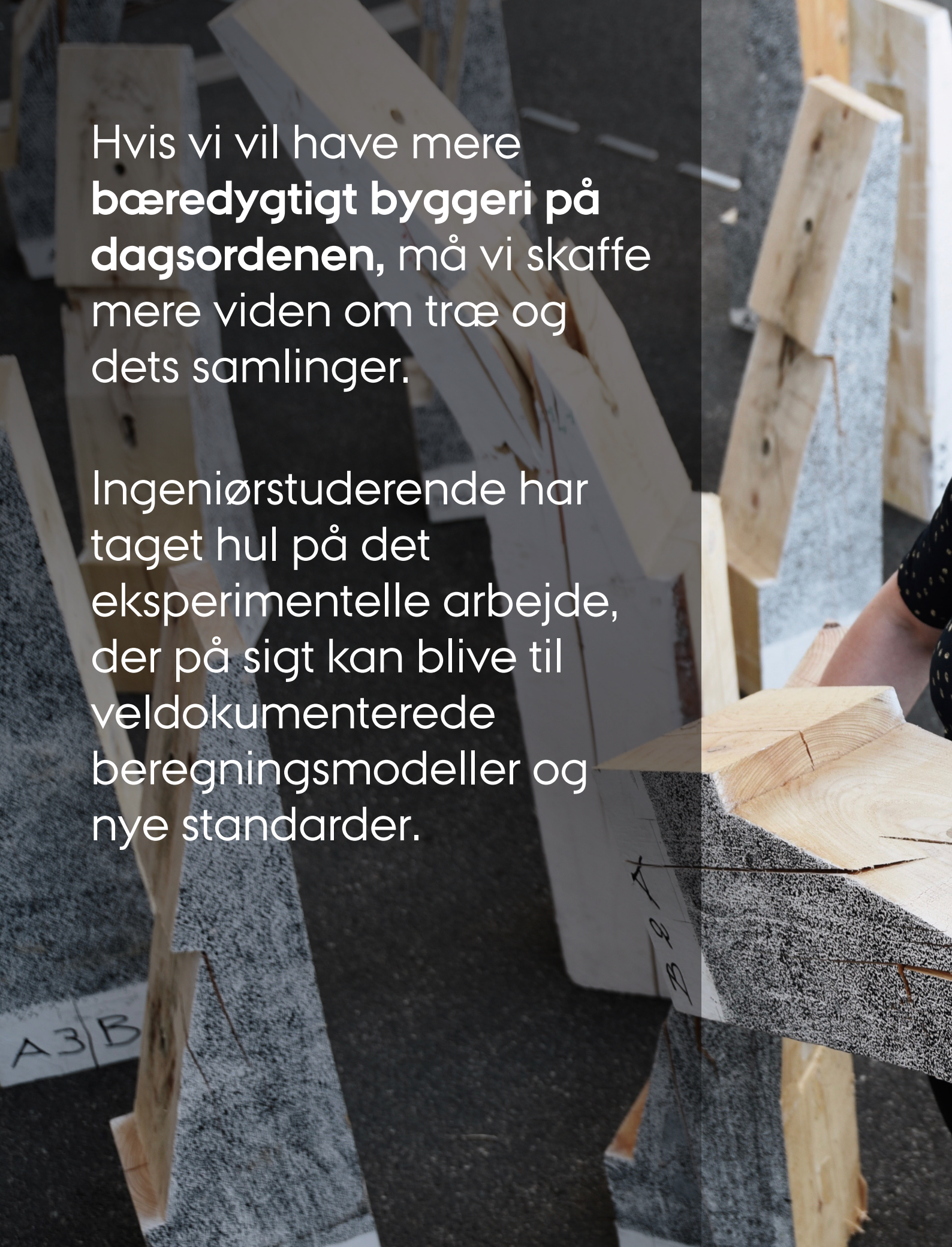
Tilsammen optager  
de to uddannelser  
cirka 340  
studerende  
om året.











Hvis vi vil have mere **bæredygtigt byggeri på dagsordenen**, må vi skaffe mere viden om træ og dets samlinger.

Ingeniørstuderende har taget hul på det eksperimentelle arbejde, der på sigt kan blive til veldokumenterede beregningsmodeller og nye standarder.

A3/B

A3/B





*Camilla Brasholt Rasmussen og Mette Katrine Schrøder har med deres bachelorprojekt sat spotlys på tømmerensamlinger. Foto: Jesper Bruun*



# Tømmer- samlinger

## er en del af Danmarks kulturarv

Hvordan renoverer man en bevaringsværdig bygning med respekt for både de arkitektoniske kvaliteter og datidens byggeskik? To ingeniørstuderende har bidraget til ny viden om samlinger i gamle træbjælker, og det kan være første skridt på vejen imod mere evidensbaseret renoveringsarbejde i Danmark.

Både arkitekter og ingeniører har i årevis manglet sikker viden om, hvordan man mest optimalt renoverer trækonstruktioner i gamle, bevaringsværdige bygninger. Det er især samlinger i de bærende bjælker, der udfordrer, for her findes ingen beregningsmetoder eller standarder, man kan læne sig op ad.

"Problemet er, at vi mangler viden om, hvordan vi skal renovere disse gamle bygninger. Vi har byggetraditioner og erfaringer, der siger, at samlinger plejer at holde, men nogen egentlig dokumentation findes faktisk ikke," siger Camilla Brasholt Rasmussen, diplomingeniørstuderende, Ingeniørhøjskolen Aarhus Universitet.

Hun har derfor sammen med studiekammeraten Mette Katrine Schrøder sat sig for at teste en af de mest almindelige bladsamlingstyper, et skråt hageblad, i laboratoriet i forbindelse med deres fælles bachelorprojekt på diplomingeniøruddannelsen i Bygningsdesign.

"Vi ville se, om vi ikke kunne komme lidt tættere på en evidensbaseret forståelse af, hvordan det påvirker bæreevnen hos en bjælke, når man placerer samlingen forskellige steder

og udsætter den for forskellige former for belastning. Som rådgiver på et renoveringsprojekt har man jo brug for at kunne sige, at det er ok, at bruge denne type samling og også pege på, hvor det er bedst at placere den på bjælken," siger Mette Katrine Schrøder.

De studerende fik idéen til deres projekt i forbindelse med et praktikophold hos et rådgivende ingeniørfirma. Her arbejdede de netop med renovering af en gammel bygning, hvor samlingen skulle anvendes.

### Forsøg afslører samlingens sårbarhed

Rent teknisk har de to studerende designet en forsøgsopstilling med bjælker i fuld skala belastet i firepunktsbøjning. Forsøgene blev optaget med et såkaldt Aramis kamera, der gjorde det muligt at analysere flytninger af samlingen under belastning.

På den måde kunne de nærstudere, hvordan kræfterne forløb i samlingen, og deres færdige projekt inkluderer nu en række foreløbige anbefalinger til brug af skråt hageblad i renoveringsarbejde.

"Hvis der er et stykke bjælke med råd, kan vi for eksempel sige noget om, hvor meget af bjælken man kan skifte, og hvordan træstykkerne i samlingen skal placeres, så man opnår en optimal holdbarhed. Ofte er det ikke nødvendigt at skifte hele bjælken. Når det gælder bevaringsværdige bygninger vil vi jo gerne bevare så meget som muligt af den oprindelige konstruktion," siger Camilla Brasholt Rasmussen.

Belastningsanalyserne viser desuden, at samlinger giver en bestemt type af revnedannelse ved trykbelastning, og at der opstår træk i boltene. Alt sammen er eksperimentelle observationer, der kan give ny indsigt i træ som materiale i byggeriet.

"Vores arbejde tilvejebringer konkret og nyttig viden om træ i renoveringsarbejde. Men det er samtidig første skridt i retning af at beskrive, hvordan gamle tømmer samlinger reagerer, når vi belaster dem. Hvis vi vil have mere træ i moderne byggeri, har vi brug for at vide mere om samlinger. Det er dem, der fører alle kræfterne videre i bygningen," siger Mette Katrine Schrøder.



"Vi vil gerne  
renovere med en  
praksis, der er tættest  
mulig på den  
oprindelige byggeskik  
og arkitektoniske  
kvaliteter. Det er med  
til at bevare vores  
kulturarv"

Mette Katrine Schrøder  
diplomingeniørstuderende  
Bygningsdesign





*Mads Bech Olesen har ét ben i den  
rådgivende ingeniørvirksomhed Niras  
og ét ben som lektor på Ingeniørhøjskolen  
Aarhus Universitet. Foto: Jesper Bruun.*



# Overraskende lille forskel på teori og praksis

**”Og så kommer der en studerende og spørger ind til lige præcis den problemstilling, man selv har siddet og kredset omkring. Så føler man, at det er det hele værd,” siger lektor på Ingeniørhøjskolen Mads Bech Olesen, der – samtidig med sin undervisning – passer sin karriere i rådgiverbranchen.**

Anvendelsesorienteret, erhvervsrettet, tværfaglig, problemløsende.

Ingeniøruddannelser tillægges ofte mange adjektiver, der beretter om tæt samarbejde med ”den virkelige verden”, og hvor problemerne, der løses af de studerende, ikke er skuffeprojekter, men reelle, håndgribelige problematikker.

Sådan er det faktisk også, mener lektor på Ingeniørhøjskolen Mads Bech Olesen. Og måske man lige skal vente et kort øjeblik, inden man begynder at smide bias-kortet. For Mads Bech Olesen har selv en karriere i erhvervslivet med mange års erfaring inden for rådgiverbranchen.

Han startede hos Cowi i 2001 efter sin diplomingeniøruddannelse fra Ingeniørhøjskolen i Aarhus, hvor han i 2007 blev han tilbud stillingen som lektor samtidig med et pædagogikum og videreuddannelsen til cand.polyt. I dag har 44-årige Mads Bech Olesen ét ben hos Ingeniørhøjskolen og ét ben hos Niras, som er en af Skandinaviens førende rådgivende ingeniørvirksomheder med projekter i 108 lande.

”Meget af det, jeg underviser i, er også noget, jeg laver i praksis. Eksempelvis Danske Banks nye betonelement-byggeri på Spanien i Aarhus, som er ved at blive bygget nu her. I undervisningen refererer jeg ofte til f.eks. de problemstillinger, vi støder på i byggeriet, eller til de programmer vi bruger. Jeg har oplevet mange gange, at jeg har siddet med et

konkret problem, og så kommer der en studerende og spørger ind til lige præcis den problemstilling, man selv har siddet og kredset omkring. Det er jo fantastisk, for så føler man virkelig, at begge dele går op i en højere enhed, og at det er det hele værd,” siger Mads Bech Olesen.

Faktisk var det visheden om at holde undervisningen erhvervsrettet, der fik Mads til at søge et job ved siden af stillingen som lektor. Efter sin uddannelse til civilingeniør og nogle år, hvor han udelukkende havde undervist på Ingeniørhøjskolen, syntes han, at han trængte til en udfordring:

”Jeg savnede selv at arbejde med tingene i praksis, og så ville jeg gerne være sikker på, at den referenceramme, jeg trækker på i min undervisning, var så at sige up-to-date. Jeg vil gerne kunne fortælle, hvad den reelle praksis er i forskellige problemstillinger, og jeg vil gerne kunne aflive myter og forklare om proces og arbejdsgang. Nogle gange er teori og praksis jo forskelligt, men jeg synes, det er vigtigt, at vores studerende kan bruge undervisningen til at løse reelle problemer direkte. Det betyder meget – at gøre tingene så praktisk orienteret som muligt samtidig med, at man giver de studerende en tung teoretisk ballast,” siger han og fortsætter:

”Forskellen på teori her og praksis ud i byen er faktisk ikke særligt stor. Den er overraskende lille, når alt kommer til alt. Det betyder også, at vores stude-

rende kan gå direkte ud i erhvervslivet og i gang med en opgave med det samme.”

At undervisningen er så anvendelsesorienteret, erhvervsrettet, tværfaglig og problemløsende, som den er, kommer imidlertid ikke kun de studerende til gavn.

Mads Bech Olesen har selv en brændende interesse for træbyggeri, der startede sammen med CLT-bølgen, der i øjeblikket raser i bl.a. Tyskland, Østrig og Schweiz. Han leder træ-området hos Niras i Aarhus, og her vil man rigtig gerne bygge med i CLT.

”Vi har bare ikke rigtig erfaringen endnu,” siger han og forklarer, at han ved hjælp af studerendes projekter har kunne konvertere betonelement-byggeri til CLT-byggeri og på den måde trække på erfaring fra et konkret projekt:

”Der er sket et kæmpe skred inden for CLT. Der er en kæmpe industri for det i udlandet, og det er vi ved at lægge os lidt i kølvandet af. Vi har et marked nu her i Danmark, hvor jeg vil mene, at det er det helt rigtige tidspunkt at begynde at bygge i CLT. Derfor er det også fantastisk, når læringen går begge veje, og mine studerende kan være med til at åbne op for mere træbyggeri i Danmark.”





## Laboratorium for bærende konstruktioner

Ingeniørhøjskolen Aarhus Universitet råder over flere række byggetekniske laboratorier. Det største er projekthallen, der primært anvendes til afprøvning af bærende konstruktioner. Dette omfatter hovedsageligt en lang række af forskellige statiske forsøg, eksempelvis bøjnings-, træk- og trykprøvning. Herudover er det også muligt at udføre udmattelsesforsøg og dynamisk påvirkning af forsøgsemner.

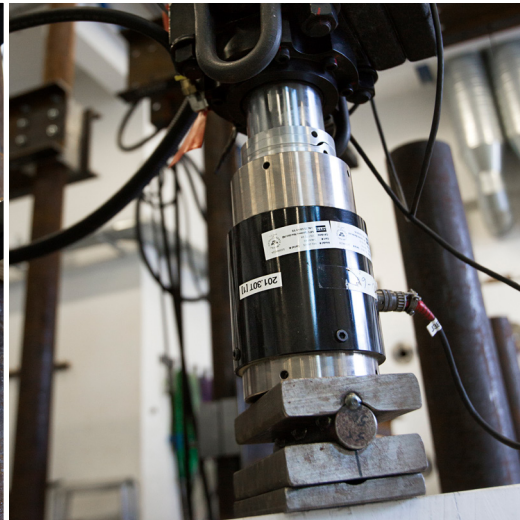
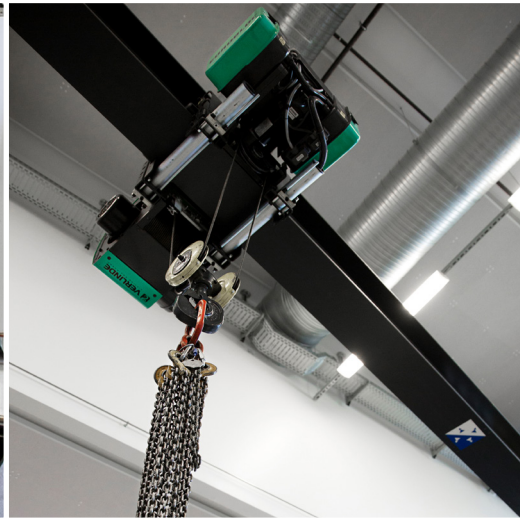
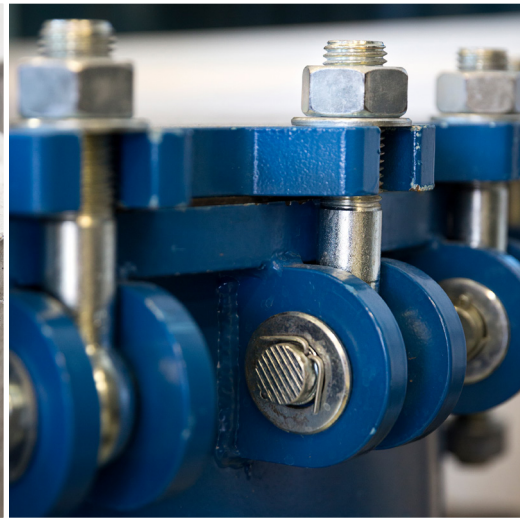
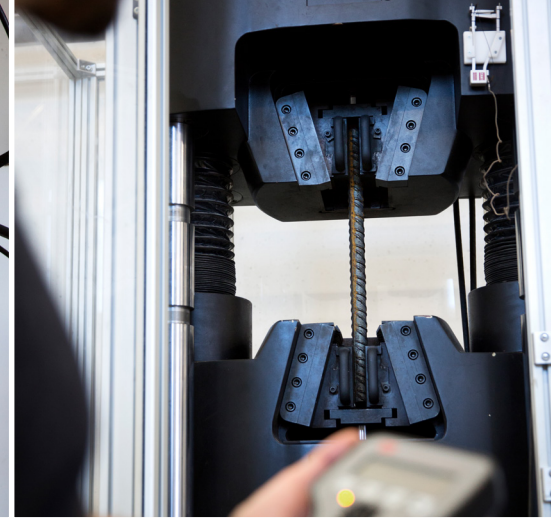
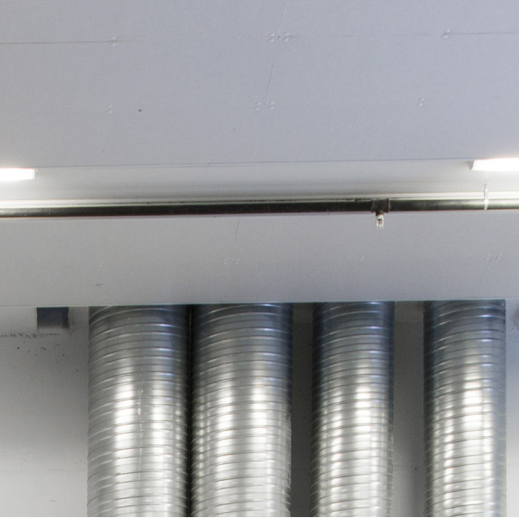
Testfaciliteterne i projekthallen er opført omkring et spændplan på 110 kvm, hvor man i et 1x1 m grid har mulighed for at konstruere og modificere forsøgsopstillinger specifikt til det enkelte projekt. Hvert gridhul er dimensioneret til at klare et træk på 250 kN. Til spændplanet

hører 2 MTS-controller systemer, der kan styre i alt 6 hydrauliske aktuatorer, hvoraf de største kan presse med 360 kN.

I selve projekthallen, som er på 320 kvm, samt det 32 kvm store tilstødende støbelaboratorium findes desuden et antal prøvemaskiner, hver især dedikeret til forskellige undersøgelsestyper.

Eksempelvis en Matest trykprøve-maskine, som primært benyttes til at knuse testprøver såsom betoncylindere. Maskinen kan levere et tryk på op til 2.000 kN. I projekthallen findes desuden en Criterion series 60, som kan både trække og trykke med 1.000 kN. Det svarer til at hive en armeringsstang over med en diameter på 4,5 cm.





*"Når man regner på, om noget kan holde, sker det typisk efter en model, som er bygget på en overbevisning om, hvordan tingene fungerer. Med vores udstyr kan vi efterprøve, om den overbevisning faktisk modsvarer virkeligheden," siger Christian Svarre, akademisk medarbejder inden for konstruktion og geoteknik.*

*Fotos: AU Foto*



# BIG DATA og antropologer sparer på energien

**Energioptimering af bygninger er meget mere end natscænkning og lyssensorer. Nu vil virksomheden Transition udvikle et big data-værktøj, der på baggrund af kunstig intelligens skal lære, hvordan mennesker og bygninger spiller bedst sammen.**

Åbner du vinduet på kontoret, når klokken bliver 14, solen hamrer gennem ruderne, de automatiske persienner, der burde holde den værste varme væk, tilsyneladende er ligeglade, og temperaturen nærmer sig de 28 grader?

Sandsynligvis.

Hvem ville ikke gøre det?

Som mennesker er vi styret af vores vaner, og ændrer vores fysiske omgivelser sig til det utålelige, handler vi.

I mange år har man forsøgt at gøre bygninger smarte. Man har forsøgt at undgå vanernes magt ved at samle data. Men vi er stadig langt fra et intelligent system, der konstant og umiddelbart reagerer på datainputs og indstiller arbejdspladsen til de fysiske forhold, vi ønsker.

Det vil virksomheden Transition gerne gøre noget ved. Derfor har de startet et big data-analyse-projekt op i samarbejde med Ingeniørhøjskolen Aarhus Universitet og Navitas Aarhus.

"Selv i store, nye bygninger som Navitas, hvor der er et stort fokus på energioptimering, vil der være enormt meget at komme efter, hvis vi kan styre bygningen intelligent, og lade systemet lære af de brugere, der benytter bygningen. Mennesker er så meget vanedyr, og de vaner kan vi

ikke bare ignorere, hvis vi for alvor skal optimere vores bygninger intelligent. Det spiller de simpelthen for stor en rolle til. Systemet skal tilpasse brugerne i stedet for at man siger til brugerne, at de skal tilpasse sig systemet," siger projektleder Sarah Reuss Allingham fra Transition.

## Big data

Et af hovedformålene med projektet er at benytte de store mængder data, der de sidste mange år er blevet indsamlet af målere, installeret rundt omkring i kontorer, fællesarealer, kantine og laboratorier på Navitas.

Ved at lade en kunstig intelligens tygge på de enorme mængder data er det projektets formål at forsøge at genkende tendenser, udpege problemstillinger og optimere i forhold til brugerne.

Det kræver specialister, og derfor har Transition allieret sig med udviklingschef Kasper Lyng og lektor Niels Uhre Christensen fra Ingeniørhøjskolen Aarhus Universitet:

"En ting er at kigge en hulens masse data igennem, men hvis du ikke ved, hvad der sker rundt om dig, er det ubrugeligt. Data løser ikke noget som helst, med mindre man har en teknisk indsigt, som gør, at man kan strikke det sammen og teste det af på den rigti-

ge måde. Det er simpelthen essentielt for at få projektet til at fungere," siger Sarah Reuss Allingham.

## Skalerbar intelligens

Derudover har Transition koblet en energiantropolog på projektet, der med speciale i brugerforståelse skal se på den menneskelige side af bygnings brug.

Mulighederne for projektet er store. I første omgang handler det dog om at få stykket et intelligent værktøj sammen for selve Navitas bygningen i Aarhus.

"Perspektivet er et interface til driftsfolk i større bygninger, der gør, at man lynhurtigt kan reagere på fejl i systemet og gøre noget ved dem. Her er det vigtig med den kunstige intelligens, for den skal kunne identificere fejl, man ellers ikke kunne se. På lang sigt vil vi gerne ende op med et system, der er skalerbart til alle former for bygninger," siger Sarah Reuss Allingham.

Projektet er støttet af Innovationsfonden med 420.000 kr.









Foto: Peer Klercke



**”Jeg troede,  
alle ingeniører  
byggede broer.  
Men de er jo  
med til at skabe  
det hele”**

Jonas troede, han skulle læse  
medicin eller økonomi.

Han tog fejl.

Læs hele historien på [ingenioer.au.dk](http://ingenioer.au.dk)











*Ingeniørhøjskolen  
Aarhus Universitet  
vil kortlægge  
mulighederne for  
brug af droner i  
byggeriet i Danmark*



# Droner kommer flyvende og skaber nye renoveringsmuligheder

**Udviklingen af droneteknologi er i fuld fremgang, og det åbner op for mange nye muligheder i byggebranchen. Kan vi for eksempel få dronerne til flyve rundt og fikse revner i byggeriet, uden at vi behøver at stille store stilladser op? Læs med her, hvad droner kan komme til at betyde for renovering.**

"I dag ser vi primært droner blive brugt til registrering og dokumentation i byggeri. Ved at bruge droner kan man f.eks. registrere, om der er kommet en revne i muren højt oppe på facaden, eller om en tagsten er faldet af. Med en drone kan du hurtigere få syn for sagen, end hvis du først skulle have fat i en lift."

Sådan siger Kasper Lyng, der er udviklingschef i bygningsteknik og bygningsdesign på Ingeniørhøjskolen, Aarhus Universitet.

Sammen med Teknologisk Institut arbejder han på et projekt, støttet af innovationsnetværket InnoByg, som går ud på at kortlægge, hvordan man bruger droner i byggeriet i dag, og hvilke muligheder teknologien giver os.

## **Fremtiden byder på spændende muligheder**

Mulighederne for droner er slet ikke udnyttet endnu, hvis man spørger Kasper Lyng. For sender du f.eks. en drone op for at kigge efter revner i murværket, skal du stadig sidde manuelt og kigge billederne eller scanningerne igennem for at finde den revne. Næste skridt er at udvikle software baseret på kunstig intelligens, som kan analysere de data, som dronerne indsamler, og så bliver det først spændende, siger Kasper Lyng:

"Software vil så automatisk kunne vurdere, om bygningen f.eks. trænger til vedligehold ved at sammenligne registreringer siden sidste scanning," siger Kasper Lyng.

Når en drone så har fundet en skade på bygningen, er det næste så, at den selv skal kunne flyve ud og fikse problemet.

"I InnoByg-projektet undersøger vi også, hvilke muligheder der kan være for at sætte værktøj på dronerne eller få dem til at løfte materialer rundt.

## **Vi vil derhen, hvor vi f.eks. kan sætte en fugepistol på dronen, så den selv kan flyve op og fuge bygningen**

Det er nok her potentialerne for dronebrug i byggeriet er rigtig store," siger Kasper Lyng og tilføjer, at der selvfølgelig også vil være en masse sikkerhedsmæssige ting, man skal være opmærksom på, hvis vi kommer så langt.

## **Fremtidens bygning kalder selv på renovering**

I fremtiden forestiller Kasper Lyng sig en slags autonome bygninger – bygninger, der via teknologi selv fortæller, når det er tid til en renovering og med hjælp fra droner og robotter får udført en del vedligeholdelsesarbejde.

"Det bliver bygningen, der kalder på arbejderen. Hvis bygningen fortæller dig, at nu er der brug for lidt hjælp her, så kan vi sende en drone afsted for at

fikse det. Jo mere digitale vi bliver, jo mere data kan vi indsamle til at udvikle teknologierne," sig han og tilføjer, at der dog er et stykke vej endnu, før vi når dertil.

## **Nye roller til de professionelle**

Det er nærliggende at spørge, hvad der sker med f.eks. stilladsarbejderne eller håndværkerne, hvis den nye teknologi skal gøre en del af arbejdet. Men ifølge Kasper Lyng vil der ikke nødvendigvis være tale om, at dronerne vil erstatte menneskelig arbejdskraft.

"Byggeri bliver hele tiden mere og mere komplekst, og vi har altid udviklet værktøjer, der gjorde arbejdet lettere. Dronerne er ligesom den batteridrevne boremaskine. Den giver håndværkeren fleksibilitet og øger kvaliteten af byggeriet. Dronerne bliver et værktøj, der kan sikre bedre kvalitet. Men der er stadig brug for hjernerne bag med en forståelse for byggeri, der kan bruge værktøjet," siger han.

*Artiklen er oprindeligt udgivet på [Renover.dk](#)*



De ingeniører, vi får fra Aarhus Universitet kommer med et stærkt teoretisk fundament og samtidig et drive og en nysgerrighed efter at lære og finde løsninger på problemer. Det er en utrolig interessant kombination, som betyder meget for os, når vi ansætter nye medarbejdere. Vi oplever ofte, at de unge ingeniører opnår resultater, der er langt over det, man kan forvente af en nyuddannet. Samtidig kommer dimittenderne fra bygningsingeniøruddannelserne med helt frisk viden, der giver værdi til vores forretning. *Kåre Tinning, afdelingsleder, NIRAS*

Den praktiske tilgang er helt klart det, der kendetegner dimittenderne fra Ingeniørhøjskolen. De er rigtig gode til at bruge deres teoretiske viden til at løse problemer i den virkelige verden, og på den måde er mødet med arbejdsmarkedet en helt naturlig overgang. Vi har brug for meget få højt specialiserede superteoretikere, men vi har brug for mange, der kan finde ud af at sætte deres viden i spil. En dygtig ingeniør kan se ud over sin egen specifikke faglighed og tænke hele vejen rundt om en problemstilling. *Steffen Maagaard, Koncernkompetencechef, Energi og Indeklima, MOE A/S*

# Det siger virksomhederne om diplomingeniørerne fra Aarhus Universitet



Vi oplever, at ingeniørerne fra Aarhus Universitet har en utrolig høj kvalitet. Den store fordel er, at de vælger specialisering relativt tidligt i deres uddannelsesforløb. Det gør dem super attraktive, og vi kan give dem mere ansvar allerede i starten af deres karriereforløb hos os. Vi kommer til at mangle dygtige ingeniører i Danmark i de kommende år. Der er fuld fart på byggeriet, og der sker mange ting på globalt plan, som giver os nye udfordringer og dermed også nye behov for at få tilført kompetencer. Jeg tror personligt, at bæredygtighed kommer langt mere markant på dagsordenen, og derfor vil vi få brug for unge ingeniører med viden om dette og med evnen til at tænke nyt, udvikle nyt og altid med fokus på, at det skal være økonomisk realiserbart. *Jesper Fønss Bach, Områdedirektør Hercules Fundering, søsterselskab til NCC*



# Virksomheder og studerende på speed

Der er rift om at få ingeniørstuderende i praktik, og derfor har Ingeniørhøjskolen udviklet et nyt dating-koncept, der gør det nemmere at finde det rette match.

180 diplomingeniørstuderende og 108 virksomhedsrepræsentanter er sat stævne i caféen på Navitas, hvor erhverslivet er mødt talstærkt op for at møde den næste generation af ingeniørtalenter med specialer inden for bærende konstruktioner, energi og indeklima, byggeproduktion, klima og geoteknik. Her kan begge parter "se hinanden dybt i øjnene" og eventuelt aftale næste skridt i forhold til en praktikansættelse.

Sådan er scenen sat, når Ingeniørhøjskolen faciliteter møder mellem virksomheder og studerende. Det er et koncept, som er udviklet med henblik på at give studerende bedre muligheder for at vælge praktiksted, og erhverslivet har taget rigtig godt imod det.

"Vi mærker en enorm stor interesse fra virksomhederne, som gerne vil ansætte vores studerende i lønnet praktik. Praktiksemesteret er en central del af diplomingeniøruddannelsen, og det fører i rigtig mange tilfælde også til det første job. Derfor vil vi gerne give vores studerende mulighed for at undersøge mulighederne grundigt, før de beslutter sig," siger Kasper Lyng, udviklingschef, Ingeniørhøjskolen Aarhus Universitet.

I første omgang er det studerende på diplomingeniøruddannelserne Bygning og Bygningsdesign, der deltager i speeddating med virksomhederne.

## Et luksusproblem for studerende

Mens mange andre danske unge kæmper for at få en praktikplads, er virkeligheden altså en helt på Navitas. Her er det virksomhederne, der kæmper om de studerendes interesse. Og når mulighederne er mange, kan valget være svært. Det erfarer blandt andre diplomingeniørstuderende Mike René Hougaard:

"Jeg har specialisering i geoteknik og en rimelig bred interesse inden for området. Praktiksemesteret er noget, man ser frem til helt fra starten, fordi det er her, man for alvor får ingeniørfaget mellem hænderne. Jeg vil gerne i praktik hos en virksomhed, hvor jeg kan arbejde med jordbundsundersøgelser, dimensionering eller som rådgivende ingeniør. Det skal være et sted, hvor jeg kan se, at jeg kan lære noget og har mulighed for at udvikle mig som ingeniør," siger han.

## Konkurrencen om talenterne starter på uddannelsen

For cirka en fjerdedel af de bygningsingeniørstuderende fra Aarhus Universitet fører samarbejde med virksomheder på studiet til det første job, og det er et velkendt fænomen i byggebranchen.

"Der er fart på byggeriet, og virksomhederne er derfor nødt til at konkurrere om de dygtige studerende. Vores oplevelse er, at ingeniørpraktikanterne

er en værdifuld resurse. De kommer med ny viden, teknologiindsigt og en nysgerrighed, som bidrager positivt til vores forretning. Og så håber vi selvfølgelig, at et praktikophold kan give lyst til et rigtig job hos os senere," siger Annie Schuricht, projekteringsleder i den internationale virksomhed CRH Concrete A/S.

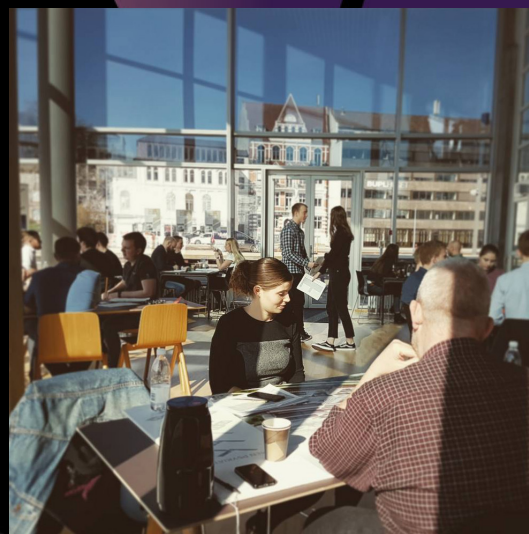
Hun bakkes op af afdelingsleder Kåre Tinning fra den rådgivende ingeniørvirksomhed Niras:

"Jeg kan skrive under på, at vi er rigtig glade for vores praktikanter. De har et højt niveau fra starten og kan begynde at arbejde allerede fra første dag. Særligt deres indblik i den digitale del af byggeriet har vi meget gavn af, og det er fantastisk at se dem vokse med opgaven, når de finder ud af, at de faktisk ikke kun lærer – men også lærer fra sig, og at de kan vise os gamle, at de kan noget, vi ikke kan."

Ingeniørhøjskolen sender cirka 120 studerende fra diplomingeniøruddannelserne Bygning og Bygningsdesign i praktik hvert eneste år.



# Studerende d-dating



*"Vi sender ivrige, innovative studerende afsted med den nyeste viden på området og får helstøbte, fokuserede mennesker tilbage, der har fået øjnene op for og appetit på den virkelige verden," siger Conni Simonsen, direktør, Ingeniørhøjskolen Aarhus Universitet*

Foto: Jesper Bruun





# Vil du arbejde sammen med os?

Ingeniørhøjskolen har en række forsknings- og udviklingsmiljøer med høj international konkurrencedygtighed. Når virksomheder lægger dele af deres teknologiske innovationsaktiviteter ind i disse miljøer, får de adgang til den nyeste viden på området, hvilket ofte kan accelerere deres udvikling og tilføje produkter og services værdi.

Hovedparten af Ingeniørhøjskolens forsknings- og udviklingsaktiviteter er efterspørgselsdrevne. Det vil sige, at de tager udgangspunkt i en eller flere virksomheders konkrete innovationsbehov eller særlige applikationsområde.

Denne model giver en direkte og ofte målbar værdi for virksomhederne, men samtidig er det med til at bringe erhvervslivets udfordringer ind i diplomingeniøruddannelserne.

Allerede fra første semester bliver diplomingeniørstuderende trænet i at arbejde med teknologiske problemstillinger, der er aktuelle i erhvervslivet. Det er med til at sikre uddannelsernes kvalitet og dermed også en høj grad af relevans i de færdige dimittenders kompetenceprofil.



# SÅDAN ETABLERES ET SAMARBEJDE

## FASE 1

### PROJEKTAFLARING OG VIDENSKABELIGT MATCH

En virksomhed kan henvende sig til Ingeniørhøjskolen med et specifikt teknologisk problem eller med en interesse i at afsøge nye muligheder for innovation.

Ingeniørhøjskolen inviterer relevante medarbejdere i virksomheden til et indledende møde med fokus på at definere projekt, projektplan og business case.

Når projektet er defineret, får virksomheden tilknyttet en forsker eller underviser som fast kontaktperson. Han eller hun sikrer en relevant faglig forankring af projektet.



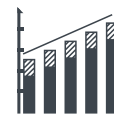
## FASE 2

### FINANSIERING

Fælles forsknings- og udviklingsprojekter kan grundlæggende finansieres på to forskellige måder. Enten via indtægtsdækning (et aftalt honorar baseret på timesats) eller via eksterne midler.

Hvis projektet ønskes gennemført med en ekstern bevilling laver Ingeniørhøjskolen og virksomheden/virksomhederne i fællesskab en projektsøgning til relevante fonde og tilskudsprogrammer i Danmark og EU.

Ingeniørhøjskolen har stor erfaring med at tiltrække fundraising og en professionel administration til at bistå arbejdet.



## FASE 3

### FORVENTNINGSAFSTEMNING OG ENDELIG SAMARBEJDSAFTALE

Projektparternes ønsker og behov bliver skriftliggjort i en samarbejdsaftale, som indeholder både tidsplan budget og faglige milepæle. Samarbejdsaftalen bliver kvalitetssikret af universitetets specialiserede jurister.





# Til gavn for samfundet

Ingeniørhøjskolen Aarhus Universitet prioriterer samarbejde med virksomheder meget højt. Vi vil gerne skabe nogle af verdens bedste vilkår for industriel og kommerciel udnyttelse af den viden, vi producerer.

Det gør vi bl.a. gennem en tæt tilknytning til dansk erhvervsliv.

*”Vi ønsker, at den viden, vi skaber på universitetet, skal komme det omgivende samfund til gavn. Og omvendt ønsker vi, at erhvervslivets aktuelle problemstillinger og teknologiudfordringer bliver en del af pensum på diplomingeniøruddannelserne. Det er et meget vigtigt samspil.”*

Conni Simonsen, direktør,  
Ingeniørhøjskolen Aarhus Universitet

## KONTAKT

**Ingeniørhøjskolen  
Aarhus Universitet**  
Inge Lehmanns Gade 10  
8000 Aarhus C

Bygning  
[ase.au.dk/byg](http://ase.au.dk/byg)