

Indeklimaforsøg i Rebslagerhuset på Middelaldercentret



Jannie Marie Christensen



Middelaldercentret

Middelaldercentret

Indeklimaforsøg i Rebslagerhuset på Middelaldercentret

© Jannie Marie Christensen

Skrevet november 2022

Ved Hamborgskoven 2-4 · 4800 Nykøbing Falster

Danmark

T. 54 86 19 34

CVR: 15939133

mc@middelaldercentret.dk

www.middelaldercentret.dk

Layout: Jorge Lar (Middelaldercentret)

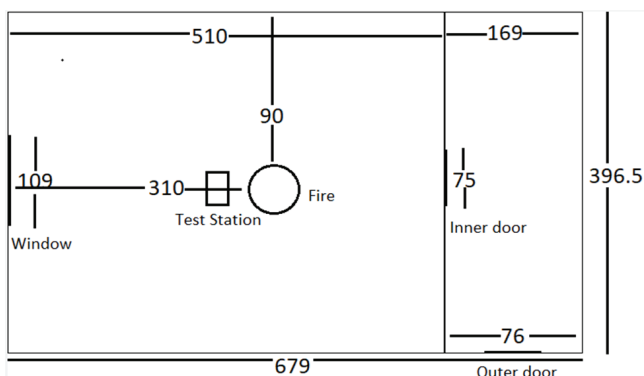
1. Introduktionen

Fra moderne studier af indeklima i boliger med køkken og opvarmning baseret på ild er det velkendt, at eksponering til røg fra brændsel er en primær kilde til sygdom. Ophold i disse huse kan forårsage nedsat livskvalitet, indendørs miljørelaterede sygdomme og for tidlig død, især for kvinder og børn. WHO angiver indendørs luftforurening blandt de største nutidige årsager til for tidlig død globalt set med ca. 3,8 mio. dødsfald årligt. De generelle levevilkår for beboere af historiske huse er blot let berørt, ikke kun forureningsmæssigt, men også klimatisk, komfort- og sundhedsmæssigt. Skriftlige kilder for dette er få og de arkæologiske kilder er primært skeletter. Visse typer sygdomme afledt eller påvirket af eksponering til brænderøg ville kunne indikeres, men dette er knapt studeret metodisk. De præcise forhold og belæg for direkte at sammenkoble brug af brændsel og menneskers helbred for brugere af historiske huse er endnu ukendte.

2. Vilkår

I sensommeren 2022 besøgte en gruppe arkæologistuderende fra Cardiff Universitet Middelaldercentret, som en del af et undervisningsforløb. I den forbindelse gennemførtes et kontekstuel eksperimentelarkæologisk indeklimaforsøg, hvor der skulle testes hvilke parametre der var i et rekonstrueret middelalderhus, mens ildstedet var i brug over et døgn. I løbet af testperioden d. 17.-18. august 2022 var bålet i brug i en kortere periode om dagen. Forsøgsdeltagerne bestod af de ni studerende, deres to vejledere foruden undertegnede som underviser. Alle deltagere opholdt sig i huset i løbet af dagen, mens fem frivillige deltagere valgte at overnatte i huset.

Rebslagerhuset benyttedes under forsøget og er et bindingsværkshus med stråtag. Det har foruden indgangspassage et større opholdsrum, hvor ildstedet befinder sig i midten og ovenfor dette er et lyrehul i taget. Over indgangspassagen er en hems i direkte forbindelse med opholdsrummet. Udover indgangsdøren findes et vindue med skodder i stuen og dertil er der kælder med adgang udefra.



Measurements are taken
in Centimeters

Indvendig opmåling af huset med placering af døre, vindue, målested 1 og ildsted. Skitse lånt fra rapporten Indoor environment experiment of the Medieval rope house at Middelaldercentret 17/08/2022-18/08/2022.

3. Målevilkår

3.1. Målesteder

Faste målesteder var 1 ved højde 60 cm, 110 cm og 170 cm i en afstand af 110 cm fra ildstedet. Målested 2 befandt sig i 60 cm højde nær vinduet og 280 cm fra ildstedet. Målested 3 var på hems i højde 180 cm og 220 cm fra ildstedet og målested 4 var i 60 cm højde ved døråbningen mellem indgangspassagen og opholdsrummet i opholdsrummet. Dertil var der faste målesteder udenfor huset hhv. målested 5 i 60 cm højde, 280 cm fra døren samt målested 6 ved jorden og 230 cm fra døren.

En anonym frivillig deltager bar desuden måleudstyr under forløbet og noterede i en dørlog hvornår denne forlod eller vendte tilbage til huset. Dertil var der brændelog hvori der noteredes tidspunkt og vægt af brænde når det kom på bålet. Ydermere noteredes løbende observationer samt efterfølgende spørgeskema udfyldtes. Udstyr blev aflæst manuelt mellem kl. 17-01 første dag og kl. 8-10 på andendagen.

3.2. Kulilte

Fire EL-USB-CO-kulilteloggere byttedes for at måle kulilteniveaet. Disse var placeret ved målested 1 højde 110, målested 2, målested 3 samt en båret af anonym deltager nær udåndingszonen. Disse loggere var tidligere benyttet ved andre indeklimaforsøg, men af en vis alder og havde overskredet den anbefalede levetid.

3.3 Temperatur

Lufttemperatur måltes ved målested 1 i højde 60, 110 og 170 samt strålevarme i 60 cm højde med almindelige køleskabstermometre. Dertil måltes lufttemperatur af La Crosse Technology Professional Weather Station ved målested 4 og 6. Alle disse målinger aflæstes af deltagerne på timebasis.

3.4. Luftfugtighed

Relativ luftfugtighed måltes ligeledes af La Crosse



Opsætning af måleudstyr ved målested 1 med gradient-temperatur-, strålevarme-, kuliltemålinger med ildsted i venstre side af billedet. Billede lånt fra rapporten Indoor environment experiment of the Medieval rope house at Middelaldercentret 17/08/2022-18/08/2022.

Technology Professionnal Weather Station ved målested 4 og 6 og aflæstes af deltagerne på timebasis.

3.5. Atmosfærisk tryk

Luftfugtighed målt af La Crosse Technology Professionnal Weather Station ved målested 4 og 6 og aflæstes af deltagerne på timebasis.

3.6. Nedbør

Nedbør målt af La Crosse Technology Professionnal Weather Station ved målested 6 og aflæstes af deltagerne på timebasis.

3.7. Vindretning og -hastighed

Vindretning og -hastighed målt af La Crosse Technology Professionnal Weather Station ved målested 4 og aflæstes af deltagerne på timebasis.

4. Resultater

4.1. Baggrundsvilkår

I den målte periode var den gennemsnitlige udetemperatur på førstedagen 27,5 °C med en

luftfugtighed på 66,3 % og et atmosfærisk tryk på 1019 hPa, mens det ellers var vindstille. I løbet af natten var der nedbør på 7,7 mm, mens temperaturen på andendagsmålingerne var 23,4 °C, relativ fugtighed var 70,3 % og det atmosfæriske tryk var 1018 hPa.

4.2. Luftkvalitet og bålbrug

Tre af de fire kulilteloggere viste fejlmelding, da de skulle aflæses. Derfor er der udelukkende kuliltemålinger fra den frivillige deltager og derfor vises ikke kuliltemængden fra huset, men udelukkende kuliltemængden hvor deltageren befandt sig. Derfor kan kuliltemængden holdes op mod dørloggen for hvornår deltageren befandt sig i huset og er derfor udelukkende repræsentativt for huset, mens deltageren befandt sig inde. Denne deltager overnattede i huset.

Den personlige eksponering til kulilte oversteg aldrig 26 ppm over tre timer. Det billede havde selvfølgelig været anderledes, hvis der var bål i længere tid. Desuden oversteg kulilteniveauet aldrig 50 ppm, som er det niveau hvor en kuliltealarm ville aktiveres grundet risiko for korttidsskulliteforgiftning.

Dertil var der så massive problemer med røg i huset, at ildstedet udelukkende benyttedes til opvarmning af mad samt madlavning, før det fik lov at brænde ned. Sidste brændepålægning var kl. 18.15, hvorefter ilden fik lov at dø ud. I alt 6,6 kg blandet træ blev benyttet under forsøget.

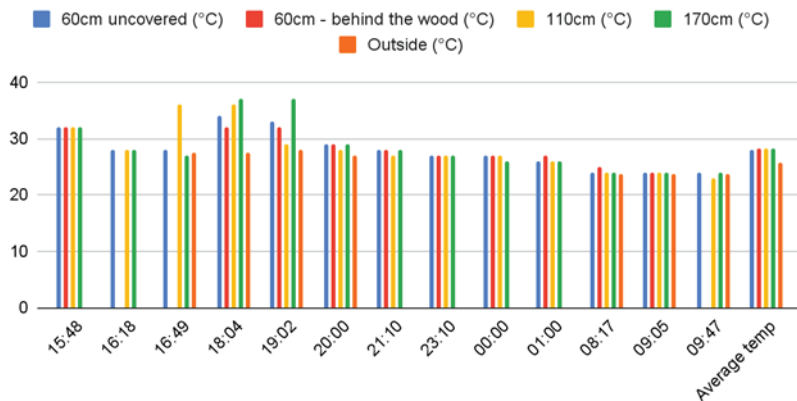
4.3. Indeklima

Den gennemsnitlige lufttemperatur i den målte periode i huset var 27,6 °C på første dagen og faldet til 24,2 °C på andendagen. Den gennemsnitlige gradiente lufttemperatur ved 60 cm var 29,2 °C, ved 110 cm 29,6 °C og ved 170 cm 29,7 °C. Strålevarmen viste et gennemsnit på 29,2-29,5 °C uden afskærmning og 29,3 °C med afskærmning. Desværre manglede to aflæsninger og trækkes disse fra i beregningen var strålevarmen højere end lufttemperaturen målt samme sted.

På andendagen var den gennemsnitlige lufttemperatur ved 60 cm var 24,2 °C, ved 110 cm 23,7 °C og ved 170 cm 24 °C.

Den gennemsnitlige relative luftfugtighed i huset var på førstedagen 61 % og på andendagen 63,2 %.

Temperature measured at different heights of the Medieval Rope House



Sammenligning af temperaturer målt i og indenfor huset. Graf lånt fra rapporten Indoor environment experiment of the Medieval rope house at Middelaldercentret 17/08/2022-18/08/2022.

5. Diskussion

5.1. Sammenligning med WHO's retningslinjer

Sammenholdt med WHO's retningslinjer overskrides denne grænse aldrig. For 15 minutters eksponering er grænsen 86 ppm og her målt 9,9 ppm. For 1 times eksponering er grænsen 30 ppm og her målt 3 ppm. For 8 timers eksponering er grænsen 8,6 ppm og her målt 1,3 ppm og for 24 timers eksponering er grænsen 6 ppm og her målt 0,43 ppm. Grundet den korte måleperiode er der ikke grundlag for yderligere sammenligninger med andre huse hverken tilsvarende i det globale syd eller i eksperimentelarkæologiske indeklimaforsøg.

5.2. Hus- og målingsobservationer under forløbet

Til trods for den korte måleperiode er der flere observationer, der er værd at tage med. Først og fremmest var det mindre logisk, at man som beboer af et hus som dette, ville tænde bål inde, når dagstemperaturene nåede de 32 °C i løbet af dagen udenfor. Alligevel vidste huset faktisk at have en god varmekapacitet, da lufttemperaturen i huset fortsat var højere end udetemperaturen på andendagen, trods at bålet brændte ned først på aftenen. Tilsvarende var huset alligevel så tæt, luftskiftet så højt og luften så tør, at trods at den relative luftfugtighed steg i huset

på andendagen, var den endnu lavere end den relative luftfugtighed udenfor huset.

En større del af observationerne omhandlede problematikken omkring røgen i huset. Røgen ville ganske enkelt ikke forlade huset, hverken med åbne vinduer som burde skabe en ekstra udgang eller lukkede skodder, der skulle tvinge røgen ud gennem lyrehullet i loftet. Denne proces burde også have været mere effektiv, hvis der havde været nogen vind. Hvorvidt røgproblemerne skyldtes huskonstruktionen, fugtighed i konstruktionen, som ikke havde været gennemtørret i længere tid, eventuelt fugtigt brænde, den varme periode eller andet kan kun gisnes om.

Undervejs forsøgte man med andet brænde i håb om at det ville ændre situationen. Uanset var røgen den direkte årsag til at flere deltagere måtte forlade huset. De deltagere som blev i huset, opholdt sig nærmest gulvet, hvor røgmængden var mindst. Resultatet blev at bålet fik lov at dø ud efter madlavningen og at røgen derefter forsvandt.

Måleteknisk er det selvfølgelig beklageligt at der ikke var bedre udstyr til rådighed og at noget af det ikke virkede efter hensigten, om end det var en forventet risiko grundet dets alder. Optimalt set havde der været en længere og køligere måleperiode til rådighed samt mere og bedre udstyr der selv loggede.

5.3. Indeklimaforsøg som undervisning

Set fra et undervisningsmæssigt perspektiv oplevede jeg, at de studerende fik en brat opvågning for hvad arkæologi også kan indebære. Alene processen at gøre sig tanker om hvorfor, at det er aktuelt overhovedet at måle parametre som disse, udtænke hvilke der er relevante, hvordan de opsættes hensigtsmæssigt, aflæses og analyseres er en større proces. For flere af de studerende var det en stor og meget praktisk orienteret opgave med flere faldgruber, som for eksempel hvordan måleudstyret overhovedet kunne sættes op og at alt skulle registreres og dokumenteres.

Undervejs i forløbet blev udstyret aflæst forkert, mens andet faldt ned. Alligevel mestrede de studerende at planlægge, udføre og afslutte et eksperimentelt arkæologisk indeklimaforsøg på blot to dage. Dertil formåede de at udforme et brugbart slutresultat i form af en rapport, som kan benyttes som skabelon i så fald at forsøget ønskes gentaget på senere tidspunkt.

6. Konklusion

Det eksperimentelarkæologiske indeklimaforsøg i Rebslagerhuset foregik med udenlandske arkæologistuderende over blot to dage i en hedebløge. Undervejs vidste målingerne at WHO's retningslinjer for eksponering til kulilte ikke blev overskredet og at huset var i stand til at holde på varmen. Forsøget bidrog til flere brugbare målinger og observationer til brug fremadrettet både som læring og til at opsætte et nyt forsøg. Ydermere blev alle målinger og observationer nedfældet i en rapport til eventuelt senere brug.

Tak

Roeland Paardekooper og medarbejdere på Middelaldercentret skal have en stor tak for invitationen og muligheden for at undervise de studerende samt lån af huse til forsøgsopsætning. Jeg ønsker desuden at takke følgende studerende og vejledere fra Cardiff University, Archaeology Department for deres opmærksomhed, indlevelse og deltagelse i dette forsøg; Anna Hinton, Ciana Lynch Quinones, Dafydd Roberts, Eden Sedman, Evie Taylor, Katherine Elliott, Noelina Ayums, Sam Nicholson, Seren Young, Charlie Adams og Sally Pointer.



Litteraturliste

Agliata, Rosa, Alfonse Marino, Luigi Mollo & Paolo Pariso. 2020. "Historic Building Energy Audit and Retrofit Simulation with Hemp-Lime Plaster – A Case Study." *Sustainability* 12, nr. 11: Doi.org/10.3390/su12114620.

Atzbach, Rainer. 2017. "Europe in Denmark. Central European influences on pottery, glass making and housing comfort in Denmark." *Archäologie - Mittelalter - Neuzeit - Zukunft. Festschrift für Ingolf Ericsson. Bamberger Schriften zur Archäologie des Mittelalters und der Neuzeit* 6, red. Rainer Atzbach, Patrick Cassitti, Hauke Kenzler & Luitgard Löw, 13-30. Bonn: Dr. Rudolf Habelt GmbH.

Atzbach, Rainer. 2014. "The 'Stube' and its Heating. Archaeological Evidence for a Smoke-Free Living Room between the Alps and North Sea." I *Dwellings, Identities and Homes. European Housing Culture from the Viking Age to the Renaissance*, red. Mette Svart Kristiansen & Kate Giles, 195-209. Højbjerg: Jysk Arkæologisk Selskab.

Atzbach, Rainer. 2013. "The house, the tile stove and climate change. Some thoughts on building archaeological evidence for climate change between Medieval Warm Period and Little Ice Age." I *Zeitschrift für Archäologie des Mittelalters* 41: 241–256. Bonn: Verlag Dr. Rudolf Habelt GmbH.

Atzbach, Rainer. 2012. "The Stube: Constructive Evidence for the Concept of a Smoke-Free Heated Living Room between the Alps and Southern Scandinavia." I *Nuts & Bolts of Construction History: Culture, Technology and Society*, red. Carvais, R., A. Guillerme, V. Nègre & J. Sakarovitch, vol. 3: 269-276. Paris: Picard.

Beck, Anna Severine. 2011. "Working in the Borderland of Experimental Archaeology. On Theoretical Perspectives in Recent Experimental Work." I *Experimental Archaeology. Between Enlightenment and Experience*, red. B. Petersson & L. E. Narmo. *Acta Archaeologica Lundensia Series in 8*, nr. 62, 167-195. Lund: Lund Universitet.

Beck, Anna Severine. 2008. "Evaluation of reconstructions – A new way or no way? An example from an experimental winter habitation within two reconstructed longhouses from the middle of the Danish Early Iron Age." *Probleme der Küstenforschung im Südlichen Nordseegebiet*, vol. 32: 13-26.

Beck, Anna Severine, Lehne Mailund Christensen, Jannie Ebsen, Rune Brandt Larsen, Dyveke Larsen, Niels Algreen Møller, Tina Rasmussen, Lasse Sørensen & Leonora Thofter. 2007. "Reconstruction – and then what? Climate experiments in reconstructed Iron Age houses during winter." I *Iron Age houses in flames*, red.

Marianne Rasmussen, 134-173. Lejre: Lejre Historisk-Arkæologisk Eksperimentel Center.

Berkeley Air Monitoring Group. 2021. "Household Air Pollution (PATS+)." Set 31.8.2021. <https://berkeleyair.com/hap>

Boonstra, A. 1997. "Leben unter eisenzeitlichen Bedingungen – ein experiment von zwei "Monden". Experimentelle Archäologie in Deutschland, Bilanz 1996, Archäologische Mittelungen aus Nordwestdeutschland, vol. 18: 33-41. Oldenburg: Insensee Verlag.

Brimblecombe, Peter. (1987) 2011. The Big Smoke. Oxon: Routledge.

Bruijn, Paulien Strandberg-de, Anna Donarelli & Kristin Balksten. 2019. "Full-scale Studies of Improving Energy Performance by Renovating Historic Swedish Timber Buildings with Hemp-line." Applied Sciences, vol. 9, nr. 12. Set 30.06.2022. [Doi.org/10.3390/app9122484](https://doi.org/10.3390/app9122484).

Buckley, Stephen, Robert C. Power, Maria Andreadaki-Vlazaki, Murat Akar, Julia Becher, Matthias Belsler, Sara Cafisso, Stefanie Eisenmann, Joann Fletcher, Michael Francken, m.fl.. 2021. "Archaeometric evidence for the earliest exploitation of lignite from the bronze age Eastern Mediterranean" Scientific Reports 11, nr. 24185: 1-12. Set 30.06.2022. [Doi.org/10.1038/s41598-021-03544-w](https://doi.org/10.1038/s41598-021-03544-w)

Christensen, Jannie Marie. 2021. "MENSCH UND HAUS - MAN AND HOUSE." I EXPERIMENTELLE ARCHAEOLOGIE - EXPERIMENTAL ARCHAEOLOGY, red. WMB Weinviertel Museum Betriebs GmbH, 28-33. Mistelback: Weinviertel Museum.

Christensen, Jannie Marie. 2016. "Testing the indoor environment and personal health in an inhabited reconstructed Viking Age house during winter." I THE LIFE CYCLE OF STRUCTURES IN EXPERIMENTAL ARCHAEOLOGY - AN OBJECT BIOGRAPHY, red. Linda Hurcombe & Penny Cunningham, 189-200. Leiden: Sidestone Press.

Christensen, Jannie Marie. 2014a. Mennesket og huset – levevilkår og eksperimentelarkæologiske

undersøgelser af indeklima i et rekonstrueret vikingetidshus. Saarbrücken: Globe Edit.

Christensen, Jannie Marie. 2014b. "Living Conditions and Indoor Air Quality in a Reconstructed Viking House." EXARC Journal 2014 Digest Issue 1: 16-19.

Christensen, Jannie Marie. 2013a. "Hvornår var det mindst skadeligt at bo i et vikingehus?" I Vikingetid i Danmark, red. Henriette Lyngstrøm & Lone G. Thomsen, 71-74. København: Forhistorisk arkæologi, SAXO-instituttet på Københavns Universitet.

Christensen, Jannie Marie. 2013b. "Living Conditions and Indoor Air Quality in a Reconstructed Viking House." EXARC online issue 2013-3. Set 30.06.2022. <https://exarc.net/ark:/88735/10129>

Christensen, Jannie Marie. 2013c. "Mennesket og huset – levevilkår og eksperimentelarkæologiske undersøgelser af indeklima i et rekonstrueret vikingetidshus." Speciale. Aarhus Universitet.

Christensen, Jannie Marie & Morten Ryhl-Svendsen. 2015. "Household air pollution from wood burning in two reconstructed houses from the Danish Viking Age." Indoor Air, vol. 25: 329-340. Set 30.06.2022. DOI: [10.1111/ina.12147](https://doi.org/10.1111/ina.12147).

Cleary, G. J. & C. Ruthern B. Blackburn. 1968. "Air Pollution in Native Huts in the Highlands of New Guinea." Arch Environ Health, vol. 17: 785-794. Set 30.06.2022. [Doi.org/10.1080/00039896.1968.10665320](https://doi.org/10.1080/00039896.1968.10665320).

Danielsen, Pernille Høgh, Peter Møller, Keld Alstrup Jensen, Anoop Kumar Sharma, Håkon Wallin, Rossana Bossi, Herman Autrup, Lars Mølhøve, Jean-Luc Ravanat, Jacob Jan Breidé, Theo Martinus de Kok & Steffen Loft. 2011. "Oxidative stress, dna damage, and inflammation induced by ambient air and wood smoke particulate matter in human a549 and thp-1 cell lines." Chemical research in toxicology, vol. 24: 168-184. Set 30.06.2022. [Doi.org/10.1021/tx100407m](https://doi.org/10.1021/tx100407m).

Edgren, B. & F. Herschend. 1982. "Eketorp för fjärde gången." Forskning och Framsteg, nr. 5: 13-20.

Eriksdotter, G. & M. Legnér. 2015. "Indoor Climate

- and Thermal Comfort from a long-term perspective, Burmeister House in Visby, c. 1650-1900." *Home Cultures*, vol. 12, nr. 1: 29-54. Set 30.06.2022. Doi.org/10.2752/175174215X14171914084692.
- Evans, G. W. & S. Cohen. 1987. "Environmental Stress." *Handbook of Environmental Psychology*, red. D. Stokols & I. Altman, vol. 1: 571-610.
- Ezzati, Majid, Bernard M. Mbinda & Daniel M. Kammen. 2000. "Comparison of Emissions and Residential Exposure from Traditional and Improved Cookstoves in Kenya." *Environmental Science & Technology*, vol. 34, nr. 4: 578-583. Set 30.06.2022. Doi.org/10.1021/es9905795.
- Fodged Klemmensen, Marie. 2003. "Udgravede træhuse i danske byer ca. 800-1600 – konstruktion og indretning." I *Bolig og familie i Danmarks middelalder*, red. Else Roesdahl, 129-168. Højbjerg: Jysk Arkæologisk Selskab.
- Friluftsmuseum Ostenfelder Bondehus. n.d. "Ostenfelder Bauernhaus." Set 23.2.2013. <http://www.museumsverbund-nordfriesland.de/ostenfelderbauernhaus/52-2-Friluftsmuseum.html>.
- GDPR AU. Beskyttelse af personoplysninger (GDPR). Set 30.6.2022. <https://medarbejdere.au.dk/informationssikkerhed/databeskyttelse>
- Grøn, Ole. 2014. "Human Spatial Behaviour in Dwellings and Social Psychology." I *Dwellings, Identities and Homes. European Housing Culture from the Viking Age to the Renaissance*, red. Mette Svart Kristiansen & Kate Giles, 29-38. Højbjerg: Jysk Arkæologisk Selskab.
- Hamilakis, Yannis. 2014. *Archaeology and the Senses: Human Experience, Memory, and Affect*. New York: Cambridge University Press.
- Hansen, H. O. 1974. *Oldtidsbyen ved Lejre 1964-1974, Lejre: Historisk-Arkæologisk Forsøgscenter Lejre*.
- Harris, Oliver J.T. & Craig Cipolla. 2017. *Archaeological Theory in the New Millennium: Introducing Current Perspectives*. Abingdon: Routledge.
- Hillier, Bill & Julienne Hanson. 1984. *The social logic of space*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hilton, Anna, Ciana Lynch Quinones, Dafydd Roberts, Eden Sedman, Evie Taylor, Katherine Elliott, Noelina Ayums, Sam Nicholson, Seren Young, Charlie Adams, Sally Pointer, Jannie Marie Christensen. 2022. "Indoor environment experiment of the Medieval rope house at Middelaldercentret 17/08/2022-18/08/2022", upubliceret.
- Jensen, Annie, Dorina Gabriela Karottki, Jannie Marie Christensen, Jacob Hjort Bønløkke, Torben Sigsgaard, Marianne Glasius, Steffen Loft & Peter Møller. 2014. "Biomarkers of oxidative stress and inflammation after wood smoke exposure in a reconstructed Viking Age house." *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 12-22. Set 30.06.2022. <https://doi.org/10.1002/em.21877>.
- Jensen, Annie, Dorina Gabriela Karottki, Jannie Marie Christensen, Jacob Hjort Bønløkke, Torben Sigsgaard, Marianne Glasius, Steffen Loft & Peter Møller. 2015. "Eksposering for brænderøg i et rekonstrueret hus fra Vikingetiden." *miljø og sundhed*, 6-11.
- Johnson, Mathew. 1999. *Archaeological theory an introduction*. Oxford: Blackwell Publishers.
- Jormakka, Kari. 2015. "The Evil Within. Interior Space in Medieval architecture thought." I *Raumstrukturen und Raumausstattung auf Burgen in Mittelalter und Früher Neuzeit*, red. Christina Schmid, Gabriele Schichta, Thomas Kühtreiber & Kornelia Holzner-Tobisch, 67-92. Heidelberg: Winter.
- Kaiser, Hermann. 2008. "Temperaturverhältnisse und Wärmehierarchie im Bauernhaus zwischen Weser und Ems." *Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet*, vol. 32: 33-44. Oldenburg: Isensee.
- Kampp, Aa. H.. 1938. "Nogle iagttagelser vedrørende de >>sorte huse<< paa Hebriderne." *Geografisk Tidsskrift*, vol. 41: 162-170.
- Klima-X-Gruppen. 1997. "Projektrapport for

Klima-X gruppens pilot-forsøg i det nye langhus, et rekonstrueret jernalderhus." Rapport, Historisk-Arkæologisk Forsøgscenter Lejre.

Klima-X-Gruppen. 1998. "Vinterbeboelse i "Det Nye Langhus", Rapport over indeklimaundersøgelser i et rekonstrueret langhus fra ældre romersk jernalder 6.-14. Februar 1998." Rapport, Historisk-Arkæologisk Forsøgscenter Lejre.

Klima-X-Gruppen. 1999. "Vinterbeboelse i Det Nye Langhus og Høvdingehuset, Rapport over indeklimatiske undersøgelser i to rekonstruerede langhuse fra ældre romersk jernalder 1.-14. Februar 1999." Rapport, Historisk-Arkæologisk Forsøgscenter Lejre.

Klinge, Christian G.. 2014. "Medieval Housing in Aalborg, Denmark – a Study of Excavated Timber Houses." I *Dwellings, Identities and Homes. European Housing Culture from the Viking Age to the Renaissance*, red. Mette Svart Kristiansen & Kate Giles, 211-222. Højbjerg: Jysk Arkæologisk Selskab.

Krongaard Kristensen, Hans. 2003. "Planløsninger i byernes stenhuse." I *Bolig og familie i Danmarks middelalder*, red. Else Roesdahl, 169-192. Højbjerg: Jysk Arkæologisk Selskab.

Krongaard Kristensen, Hans. 2004. "Land, by og bygninger." I *Dagligliv i Danmarks middelalder*, red. Else Roesdahl, 54-81. København: Gyldendal.

Kühtreiber, Thomas. 2014. "The investigation of Domesticated Space in Archaeology – Architecture and Human Beings." I *Dwellings, Identities and Homes. European Housing Culture from the Viking Age to the Renaissance*, red. Mette Svart Kristiansen & Kate Giles, 39-52. Højbjerg: Jysk Arkæologisk Selskab.

Li, Chaolio, Shichang Kang, Pengfei Chen, Qianggong Zhang, Junming Guo, Jue Mi, Puchi Basang, Quzhen Luosang & Kirk R. Smith. 2012. "Personal PM2.5 and indoor CO in nomadic tents using open and chimney biomass stoves on the Tibetan Plateau." *Atmospheric Environment*, vol. 59: 207-213. Set 30.06.2022. Doi.org/10.1016/j.atmosenv.2012.05.033

Lim, Stephen S., Theo Vos, Abraham D. Flaxman, Goodarz Danaei, Kenji Shibuya, Heather Adair-Rohani, Mohammad A Almazroa, Markus Amann, H. Ross Anderson, Kathryn G. Andrews, m.fl.. 2013. "A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010." *Lancet*, vol. 380: 2224-2260. Set 30.06.2022. Doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61766-8.

Luley, Helmut. 1990. "Die Rekonstruktion eines Hauses der Rössener Kultur im Archäologischen Freilichtmuseum Oerlinghausen." I *Experimentelle Archäologie in Deutschland*, nr. 4, red. Mamoun Fansa, 31-44. Oldenburg: Isensee.

Lung, Shih-Chun Candice, Ming-Chien Mark Tsou, Shu-Chuan Hu, Yu-Hui Hsieh, Wen-Cheng Vincent Wang, Chen-Kai Shui & Chee-Hong Tan. 2021. "Concurrent assessment of personal, indoor, and outdoor PM2.5 and PM1 levels and source contributions using novel low-cost sensing devices." *Indoor Air*, vol. 31, nr. 3: 755-768. Set 30.06.2022. Doi.org/10.1111/ina.12763
McCracken, John P., Joel Schwartz, Anaité Diaz, Nigel Bruce & Kirk R. Smith. 2013. "Longitudinal Relationship between Personal CO and Personal PM2.5 among Women Cooking with Woodfired Cookstoves in Guatemala." *Plosone*, vol. 8, nr. 2. Set 30.06.2022. Doi.org/10.1371/journal.pone.0055670.

McCracken, John P., Kirk R. Smith, Anaité Díaz, Murray A. Mittleman & Joel Schwartz. 2007. "Chimney Stove Intervention to Reduce Long-term Wood Smoke Exposure Lowers Blood Pressure among Guatemalan Women." *Environmental Health Perspectives*, vol. 115, nr. 7: 996-1001. Set 30.06.2022. Doi.org/10.1289/ehp.9888.

Madsen, Per Kristian. 2004. "Sygdom og død." I *Dagligliv i Danmarks middelalder*, red. Else Roesdahl, 324-351. København: Gyldendal.

Madsen, Bo. 1990. "Lejre Historical-Archaeological Experimental Centre, Denmark." I *Experimentation and Reconstruction in Environmental Archaeology*, red. David E. Robinson, 264. Oxford: Oxbow Books.
Milson, Dana C. E. 2011. "Introduction". I

Experimentation and interpretation. *The Use of Experimental Archaeology in the Study of the Past*, red Dana C. E. Millson, 1-5. Oxford: Oxbow Books.

Naeher, Luke P., Kirk R. Smith, B. P. Leaderer, L. Neufeld & D. T. Mage. 2001. "Carbon Monoxide as a Tracer for Assessing Exposures to Particulate Matter in Wood and Gas Cookstove Household of Highland Guatemala." *Environmental Science & Technology*, vol. 35, nr. 3: 575-581. Set 30.06.2022. Doi.org/10.1021/es991225g.

Naeher, Luke P., Michael Brauer, Michael Lipsett, Judith T. Zelikoff, Christopher D. Simpson, Jane Q. Koenig & Kirk R. Smith. 2007. "Woodsmoke Health Effects: A Review." *Inhalation Toxicology*, vol. 19: 67-106. Set 30.06.2022. Doi.org/10.1080/08958370600985875.

Northcross, Amanda, Zohir Chowdhury, John McCracken, Eduardo Canuz & Kirk R. Smith. 2010. "Estimating personal PM2.5 exposure using CO measurements in Guatemalan households cooking with wood fuel." *Journal of Environmental Monitoring*, vol. 12: 873-878. Set 30.06.2022. Doi.org/10.1039/b916068j.

Northcross, Amanda L., Katharine Hammond, Eduardo Canuz & Kirk R. Smith. 2012. "Dioxin inhalation doses from wood combustion in indoor cookfires." *Atmospheric Environment*, vol. 49: 415-418. Set 30.06.2022. Doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.11.054.

Nussbaumer, Thomas, Anna Doberer, Norbert Klippel, Ruedi Bühler & Willi Vock. "Influence of ignition and operation type on particle emissions from residential wood combustion." *Konferenceoplæg, 16th European Biomass Conference and Exhibition. Valencia.*

Ochieng, C. A., S. Vardoulakis & C. Tonne. 2013. "Are rocket mud stoves associated with lower indoor carbon monoxide and personal exposure in rural Kenya?" *Indoor Air*, vol. 23, 14-24. Set 30.06.2022. Doi.org/10.1111/j.1600-0668.2012.00786.x

Oksen, Catharina. n.d. "Vinterbeboelse - husene testes." Set 9.2.2012. <http://www.middelaldercentret.dk/Projekter/vinterbeboelsesf.html>.

Oksen, Catharina. 2004. "Vinterbeboelsesforsøg julen 2003." Rapport, Middelaldercentret.

Oksen, Catharina. 2001. "Spilleregler ved vinterbeboelsesforsøg i >> Plattenslagerhuset<<." Rapport, Middelaldercentret.

Pedersen, Kirsten Pugdahl. 2005. "Access analysis- an archaeological method?" I *KUML*, 269-282. Højbjerg: Jysk Arkæologisk Selskab.

Pepper, Darrell W. & David Carrington. 1999. *Modeling Indoor Air Pollution*. London: Imperial College Press.
Price, Neil S.. 1995. "House and Home in Viking Age Iceland: Cultural Expression in Scandinavian Colonial Architecture." I *The home: words, interpretations, meanings and environments*, red.: David N. Benjamin, m.fl., 109-130. Aldershot: Avebury.

Rasmussen, Marianne. 2011. "Under the Same Roof. Experimental Research and Interpretation with Examples from the Construction of House Models." I *Experimental Archaeology. Between Enlightenment and Experience*, red. B. Petersson & L. E. Narmo. *Acta Archaeologica Lundensia Series in 8*, nr 62, 147-166. Lund: Lund Universitet.

Rasmussen, Marianne. 2007. "Eksperimentel arkæologi, Her og der og alle vegne..." *Arkæologisk Forum*, nr. 17: 13-18. Holbæk: Foreningen for Fagarkæologer.

Rehfuss, E. A., N. G. Bruce & Kirk R. Smith. 2011. "Solid Fuel Use: Health Effect", I *Encyclopedia of Environmental Health*, red. J. O. Nriagu, vol. 5: 150-161. Set 30.06.2022. Doi.org/10.1289/EHP3915.

Reynolds, Peter J.. 1999. "The Nature of Experiment in Archaeology". I *Archaeology of the Bronze and Iron Age. Experimental Archaeology. Environmental Archaeology. Archaeological Parks. Proceedings of the international Archaeological Conference Százhalombatta, 3-7 October 1996*, red. Erzsébet Jerem & Ildikó Poroszlai, 387-395. Budapest: *Archaeolingua Alapítvány*.

Roesdahl, Else. (1987) 2001. *Vikingerne verden*. København: Gyldendal.

- Ryhl-Svendsen, Morten, Geo Clausen, Zohir Chowdhury & Kirk R. Smith. 2010. "Fine particles and carbon monoxide from wood burning in 17th-19th century Danish kitchens: Measurements at two reconstructed farm houses at the Lejre Historical-Archaeological Experimental Center." *Atmospheric Environment*, vol. 44, nr. 6: 735-744. Set 30.06.2022. Doi.org/10.1016/j.atmosenv.2009.11.045.
- Sass Jensen, Lars. n.d. "Vinterbeboelse – Vinteren 2009." Set 19.2.2012. <http://www.middelaldercentret.dk/Projekter/vinterbeboelse09.html>.
- Sass Jensen, Lars. 2006. "Refleksion over tidligere vinterbeboelsesforsøg på Middelaldercentret – nye ideer." Rapport, Middelaldercentret.
- Shove, Elizabeth, Gordon Walker & Sam Brown. 2014. "Material culture, room temperature and the social organisation of thermal energy." *Journal of Material Culture*, vol. 19: 113-124. Set 30.06.2022. Doi.org/10.1177%2F1359183514525084.
- Skov, Henrik & Jes Fenger. 2008. "Air pollution from fireplaces – From the Iron Age to Modern Times." *Probleme der Küstenforschung im Südlichen Nordseegebiet*, vol. 32: 27-32.
- Skov, Henrik, Carsten Stenholt Christensen, Jes Fenger, Merete Essenbæk, Dyveke Larsen & Lasse Sørensen. 2000. "Exposure to indoor air pollution in a reconstructed house from the Danish Iron Age." *Atmospheric Environment*, vol. 34: 3801-3804. Set 30.06.2022. Doi.org/10.1016/S1352-2310(00)00075-3.
- Schmidt, Holger. 1999. *Vikingetidens byggeskik i Danmark*. Højbjerg: Jysk Arkæologisk Selskab.
- Smith, Kirk R.. 2010. "Wood, the fuel that warms four times" *Poor People's Energy Outlook*, 38-43. Rugby: Practical Action. Set 30.06.2022. <http://www.kirksmith.org/publications/2010/12/25/wood-the-fuel-that-warms-four-times>.
- Smith, Kirk R.. 2008. "Wood, The Fuel that Warms You Thrice." I *Human Health and Forests: A Global Overview of Issues, Practice, and Policy*, red. Colfer, C. J. P., 97-111. London: Earthscan.
- Smith, Kirk R., John P. McCracken, Lisa Thompsen, Rufus Edwards, Kyra N. Shields, Eduardo Canuz & Nigel Bruce. 2010. "Personal child and mother carbon monoxide exposure and kitchen levels: Methods and results from a randomized trial of woodfired chimney cookstoves in Guatemala (RESPIRE)." *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, vol. 20: 406-416. Set 30.06.2022. Doi: 10.1038/jes.2009.30.
- Teegen, Wolf-Rüdiger. 2008. "Machen prähistorische Häuser krank? Ergebnisse paläopathologischer Untersuchungen im nordwestdeutschen Küstengebiet." *Probleme der Küstenforschung im Südlichen Nordseegebiet*, vol. 32: 45-56.
- Vuorinena, Ville, Mia Aarnio, Mikko Alava, Ville Alopaeus, Nina Atanasova, Mikko Auvinen, Nallannan Balasubramanian, Hadi Bordbar, Panu Erästö, Rafael Grande, Nick Hayward, Antti Hellsten, Simo Hostikka, Jyrki Hokkanen, Ossi Kaario, Aku Karvinen, Ilkka Kivistö, Marko Korhonen & Monika Österberg. 2020. "Modelling aerosol transport and virus exposure with numerical simulations in relation to SARS-CoV-2 transmission by inhalation indoors." *Safety Science*, vol. 130: 104866. Set 30.06.2022. Doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104866.
- WHO. 2021. "Household Multiple Emission Sources (HOMES) model." Set 02.08.2021. <https://www.who.int/tools/household-multiple-emission-source-homes-model>
- WHO. 2008. "Household air pollution and health." Set 01.07.2021. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>.



Middelalderakademiet

www.middelaldercentret.dk

www.middelalderakademiet.dk