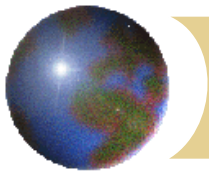


Innemiljö och hälsa: ny forskning

– **Dan Norbäck** (dan.norback@medsci.uu.se)

- ✦ Institutionen för Medicinska Vetenskaper (IMV) och Arbets- och miljömedicin, Uppsala Universitet
- ✦ (Juan Wang, forskare vid Lungmedicin och Allergology (IMV) har skrivit flera av artiklarna jag presenterar)

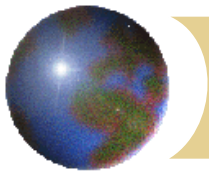




Forskningsläget: innemiljö och hälsa



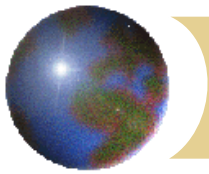
- ✦ Mikrobiom inomhus och astma, rinit, luftvägsinfektioner, SBS, biomarkörer
- ✦ Nya (hormonstörande) kemikalier och hälsa: PFAS, ftalater, bisfenol A, bromerade flamskyddsmedel etc. (men hur mycket är från innemiljön?)
- ✦ Hälsoeffekter av innemiljön under graviditeten och tidig barndom studeras
- ✦ Fortfarande få studier om individuella VOC och hälsa och få longitudinella hälsostudier om olika aspekter av innemiljön
- ✦ Nya byggmetoder: Betongmoduler, ökad användning av trä, plastbaserad isolering (PIR), slagg i betongen, återanvändning av byggmaterial
- ✦ Hur påverkar ökade krav på energisparande i hus hälsan?



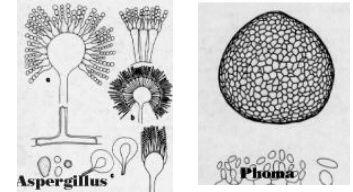
Översikt över presentationen



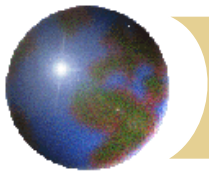
- ✦ Inomhusmikrobiom, samband med astma, rinit och SBS
- ✦ Fuktiga byggnader i norra Europa, en prospektiv kohortstudie (RHINE-studien)
- ✦ Innemiljö i flerfamiljshus i Sverige och SBS symtom (BETSI-studien)
- ✦ Innemiljö i småhus och luftvägshälsa-inspektion och mätningar i BETSI
- ✦ Samband mellan fuktiga byggnader, astma och rinit- hur mycket av sambanden medieras av lukter i bostaden?-Kinesiska CCHH studien
- ✦ Fuktiga byggnader och hudsymtom-hur är kunskapsläget?
- ✦ Energianvändning i byggnader och hälsa-en översiktsartikel (review)



Microbiom i innemiljöer och hälsa



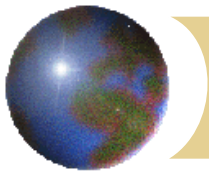
- ✦ Mikrobiom är den totala förekomsten av olika mikroorganismer i en viss miljö
- ✦ Det finns många studier som påvisat samband mellan kroppens mikrobiom och hälsa (t.ex. tarmfloran). Vissa bakterier är bra, andra är dåliga att ha i kroppen.
- ✦ Få studier finns om hur innemiljöns mikrobiom påverkar hälsan
- ✦ Tidigare mätte man levande mögel eller bakterier inomhus genom odling. Sedan kom QPCR metodik som mäter specifika DNA sekvenser
- ✦ Nu finns DNA metoder som gör en total kartläggning av DNA från mögel, bakterier, virus och även DNA från andra levande organismer i dammprover från inomhusmiljöer.
- ✦ Reviewartikel: *Fu X, Ou Z, Sun Y. Indoor microbiome and allergic diseases: From theoretical advances to prevention strategies. Eco-Environment & Health 2022;1:133-146.*



Sammanfattning av forskningen om mikrobiom i innemiljöer



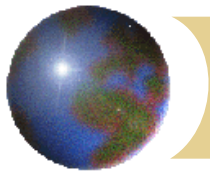
- ✦ I dammprov från normala innemiljöer kan man hitta DNA från tusentals arter bakterier, mögel, och virus. Merparten av virusarterna i dammet är bakteriofager.
- ✦ Man kan identifiera patogena bakterier och virus och identifiera gener för antibiotikaresistens (och även identifiera andra gener)
- ✦ Man kan mäta mikrobiella metaboliter genom kemisk analys av dammet
- ✦ Merparten av DNA i inomhusdamm (70-80%) är humant DNA. Utomhusmiljön (t.ex. växter, trafik, klimatzon) och förekomst av djur inomhus påverkar mikrobiomet i innemiljöer. Byggnadens påverkan är mer oklart.
- ✦ Samband finns i tvärsnittsstudier mellan inomhusmikrobiom och hälsa (astma, astmasymtom, rinit, luftvägsinfektioner, SBS symtom)
- ✦ Bakteriearter är ofta skyddande, mögelarter ofta en riskfaktor

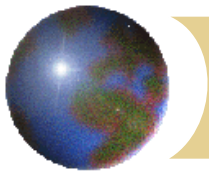


Mikrobiom i skolor i Taiyuan, norra Kina. Samband med urbanisering och luftvägshälsa (1332 elever)



- ✦ Nio högstadieskolor (33 klassrum). Shotgun metagenomics påvisade 8302 arter bakterier, 744 arter mögel och 1103 arter virus i damm från skolorna (dammsugning på ALK filter).
- ✦ Arter från *Betaproteobacteria*, *Gammaproteobacteria* and *Bacilli* fanns oftare i skolor i stan. Arter från *Actinobacteria* and *Cyanobacteria* var vanligare på landet. Damm från skolor i stan innehöll oftare patogener (=sjukdomsframkallande bakterier och virus).
- ✦ *Pseudoalteromonas*, *Neospora caninum* and *Microbacterium foliorum* ökade risken för wheeze, rinit och rinokonjunktivit. *Brachybacterium* var negativt associerad (skyddande) mot rinit ($p < 0.01$).
- ✦ Metabola gener kopplade till metabolism av butyrat och propionat (smörsyra och propionsyra) var vanligare i damm från skolor på landet ($p < 0.005$). Dessa korta fettsyror i tarmen har tidigare visats skydda mot inflammatoriska tarmsjukdomar.
- ✦ *Xi et al. Indoor bacterial, fungal and viral species and functional genes in urban and rural schools in Shanxi Province, China— association with asthma, rhinitis and rhinoconjunctivitis in high school students. Microbiome 2021;9:138.*

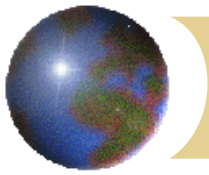




Mikrobiom i högstadieskolor i tre centra i Malaysia: samband med SBS symtom (1139 elever)



- ✦ Samband påvisades mellan CO₂, NO₂, mängd damm på ytor i klassrummet och SBS symtom ($p < 0.01$)
- ✦ Identifierade mögelarter/familjer i dammet från klassrummen var riskfaktorer för SBS symtom i två av tre centra ($p < 0.01$)
- ✦ *Curtobacterium* var negativt associerad (skyddande) för SBS symtom i ett centra ($p < 0.01$). Bakterien *Clostridium perfringens* var en riskfaktor för SBS symtom i ett centra ($p < 0.01$)
- ✦ Vissa mikrobiella metaboliter i dammet (S-adenosylmethionine, N-acetylserotonin, sphinganine, 4-hydroxy-2-quinolone, and (2E,4Z,8E)-Colneleic acid) hade negativa samband (skyddande) med nässymtom och trötthet (alla centra sammanslagna)
- ✦ Publikation: Zhang Y, Bu Y, Chen Y, Chen P, Du B, Hashim JH, Hashim Z, Wieslander G, Norbäck D, Xia Y, Fu X. A Multicenter Exploration of Sick Building Syndrome Symptoms in Malaysian Schools: Indoor pollutants, Microbial Taxa and Metabolites. *Metabolites* 2025;15:111.

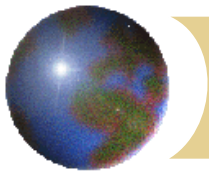


Penang school study (2012)



8 secondary high schools, 4 classrooms in each school, 20 students in each class (second grade) Totally, **8 schools, 32 classrooms**, 368 pupils (58%) (168 males and 200 females) participated from Penang, Malaysia



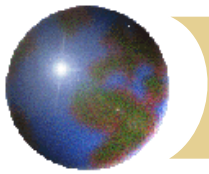


Respiratory Health in Northern Europe (RHINE)



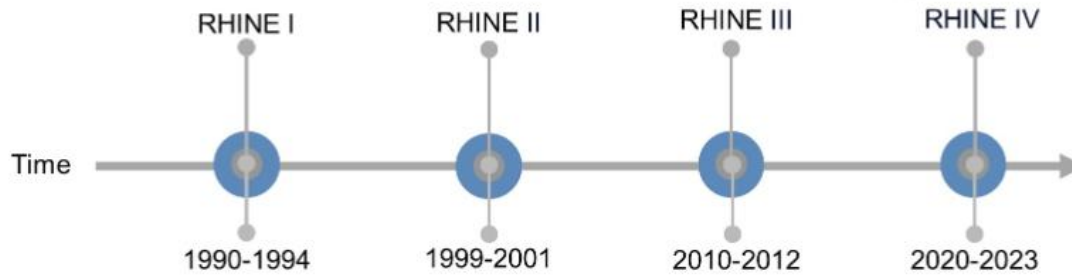
- ❖ RHINE: en populationsstudie (N=21681) bland vuxna i Uppsala, Göteborg, Umeå, Tartu, Bergen, Århus och Reykjavik som följs upp med frågeformulär om hemmiljö och hälsa vart 10 år.
- ❖ Samband mellan tecken på fukt och mögel i bostaden och i arbetsplatsens byggnad och uppkomst av astma, rinit (nässymptom) och andra luftvägssymtom studerades.
- ❖ Vi studerade även samband mellan tecken på fukt och mögel i bostaden och i arbetsplatsens byggnad och uppkomst av sömnstörningar (insomnia), snarkning och uttalad dagtrötthet.

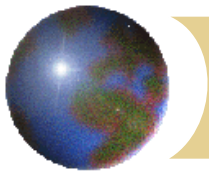




RHINE-en kohortstudie i norra Europa

Overview of the Respiratory Health in Northern Europe (RHINE) Study: Geographic Locations and Chronological Progression

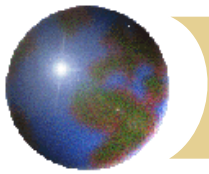




Förekomst av fukt och mögel RHINE

- ✚ Baseline RHINE II (nuvarande bostad, senaste 12 månaderna)
- ✚ Vattenskada, läckage 13.4%
- ✚ Tecken på golvfukt 3.8%
- ✚ Synlig mögelväxt 6.7%
- ✚ Mögellukt 3.6%
- ✚ Någon fukt eller mögel (4 frågor) 17.9%

- ✚ Uppföljning (RHINE II till RHINE III)
- ✚ Någon fukt eller mögel i bostaden 25.7%
- ✚ Någon fukt eller mögel i arbetsplatsbyggnaden 19.1%



Samband ny sjuklighet (onset) bostad

OR(95%CI)

	Baseline exposure (home) (0/1)				
	Water damage	Floor dampness	Visible mould	Mould odour	Any dampness
Wheeze	1.5(1.3,1.8)	2.2(1.6,3.0)	1.5(1.1,1.9)	1.5(1.01,2.1)	1.6(1.3,1.9)
Nocturnal attacks of breathlessness		2.0(1.2,3.1)		2.0(1.3,3.1)	1.4(1.1,1.9)
Nocturnal cough	1.2(1.01,1.5)	1.5(1.1,2.1)			1.3(1.1,1.5)
Productive cough			1.5(1.1,1.9)		1.3(1.1,1.6)
Current asthma	1.3(1.01,1.8)			1.7(1.1,2.6)	1.4(1.1,1.8)
Doctor diagnosed asthma	1.3(1.03,1.8)	2.0(1.3,3.0)		2.2(1.5,3.3)	1.4(1.1,1.8)

No significant associations for allergic rhinitis and rhinitis symptoms.

Two level models adjusted for gender, age, smoking, BMI and education.



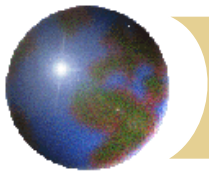
Samband hem/arbetsplats onset

OR(95%CI)

	Dampness/mould during follow up (0/1)	
	Home	Workplace buildings
Wheeze	1.4(1.2,1.6)	1.5(1.2,1.7)
Nocturnal attacks of breathlessness	1.4(1.1,1.7)	1.4(1.1,1.8)
Nocturnal cough	1.2(1.1,1.4)	1.4(1.2,1.7)
Productive cough	1.5(1.3,1.8)	1.4(1.1,1.6)
Current asthma		
Doctor diagnosed asthma	1.3(1.04,1.6)	1.4(1.1,1.8)
Allergic rhinitis	1.3(1.1,1.5)	
Rhinitis symptoms	1.4(1.2,1.6)	1.3(1.1,1.5)

Two level models adjusted for gender, age, smoking, BMI and education.

2025/4/16

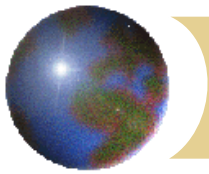


Slutsatser om fukt, mögel och luftvägshälsa



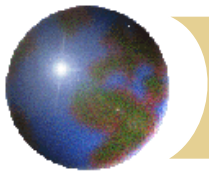
- ✦ Fukt och mögel i bostaden och i arbetsplatsbyggnaden kan öka uppkomst av luftvägssymtom, läkardiagnosticerad astma och rinit
- ✦ Risken ökar om man har fukt och mögel både hemma och på jobbet
- ✦ Mögellukt är en riskfaktor för uppkomst av luftvägssymtom och astma
- ✦ Fukt och mögel inomhus kan minska tillfriskandet (remission) över tid från luftvägsymptom och allergisk rinit
- ✦ Vi behöver minska förekomsten av fukt och mögel i innemiljön

- ✦ Publikation: *Wang J, Pindus M, Janson C, Sigsgaard T, Kim JL, Holm M, Sommar J, Orru H, Gislason T, Johannessen A, Berthelsen RJ, Norbäck D. Dampness, mould, onset and remission of adult respiratory symptoms, asthma and rhinitis. Eur Respir J 2019;53:1801921*



Samband fukt, mögel och sömn (longitudinell analys från RHINEII till RHINEIII)

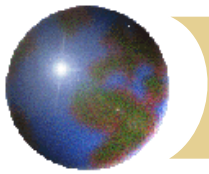
- ✦ Golvfukt, mögel och mögellukt (vid baseline) ökade uppkomst av svårighet att somna in (DIS), svårighet att bibehålla sömnen (DMS), tidig uppvakning (EMA), något insomniasymtom och snarkning (OR 1.29–1.87) (justering för astma och rinit i alla modeller)
- ✦ Något tecken på fukt eller mögel (vid baseline) ökade uppkomst av DIS, DMS och något insomniasymtom (OR 1.17-1.28).
- ✦ Något tecken på fukt eller mögel hemma under uppföljningen ökade uppkomst av DIS, DMS, EMA, något insomniasymtom och uttalad trötthet dagtid (OR 1.17–1.36).
- ✦ Något tecken på fukt eller mögel på jobbet ökade uppkomst av DIS, EMA, något insomniasymtom och uttalad trötthet dagtid (OR 1.16–1.34).
- ✦ Fukt eller mögel både hemma och på jobbet ökade uppkomst av DIS, DMS, EMA, något insomniasymtom och uttalad trötthet dagtid (OR 1.29–1.74)



Slutsatser om fukt, mögel och sömn (RHINE)



- ✦ Fukt och mögel i bostaden och i arbetsplatsens byggnad ökar risken för sömnstörningar (insomnia), snarkning och uttalad dagtrötthet, speciellt om man har fukt och mögel både hemma och på jobbet.
- ✦ Tecken på fukt i golvkonstruktionen var den starkaste fuktriskfaktorn för svårighet att somna in på kvällen, tidigt uppvaknande på morgonen, och sömnstörningar generellt.
- ✦ Vi behöver minska förekomsten av fukt och mögel i våra inomhusmiljöer, både i bostaden och i arbetsplatsbyggnaden.
- ✦ Publikation: Wang J, Janson C, Lindberg E, Holm M, Gislason T, Benediktsdóttir B, Johannessen A, Schlünssen V, Jogi R, Franklin KA, Norbäck D. *Dampness and mold at home and at work and onset of insomnia symptoms, snoring and excessive daytime sleepiness.* *Environ Int.* 2020;139:105691.



BETSI studien (samarbete med Boverket)

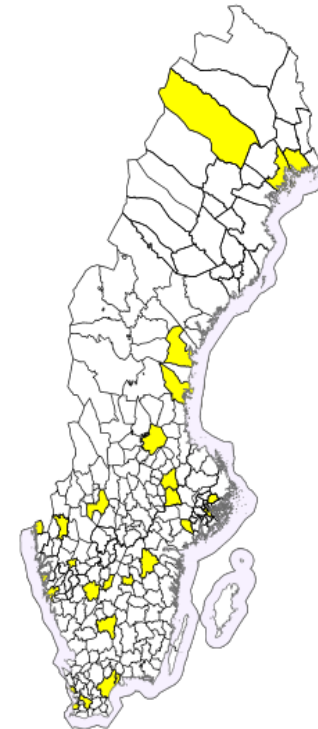
- ✚ En frågeformulärsstudie i Sverige 2008
- ✚ Slumpmässigt val av 30 av totalt 290 kommuner
- ✚ Stratifierad slumpurval av flerfamiljshus
- ✚ 5775 vuxna (≥ 18 y) deltog (46%)

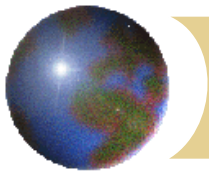
- ✚ Det gjordes även ett stratifierat slumpurval av småhus

- ✚ Delstudier gjordes med inspektion och mätningar i både flerfamiljshus och småhus

Bilaga E: 30 kommuner ingår i undersökningen

Jokkmokk
Kalix
Luleå
Sundsvall
Hudiksvall
Falun
Vallentuna
Vaxholm
Solna
Lidingö
Stockholm
Sala
Västerås
Gnesta
Karlstad
Bengtsfors
Strömstad
Grästorp
Tjörn
Göteborg
Linköping
Tranås
Ulricehamn
Habo
Värnamo
Bromölla
Kristianstad
Lund
Malmö
Landskrona

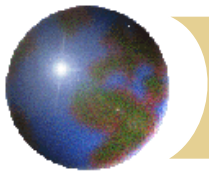




Samband mellan bostadsmiljön och SBS symtom i flerfamiljshus (BETSI)



- ✦ Totalt hade 8.3% ögonsymptom, 11.9% nässymtom (rinit), 7.1% 11.% halssymtom, 8.5% huvudvärk och 23.1% trötthet (minst varje vecka senaste 3 månaderna).
- ✦ Boende i hyreslägenheter hade generellt sämre bostadsmiljö än de i bostadsrätter.
- ✦ Boende i hus byggda från 1961-1985 hade högst förekomst av SBS symtom.
- ✦ Fukt, mögelväxt och mögellukt ökade SBS, speciellt huvudvärk och ögonsymtom.
- ✦ Boende i hus utan mekaniskt ventilationssystem hade mer SBS, speciellt huvudvärk.
- ✦ Miljötabaksrök (ETS), elradiatorer och trångboddhet ökade SBS.
- ✦ Boende i lägenheter med oljebehandlade trägol, ny invändig målning och nya golvmaterial hade mindre SBS symtom.
- ✦ Publikation: *Yang Q, Wang J, Norbäck D. The home environment in a nationwide sample of multi-family buildings in Sweden: associations with ocular, nasal, throat and dermal symptoms, headache and fatigue among adults. Indoor Air 2021;31: 1402-1416.*



Inspektion och mätningar i småhus (BETSIE)

- ✦ Total besöktes 605 småhus (74% av utvalda hus)
- ✦ Inspektion och mätningar av tränade inspektörer
- ✦ Frågeformulär om luftvägshälsa (1160 vuxna)

- ✦ Endast självdrag 45.7%
- ✦ Källare 26.3%
- ✦ Platta på mark 44.1%
- ✦ Krypgrund 29.5%
- ✦ Fuktig grund 50.7% (någon av 8 indikatorer)
- ✦ Fönsterkondens på vintern 11.1%
- ✦ Mögellukt enligt inspektören 9.6%
- ✦ Tegelfasad i läge exponerad för regn 29.6%
- ✦ Genomsnitt fukttillskott 1.70 g/m³, 8.3% över 3 g/m³
- ✦ Genomsnitt luftomsättning 0.36/h, 80% under 0.5/h





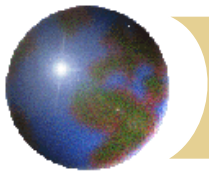
Signifikanta samband

Table 4. Mutual adjustment OR(95%CI)

	Current wheeze	Current asthma	Respiratory infection	Current rhinitis
Old concrete slab foundation (overlying insulation) *				2.2(1.2,3.9)
Crawlspace *	0.5(0.3,0.8)			
Damp foundation (0/1)	1.8(1.2,2.8)			
Brick façade (0/1)				1.7(1.1,2.7)
Moisture load			1.2(1.04,1.4)	1.4(1.02,1.8)
Air exchange rate		0.9(0.7,0.99)		

Mutual adjustment models including gender, age, smoking and outdoor temperature.

* Reference category: basement.

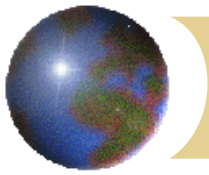


Slutsatser från småhusstudien BETSI



- ✦ Fukt i golvkonstruktionen
- ✦ Betongplatta med överliggande isolering
- ✦ Tegelfasad i läge exponerad för nederbörd
- ✦ Låg luftomsättning
- ✦ Högt fukttillskott (skillnad ute-inne av absolut luftfuktighet)
- ✦ kan öka risken för astmasymtom, rinit och luftvägsinfektioner

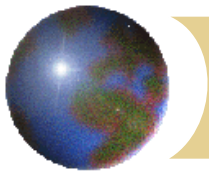
- ✦ Publikation: *Wang J, Engvall K, Smedje G, Nilsson H, Norbäck D. Current wheeze, asthma, respiratory infections, and rhinitis among adults in relation to inspection data and indoor measurements in single-family houses in Sweden-the BETSI study. Indoor Air 2017;27:725-736.*



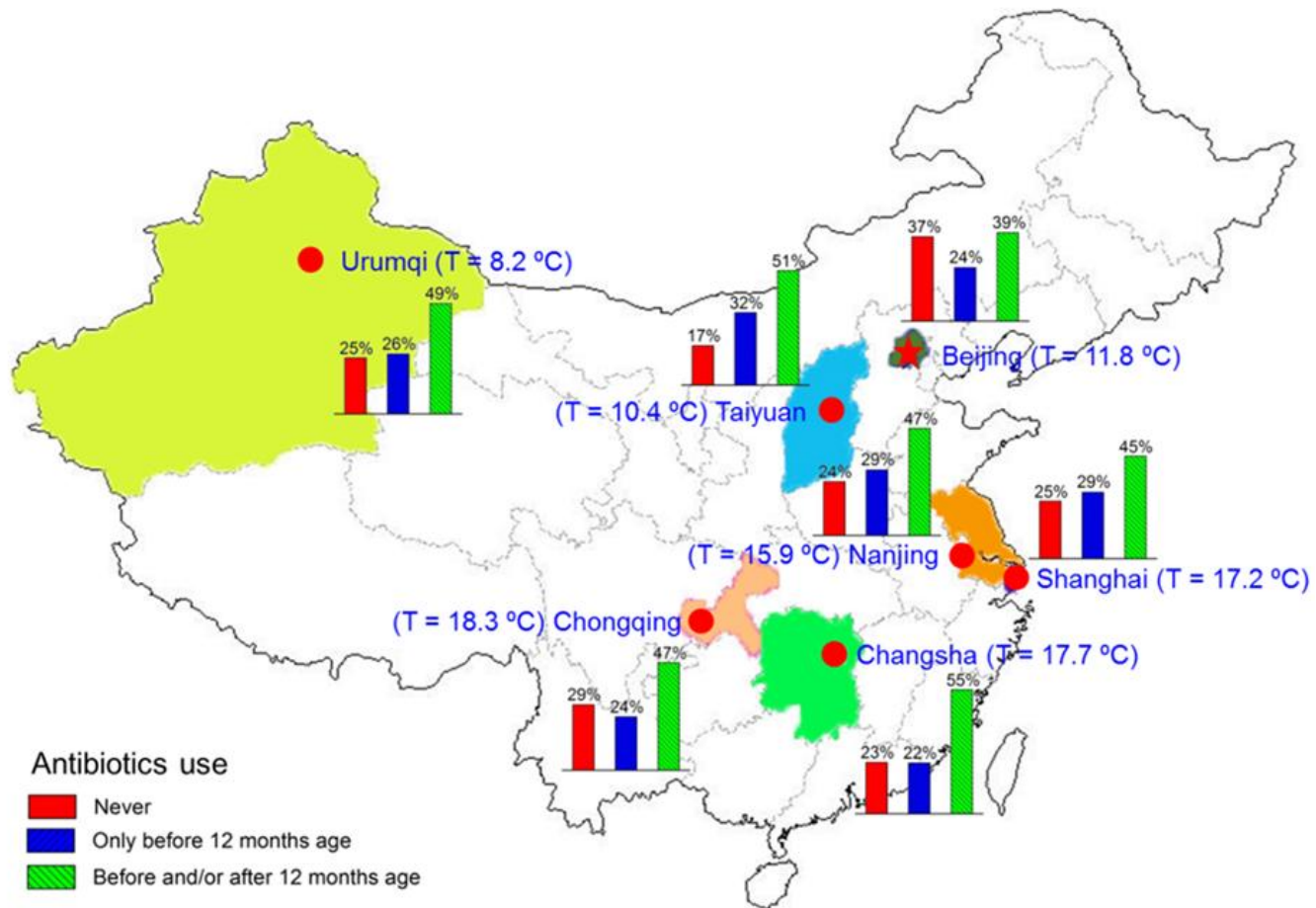
Hälsa hos förskolebarn och deras föräldrar i Kina (CCHH studien)

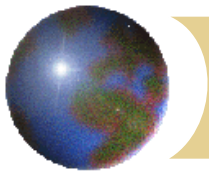


- ✦ CCHH studien (China Child Health Home) startades av Jan Sundell. Alla förskolebarn över 3 år från slumpvis valda förskolor i 8 städer 2010-2012 (N=40010) och en upprepad studie (CCHH2) i 7 städer 2019 (N=45891)
- ✦ Hälsa, medicinska symtom, bostadsmiljö hos barnet som går på aktuell förskola
- ✦ Astma, rinit, eksem, SBS symtom hos föräldern som besvarade frågeformuläret
- ✦ Modellerad exponering för luftföroreningar och grönområden vid förskolan och bostaden under graviditeten (olika trimestrar) samt åren efter födseln
- ✦ Mätningar av innemiljön i bostaden i några mindre studier i Shanghai och Tianjin
- ✦ Totalt har det publicerats över 200 artiklar från CCHH studien



Exempel: Förskolebarnens medicinering med antibiotika vid 7 CCHH centra i Kina (Wuhan inte med i figuren)

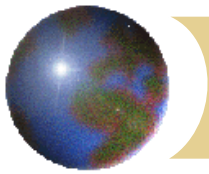




Samband mellan fukt i bostaden och hälsa: hur mycket medieras av lukt?



- ✦ Föräldrar till förskolebarn i 8 städer i Kina besvarade en enkät (om bostaden, egen hälsa och barnets hälsa) (75% svarsfrekvens)
- ✦ Majoriteten var kvinnor (74.7%), 12.2% rökare, 1.6% hade astma och 6.6% allergisk rinit
- ✦ Totalt rapporterade 38.0% instängd lukt (stuffy odour), 11.5% stickande lukt (pungent odor) och 10.4% mögellukt (mould odour) i nuvarande bostad
- ✦ Fönsterkondens vintertid vanligast (62.1% av bostäderna), mögel eller fuktfläckar inomhus (21.9%) och vattenskada/läckage (14.7%) mindre vanligt
- ✦ Samtliga typer av lukt hade samband med astma och allergisk rinit
- ✦ Samtliga tecken på fukt i bostaden hade samband med astma och rinit



Upplevd lukt i bostäder i 8 städer i Kina

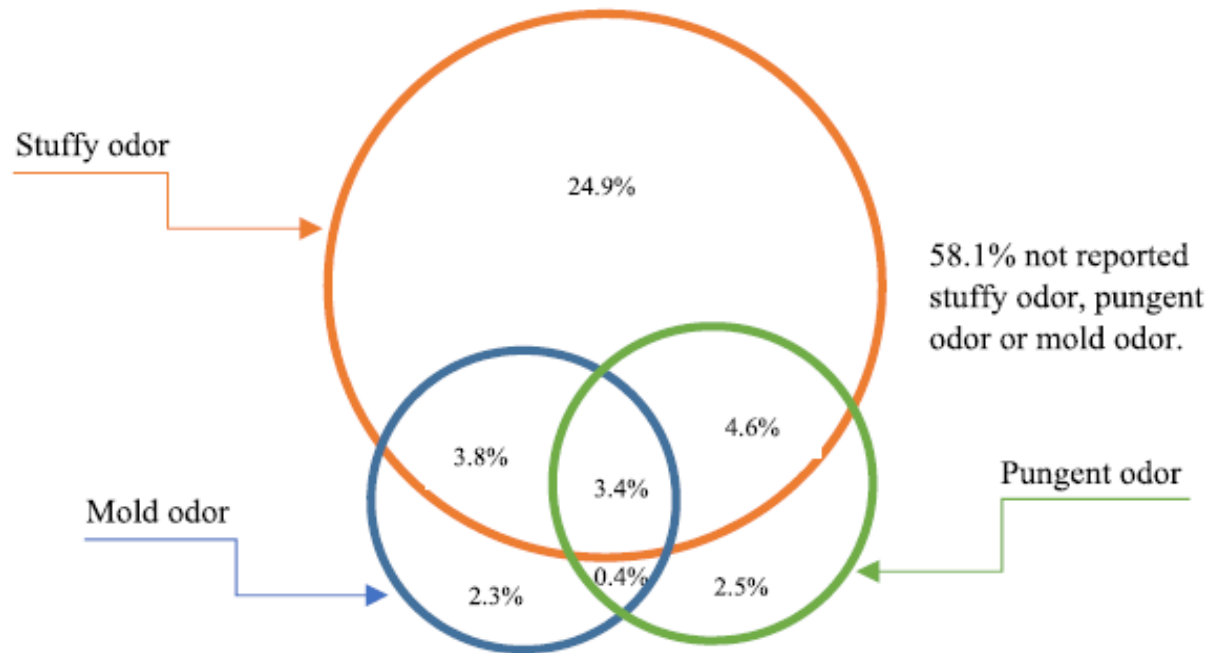
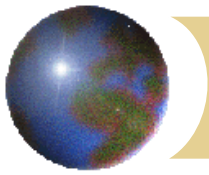
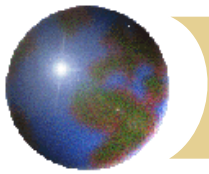


Fig. 1. The overlaps of three odor perceptions (stuffy odor, pungent odor and mold odor).

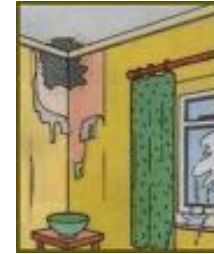


Mediation analys: direkt och indirekt effekt

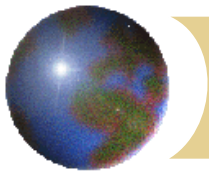
- ✦ Vi beräknade hur stor andel av sambanden mellan tecken på fukt i bostaden och astma och allergisk rinit som medierades av lukter (med justering för andra bostadsfaktorer)
- ✦ Enskilda lukter medierade endast 2.7-9.8% av sambandet mellan tecken på fukt i bostaden och allergisk rinit
- ✦ Enskilda lukter medierade endast 2.2-10.7% av sambandet mellan tecken på fukt i bostaden och astma
- ✦ En luktscore (0-8) konstruerades. Den medierade 11.2–17.4% av effekten för allergisk rinit och 5.5–14.7% av effekten för astma
- ✦ Slutsatsen är att en mindre del av fuktsambanden medieras av lukter i bostaden
- ✦ Referens: *Wang J, Zhang Y, Li B, Zhao Z, Huang C, Zhang X, Deng Q, Lu C, Qian H, Yang X, Sun Y, Norbäck D. Effects of mold, water damage and window pane condensation on adult rhinitis and asthma partly mediated by different odors. Building and Environment 2023;227:109814.*



Fuktiga byggnader och hudsymtom

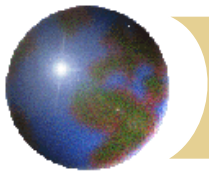


- ✦ Det börjar komma studier som visar samband mellan fuktig bostadsbyggnad och atopiskt eksem hos barn
- ✦ Fortfarande få studier om hudsymtom hos vuxna och vistelse i fuktiga byggnader
- ✦ Samtliga dessa hudstudier på barn och vuxna är tvärsnittsstudier
- ✦ Det finns ingen reviewartikel publicerad ännu om fuktiga byggnader och hudsymtom
- ✦ I CCHH studien påvisades samband mellan vuxnas hudsymptom, eksem och fukt och mögel i bostaden



Fukt och mögel i bostaden och unga vuxnas eksem, CCHH studien i 8 städer i Kina (N=40279)

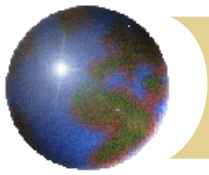
- ✦ Föräldrar till förskolebarn besvarade en enkät (egen och barnets hälsa)(75% svarsfrekvens)
- ✦ Totalt rapporterade 2.2% eksem (vanligare bland kvinnor)
- ✦ Fönsterkondens vintertid (62.1% av bostäderna) ökade risken för eksem (OR = 1.36–1.77)
- ✦ Synligt mögel eller fuktfläckar inomhus (21.9%) ökade risken för eksem (OR = 1.47–1.70)
- ✦ Vattenskada/läckage (14.7%) ökade risken för eksem (OR = 1.44–1.96)
- ✦ Ju fler tecken på fukt eller mögel (höge dampness score), ju starkare samband med eksem
- ✦ Inget samband mellan mögellukt i bostaden (10.5%) och eksem. Inga samband mellan bostadens ålder, ägandeform, årsmedeltemperatur ute eller urbaniseringsgrad och eksem
- ✦ Referens: *Wang J, Zhao Z, Zhang Y, Li B, Huang C, Zhang X, Deng Q, Lu C, Quian H, Yang X, Sun Y, Sundell J, Norbäck D. Asthma, allergic rhinitis and eczema among parents of preschool children in relation to climate, and dampness and mold in dwellings in China. Environ Int 2019;130:104910.*



En översiktsartikel om energi- användning i byggnader och hälsa

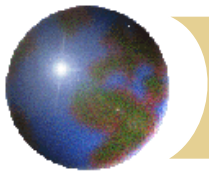


- ✦ Artiklar om hälsa i relation till energianvändning i byggnader (från PubMed och Web of Science fram till 1 oktober 2020).
- ✦ Totalt identifierades 68 originalartiklar om hälsoeffekter av energianvändning och energisparande (reviewartiklar, modelleringstudier och editorials exkluderades)
- ✦ 45 artiklar var hälsostudier och 23 var exponeringsstudier
- ✦ *Reviewartikel*
- ✦ *Wang C, Wang J, Norbäck D. A systematic review of associations between energy use, fuel poverty, energy efficiency improvements and health. International Journal of Environmental Research and Public Health 2022;19:7393.*



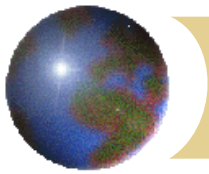
Resultat I

- ✦ Kombinerade åtgärder för att öka energieffektiviteten i byggnader kan ge förbättrad hälsa:
- ✦ minskning av astma, allergier, sjuka hus symptom (SBS), luftvägssymtom
- ✦ minskad köldrelaterad dödlighet
- ✦ minskad dödlighet vid extrema värmeperioder.
- ✦ förbättrad uppmätt luftkvalitet
- ✦ ökad produktivitet och välbefinnande
- ✦ minskad sjukfrånvaro och elevfrånvaro från skolan



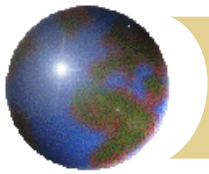
Resultat II

- ✦ Effektiv uppvärmning av bostaden kan minska luftvägssymtom, sjukfrånvaro och elevers frånvaro från skolan ("fuel poverty" studier).
- ✦ I vissa länder har fattiga familjer inte råd att värma sin bostad under vintern (t.ex. Storbritannien och Nya Zeeland) vilket även ökar totala dödligheten under vintern ("fuel poverty").



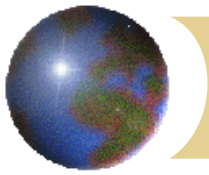
Resultat III

- ✦ Energisparande genom att göra byggnaden mer tät eller genom att minska luftflödena försämrar luftkvaliteten och ger negativa hälsoeffekter.
- ✦ Förbättrad ventilation däremot minskar SBS och luftvägssymtom och ger bättre upplevd luftkvalitet.
- ✦ Genom att installera mekanisk ventilation med energiåtervinning motverkar man den negativa effekten av att göra konstruktionen mer lufttät.



Exempel på exponeringar

- ✦ Ökad förekomst av radon inomhus vid energisparande (främst en rad mätstudier från Ryssland)
- ✦ Ökad förekomst av mögel och husdammskvalster i bostaden vid energisparande
- ✦ Ökade halter av CO₂ och vissa VOC inomhus efter energisparande åtgärder (formaldehyd, alkaner, alfa-pinen, hexaldehyd, bensen, toluen, etylbensen och xilen (BTEX))
- ✦ Minskad exponering för luftföroreningar utifrån (PM_{2.5} och PM₁₀) om byggnaden görs mer lufttät (en hälsovinst)



Slutsatser om energisparande

- ⊕ Effekten av energisparande på innemiljö och hälsa beror på vad som görs och i vilken typ av byggnad
- ⊕ Enbart isolering/tätning kan vara problematisk, bör kombineras med mekanisk ventilation
- ⊕ Mekanisk till och frånluft med värmeväxling kan kombinera energiåtervinning med ökad ventilation
- ⊕ Krav på ökad täthet av väggen vid nyproduktion (numera 50-60 cm vägg tjocklek) för att förhindra att fukt hamnar i väggarna.