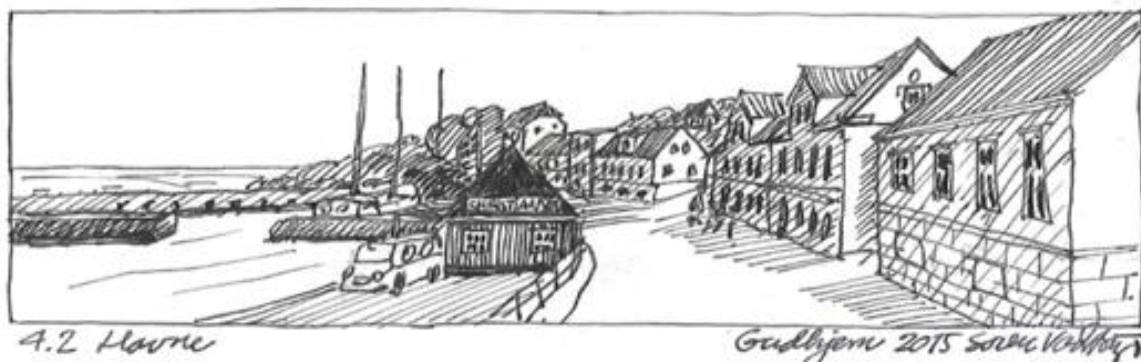


Forskningspapir
BYGNINGSKULTURENS KLIMATILPASNING
i havnebyer
- før, nu og i fremtiden



Klimaforandringernes indflydelse på dansk bygningskultur i havnene

Denne artikel handler om, hvordan vores bygningskultur, her forstået som vores eksisterende bygninger, der er ældre end 50-100 år, klarer sig under de pågående klimaforandringer de kommende år. Er vi nødt til at ombygge dem radikalt, rive dem ned eller flytte dem?

Baggrunden herfor var et 'ekspertmøde', som jeg som 'kulturarvsekspert' deltog i den 10. april 2025 i Svendborg kommune om *Nye tilgange til byudvikling i oversvømmelsestruede arealer*. Formålet med work-shoppen var at 'finde innovative løsninger, der kan inspirere andre byer og skubbe til den almene praksis inden for klimatilpasset byudvikling - i risikoområder'. Nogle af de spørgsmål, som jeg blev bedt om at svare på var: I hvilket omfang skal man forsøge at bevare den bygningskulturelle arv, når vandet kommer? Kan man udvikle en ny og bæredygtig by i oversvømmelsestruede områder? Hvad betyder det for byens udvikling på lang sigt, at vandet inviteres ind?

De nuværende, konstaterbare klimaforandringer

Klimaforandringerne er over os – lige meget om vi kan lide det eller ej, om vi accepterer at de er menneskeskabte eller ej - eller om vi hver især sparer på ressourcer og CO₂, hvor vi kan, eller vi bruger løs af begge. Med hensyn til det sidste er det kun et spørgsmål om, hvor meget eller hvor lidt, vi vil udsætte vores børn og børnebørn for. Men her og nu, og bare her i Danmark, mærker vi det allerede i form af ekstreme vejrforhold:

- Stigende temperaturer, specielt om sommeren
- Stigende regnmængder og voldsomme skybrud, specielt om foråret og om efteråret
- Voldsommere storme – hele året

På globalt plan medfører klimaforandringerne og de ekstreme vejrforhold:

- oversvømmelser fra floder med for meget vand fra bjergene
- eller modsat, udtørrede floder og landskaber, på grund af tørke,
- havvandsstigninger på grund af smeltning af havis og Grønlands indlandsis
- ændringer af de store havstrømme
- millionvis af 'klimaflygtninge', mennesker og familier, der er tvunget til at flytte et nyt sted hen på grund af vand, tørke eller ændrede næringsforhold (landbrug, fiskeri, udtømte naturressourcer, overbefolkning mm)

De danske havnebyers historiske klimatilpasning

Overordnet kan jeg, ud fra min forskning (se herunder), som svar på disse spørgsmål fortælle:

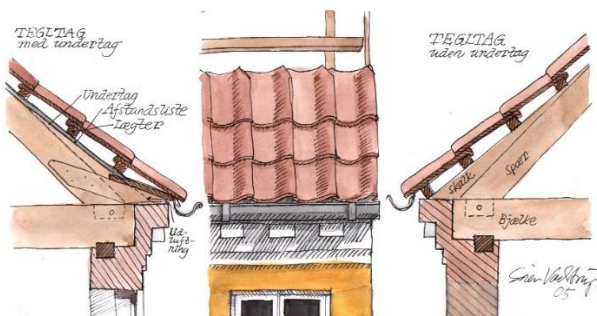
- 90% af de danske købstæder er havnebyer, der daterer sig tilbage til middelalderen, og de er bevidst anlagt og løbende indrettet til at kunne klare store regnmængder, stormfloder og søfart med større og større skibe. Se: <https://www.bevardithus.dk/wp-content/uploads/10-Analyse-og-Vaerdisaetning-af-HAVNE-2017.pdf>
- De større bygninger, der nødvendigvis må ligge tæt på havnen og vandet, såsom pakhuse, toldboden, beværtninger, skibsværfter og andre industribygninger mm, er bygget til at kunne klare både højvande og deciderede oversvømmelser. Ikke uden 'skrammer', selvfølgelig
- Byens beboelsesbygninger lå konsekvent på de højere beliggende arealer i byen, hvor der ikke var risiko for oversvømmelser eller regnvandssamlinger - aldrig lavt og tæt på vandet. Bort set fra byens fattigste, der fik lov til at byggede deres små enetages længehuse i bindingsværk, på de laveste, stormblæste og sumpede områder ved havnen.
- Da det efter 1950-erne blev 'fint' for de mere velhavende at bo ved vandet, rev man de lave bindingsværkshuse, værfterne og industribygningerne ned, og byggede nye boliger, men man glemte mange steder, at områderne indimellem bliver oversvømmet. Og man glemte også at bygge klimatilpassede bygninger, som før i tiden. Se herunder.

I forhold til de konkrete bygninger, som jeg også blev spurgt om, medfører klimaforandringerne at de historiske bygninger i de danske havnebyer skal kunne klare følgende situationer i forbindelse med vand: 1) Større regnmængder og stigende temperaturer 2) Periodiske oversvømmelser i forbindelse med kraftige storme mm. 3) Områder med forventelige, permanente havvandsstigninger, der ifgl. de seneste prognoser fra klimaforskerne, kan nå op på omkring 5 meter indenfor de næste 100 år.

1: Større regnmængder og stigende temperaturer

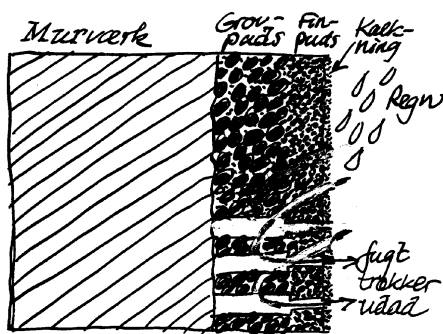
Vores ældre bygningskultur på 100-200år eller mere *har prøvet det før*, mange gange, og er derfor, rent byggeteknisk og materialemæssigt, opført til at kunne klare begge dele.

- Husene ligger enten på et let skrånende terræn eller helt plant. Aldrig i en 'gryde', hvor der kan samle sig vand.
- Husene har gode og tætte tage af tegl, skifer eller strå, med høje tagrejsninger (50-55 grader) og udhæng eller tagrender.
- Specielt tegltagene har en særlig *opskalkning* nederst ved tagfoden, der 'bremser' regnvandet fra taget op, så det løber kontrolleret ned i tagrenden.



Et såkaldt 'opskalket tag' har anbragt en lille 'kile' nederst på spæret, der løfter tagfoden og ændrer taghældningen, så regnvandet løber langsommere ned af taget på det sidste stykke.

- Ældremurværk med fyldte fuger med kalkmørtel har ingen problemer med at holde regnvand ude, og tørre hurtigt ud, hvilket er påvist gennem mere ned 800 års murværk i Danmark. Moderne murværk har ikke korrekte fyldte fuger, og er derfor ofte meget utæt udefra.
- Puds på murværk opbygges som en 'diodepuds', der er tæt for vandindtrængen udefra, men god til at tørre det vand ud, der evt. kommer ind gennem revner og opadstigende grundfugt.
- Specielt i forhold til opadstigende grundfugt skal den nederste del af murværket, soklen, pudses med en diodepuds i luftkalk, der trækker fugten udad og får mursaltene til at udkrystallisere på overfladen. Sokkelpuds må ikke udføres med cementmørtel (KC-mørtel), der lukker fugten og vandet inde.



Diodepuds, specielt på sokkelpuds, opbygges af to lag luftkalkmørtel et groft udkast og et finere slutlag, afsluttet med kalkfarver. Da vand altid løber fra grove til fine porer, vil vandet automatisk bevæge sig indefra og ud.

- Udvendigt træ udføres konsekvent af spejlskåret træ, der ikke revner eller suger vand. Det gælder vinduer, skodder, døre, porte, vindsceder mm. Tilsvarende skal bindingsværk udføres af kvartskåret tømmer, der ikke revner eller suger vand, og derfor heller ikke rådner i et vådt miljø.
- Spejlskårne trævinduer har en påviselig holdbarhed på foreløbigt 300 år (tre hundrede), og korrekt vedligeholdt kan de holde lige så længe mere.
- Det er i den forbindelse vigtigt *ikke* at male husene udvendigt, hverken på træ eller murværk, med plastikmaling i fremtiden, da denne maling ikke muliggør at træ eller murværk tørrer effektivt ud efter større regnskyl.
- Sprossvinduer og kraftige tagudhæng er en effektiv skærmer for overophedning af husene i forbindelse med de hyppige og meget varme hedebølger.

2: Periodiske oversvømmelser i forbindelse med kraftige storme mm.

- Murværket (med fyldte fuger) i huse, der er bygget før ca. 1960 – skal nok klare sig, jf. ovenstående. Der må dog ikke være mineraluld eller papiruld i eventuelle hulmure, der ikke kan tåle vand. Det samme gælder gulvkonstruktioner. Det er klart at en periodisk oversvømmelse vil kræve et nyt gulv, hvis dette er af træ. Gulvbjælkerne kan dog sagtens tørre ud og behøver derfor ikke skiftes ud. Der findes hundrede års erfaringer med dette fra Venedig og Holland. I Venedig er der i gennemsnit 2-3 'Aqua alta' om året, og de murede bygninger fra renæssancen og frem, står der endnu.
- Bindingsværksbygninger med murede tavler kan godt klare en oversvømmelse, men de skal strippes for indvendige beklædninger og gulvkonstruktioner for at kunne tørre ud igen. Så det kan blive en dyr og langvarig omgang.
- Til gengæld kan man hæve bindingsværksbygninger, f.eks. op på en 30-40 cm høj betonsokkel, hvorved de formentlig kan modstå de næste stormfloder mange år frem. I Svendborg er det i øvrigt allerede sket med en bindingsværksbygning fra 1600-tallet i Kulinggade 6.



Kulinggade 6a i Svendborg er et fredet bindingsværkshus fra 1600-tallet, der, ikke på grund af vandet, men på grund af hævnningen af Kulinggade, er blevet hævet 50 cm. Det kan bindingsværk.

- Det er vigtigt at bygninger i risikoområder for periodiske oversvømmelser ikke isolerer gulve og vægge med mineraluld eller lignende, der kan suge vand, at der ikke benyttes gipsplader, plastikdampspærre, trykimprægneret træ og som nævnt ovenfor, plastikmaling.
- Vedrørende eventuelle nybyggerier – se herunder.

3: Områder med forventelige, permanente havvandsstigninger

I Svendborg blev det oplyst at de nuværende havnemoler og nærmeste havnearealer ligger i kote 1,2 - 1,5 m over daglig vande. Herunder også Værftøen Frederikso, hvor der er planlagt at bygge et nyt lokalteater. Hvis de 'værste' klimaprognoser holder stik, vil både Frederikso og de nærmeste havnearealer stå permanent under havvandsspejlet om 30-40 år.

Man kan selvfølgelig bygge diger af beton eller andet langs kajkanterne, men så ryger den attraktive vandudsigt mange steder. Det gør man dog stor stil i Tyskland og Holland.

På *forskermødet* i Svendborg den 10.april, blev der udstedt et meget tydeligt og enstemmigt 'forbud' fra de tilstedeværende klimaforskere mod i fremtiden at bygge nye *permanente huse* på grunde under kote 2,0 meter. Og det gælder formentlig alle havnebyer i Danmark, ikke kun Svendborg. Hvis nye bygninger ikke kan 'kikke 100 år frem', som det blev sagt, men må fjernes inden da, på grund af den forventede stigende vandstand, bør de ikke opføres. Og her er kote 2,0 meter endda meget optimistisk. Jvf. ovenfor.

Nu kan disse, såkaldte 'risikoarealer', så 'risikere' at stå tomme og 'uvirksomme' hen i de næste 30-40 år, indtil de eventuelt bliver permanent oversvømmede.



Svendborg havn med værftøen, Frederikso, i baggrunden. Fotograferet fra den nye Navigations-skole SIMAC den 10.april 2025.

Forslag

Mit forslag, som jeg vil illustrere med forskellige tegninger herunder, går ud på at bygge små boliger, studenter- eller ungdomsboliger af *bindingsværk* på disse områder.

- For det første for at vise, rent mentalt, at vi ikke 'giver op' over for klimaforandringerne, men udnytter naturen på disse steder, så meget som muligt, indtil det bliver helt umuligt om måske 100 år. Ligesom mennesket altid har gjort.
- For det andet fordi bindingsværksbygninger, og de træsamlede konstruktioner, der siden jernalderen har gjort at de har kunnet flyttes, bl.a. under Landboreformerne i 1788 – 1830, og desuden kan udvides eller indskrænkes, ombygges og hæves over terrænet, gennem alle årene. Det er det ideelle, fleksible hus, som vi faktisk har 70.000 af i Danmark, som har mindst 300 år 'på bagen', men som mærkeligt nok ikke bygges mere.
- Det skyldes selvfølgelig prisen på alt det håndværk, som bygningen af et bindingsværkshus kræver. Men ny forskning fra undertegnede viser, at bygningen af et bindingsværkshus, uden jern, og kun med træsamlinger, kan forenkles og billiggøres, hvis man bl.a. benytter bladsamlinger og kæmninger i stedet for de traditionelle, ret besværlige tapsamlinger. Se:

<https://www.bevardithus.dk/wp-content/uploads/Nye-traehuse-helt-af-trae-dec-2021-Kopi.pdf>

- samt:
- <https://www.bevardithus.dk/forskning/haandvaerk-og-bygningsrestauring/haandvaerket-i-centrum-2018-2020/nye-baeredygtige-traehuse-helt-af-trae/>
- For det tredje er et bindingsværkshus – og i det konkrete tilfælde vil jeg foreslå og tegne et *bulhus* af fyrretræ med spåntag – *modsat* andre tilsvarende 'midlertidige' huse, såsom stålcontainere, skruede og sømbeslags samlede træhuse med fladt tag, stål-eller eternitbeklædte huse -*bæredygtige*, bl.a. fordi de påviseligt har en holdbarhed på 200 år. Der findes ca. 700 beboede og yderst komfortable bulhuse af fyrretræ i Visby på Gotland fra 1830-erne og frem, nogle endda i 2 etager.
- Disse smukke, trætjærebehandlede træhuse kunne danne skole for, hvordan man kan bygge fleksibelt, flytbart, hævebart i lille skala og ikke mindst bæredygtigt i de 'midlertidige' havneområder i de danske havnebyer. Indtil vandstandsstigningerne måske, eller måske ikke, kommer indenfor de næste 100 år. Se næste side.
- Bulhusene kan også bygges helt tætte, så de kan modstå de mere og mere hyppige stormfloder. Det er fordi vægplankerne er notet ind i siderne på bindingsværket og presset helt tæt sammen, og det samme kan man gøre med gulvene.



Bindingsværkshus med bulplanker af fyrretræ (bulhus) i Visby på Gotland. Huset er ca. 150 år gammelt og repræsenterer et yderst gennemtænkt og tæt 'samlesæt' af træ. Bulhusene kan evt. forlænge stil to boliger, men dette kan næppe forkortes ret meget.

Der findes ca. 700 beboede og yderst komfortable bulhuse af fyrretræ i Visby fra 1830-erne og frem, nogle endda i 2 etager. Disse smukke, trætjærebehandlede træhuse kunne danne skole for, hvordan man kan bygge fleksibelt, flytbart, hævebart i lille skala og ikke mindst bæredygtigt i 'midlertidige' havneområder i de danske havnebyer. Træsamlingerne – der må naturligvis ikke benyttes jernbeslag, noget sted – kan automatiseres, så bygningen bliver overkommelig, rent økonomisk.
Foto: Søren Vadstrup

TEGNING

af et *bulhus* af fyrretræ med spåntag – som eksempel på flytbare og fleksible ungdomsboliger af træ i *oversvømmelsestruede arealer* i de danske havnebyer.

(kommer)

I yderste konsekvens

Hvad gør vi så med de eksisterende, ældre huse, der i dag ligger under kote 2,0 i de vandstandstruede områder i vore havnebyer? I Svendborg, byens ældste del.

Der er ikke andet at gøre end at se tiden an. Men den dag, de daglige vande evt. står i kote 2,0 eller derover, er der ikke andet at gøre end at rive husene ned. Det er 'naturens gang'. Bindingsværksbygningerne kan flyttes, og ved de øvrige kan man genanvende mange af materialerne.



Det er dog ikke bygningerne her fra 1750-erne, i Bagergade i Svendborg, der er i fare for oversvømmelse. De ligger netop på byens højere områder, som boliger for de mere velstående borgere.

Kilder

Vadstrup, Søren (2018): *Analyse og værdisætning af HAVNE*

<https://www.bevardithus.dk/wp-content/uploads/10-Analyse-og-Vaerdisaetning-af-HAVNE-2017.pdf>

Vadstrup, Søren (2021): *Nye bæredygtige træhuse – helt af TRÆ, med vedvarende holdbarhed. 3 FORSØGS-PROJEKTER om fremtidens bæredygtige huse af træ 2019 – 2021.*

<https://www.bevardithus.dk/wp-content/uploads/Nye-traehuse-helt-af-trae-dec-2021-Kopi.pdf>

samt:

<https://www.bevardithus.dk/forskning/haandvaerk-og-bygningsrestaurering/haandvaerket-i-centrum-2018-2020/nye-baeredygtige-traehuse-helt-af-trae/>