



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Biomontering i Danmark Et samlet billede af den danske befolknings eksponering for kemiske stoffer

Juli 2026

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion: Astrid Linnea Beck, Cecilie Skaarup Uldbjerg, Lærke Priskorn, Stine Agergaard Holmboe, Hanne Frederiksen og Anna-Maria Andersson (Alle ansat ved Afd. for Vækst og Reproduktion, Rigshospitalet).

ISBN: 978-87-7564-079-9

Indhold

1.	Forord	5
2.	Forkortelser	6
3.	Resumé	7
3.1	Dansk resumé	7
3.2	English summary	8
4.	Indledning og formål	9
5.	Fremgangsmåde	10
5.1	Afgrænsning af opgaven	10
5.2	Workflow i litteratursøgning og screening	11
5.2.1	Litteratursøgning	11
5.2.2	Screening af bruttoliste	11
5.2.2.1	Eksterne forespørgsler og interne tilføjelser	11
5.2.3	Screening af nettoliste og dataudtrækning	12
5.2.3.1	Opbygning af database	12
6.	Resultater	15
6.1	Oversigt over typer af studier med danske HBM-data	15
6.2	Oversigt over humane matricer benyttet i HBM	16
6.3	Oversigt over stofgrupper og kemikalier med danske HBM-data	16
6.3.1	Persistente organiske miljøgifte (POP-stoffer)	18
6.3.1.1	Polyklorerede biphenyler (PCB)	18
6.3.1.2	Polybromerede biphenoler (PBB)	18
6.3.1.3	Polybromerede diphenyl esters (PBDE)	18
6.3.1.4	Dioxiner	18
6.3.2	Andre halogenerede stoffer	18
6.3.3	Polycykliske aromatiske hydrocarboner (PAH)	19
6.3.4	Simple phenol stoffer	20
6.3.4.1	Bisphenoler	20
6.3.4.2	Parabener	20
6.3.4.3	Benzophenoner og andre kemiske UV-filtre	20
6.3.4.4	Phenylphenoler	20

6.3.5	Phthalater og phthalat substitutter	20
6.3.6	Tungmetaller	21
6.3.7	Amider og epoxider	21
7.	Diskussion	22
7.1	Rapporterede detektionsrater	22
7.2	Tendenser over tid	23
7.3	Kemikalier med HBM-data publiceret efter år 2000	24
7.3.1	Kemikalier uden danske HBM-data	25
7.4	Studier med HBM-data: udfordringer og muligheder	25
8.	Konklusion og perspektivering	27
Bilag 1. Søgestrategi og resultat af litteratursøgning		28
Bilag 1.1	Søgning i PubMed	28
Bilag 1.2	Søgning i Embase	30
Bilag 2. Liste over artikler publiceret siden 2000 med danske HBM-data, som indgår i projektet		32
Bilag 3. Oversigt over studier med HBM-data publiceret siden år 2000		39

1. Forord

Denne rapport sammenfatter resultatet af litteraturstudie-projektet "Biomonitoring i Danmark", som var bestilt og finansieret af Miljøstyrelsen (MST journalnummer 2024-17009).

Formålet med projektet var at danne et samlet billede af den danske befolknings eksponering til kemiske stoffer baseret på humane biomonitoringsdata publiceret siden år 2000. Dog med den begrænsning at data for poly-og perfluorerede stoffer ikke skulle medtages, da denne stofgruppe vil være dækket af andre projekter, og pesticider og biocider heller ikke skulle medtages, da de ikke er omfattet af EU's kemikalielovgivning REACH og dermed ikke anset som værende "industrikemikalier".

Projektet blev udført i perioden 1. juni – 31. december 2024 under ledelse af seniorforsker Anna-Maria Andersson ved Afd. for Vækst og Reproduktion, Rigshospitalet. Projektgruppens øvrige deltagere var ph.d.-studerende Astrid L. Beck og Cecilie S. Uldbjerg, postdocs Lærke Priskorn og Stine A. Holmboe, samt seniorforskerne Hanne Frederiksen og Jakob C. Albrethsen; alle ansat ved afd. for Vækst og Reproduktion, Rigshospitalet. Astrid L. Beck og Cecilie S. Uldbjerg, stod sammen med Anna-Maria Andersson for udformning og udførelse af litteratursøgningerne samt den indledende screening af artikler baseret på abstract/titel. Hele projektgruppen var involveret i fuldttekst screening af artiklerne på nettolisten og udtræk af data fra disse. Anna-Maria Andersson stod for samling og analyse af alle dataudtræk, samt sammenkrivning af første udkast til denne rapport. Alle medforfattere har bidraget med input til og redigering af rapporten.

Vi vil også takke studentermedhjælper Emma S. Andersen, for hendes hjælp med at finde og downloade pdf-filer af alle artikler på nettolisten til fuldttekstscreningen.

2. Forkortelser

AhR	Aryl hydrocarbon Receptor
BBzP	Benzyl butyl phthalat
BCiPP	Bis(1-chloro-2-propyl) phosphate
BDCiPP	Bis(1,3-dichloro-2-propyl) phosphate
BPA	Bisphenol A
BPAF	Bisphenol AF
BPC	Bisphenol C
BPE	Bisphenol E
BPG	Bisphenol G
BPPG	Bisphenol PG
BPS	Bisphenol S
COPUS	COPenhagen Puberty Study (Den Københavnske Vækst og Pubertetsundersøgelse)
DBP	Dibutyl phthalat
DCP	Dichlorophenol
DEHP	Di(2-Ethylhexyl)-phthalat
DEHTP	Di(2-ethylhexyl)-teraphthalat
DEMOCOPHES	DEMONstration of a study to Coordinate and Perform Human biomonitoring on a European Scale (EU projekt)
DEP	Diethyl phthalat
DINCH	Diisononyl-cyklohexane-1,2-dicarboxylat
DMP	Dimethyl phthalat
DPHP	Diphenyl phosphate
DYMS	Danish Young Men Study (Det danske studie af unge mænd)
EU	Den Europæiske Union
HBM	Human biomonitoring
HBM4EU	Human Biomonitoring for Europe (EU projekt)
OPE	Organofosfat
PAH	Polyaromatiske hydrocarbon stoffer
PARC	Partnership for the Assessment of Risks from Chemicals (EU projekt)
PBB	Polybromerede biphenoler
PBDE	Polybromerede diphenyl esters
PCB	Polyklorerede biphenyls
PFAS	Poly-og perfluorerede stoffer
POP(er)	Persistente Organiske Miljøgifte (Persistent Organic Pollutants)
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (EU lovgivning for industrikemikalier)
2,3,7,8-TCDD	2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-dioxin
TEF	Toxic equivalency factor
UV	Ultraviolet

3. Resumé

3.1 Dansk resumé

I dette projekt giver vi et overblik over danskernes eksponering til kemiske stoffer baseret på eksisterende human biomonitorings (HBM) data. Fokus har været på kemikalier reguleret under EU lovgivningen REACH, dog med den undtagelse at de poly-og perfluorerede stoffer (PFAS) ikke er medtaget, da disse er blevet behandlet i et sideløbende projekt under videns-taskforcen for PFAS.

Projektet er udført som et litteraturstudie med fokus på danske HBM-data publiceret siden år 2000. Vores indledende litteratursøgning resulterede i over 500 artikler, som efter screening for relevans i forhold til projektets inklusionskriterier, blev reduceret til 107 identificerede artikler, som indeholdt relevant dansk HBM-data. Yderligere 20 artikler blev tilføjet manuelt og ét datasæt blev fundet i en online database. Således identificerede vi i alt 128 kilder med danske HBM-data publiceret siden år 2000. Disse kilder repræsenterede 41 studier, som tilsammen dækker HBM-data for mere end 190 individuelle kemikalier.

De kemikalier, der blev identificeret HBM-data for, inkluderede persistente organiske miljøgifte som polyklorerede biphenyler (PCB), polybromerede biphenyler (PBB), polybromerede diphenylethere (PBDE), og dioxiner; andre halogenerede forbindelser som triklorethylen, triclosan, triclocarban og andre klorphenoler; organofosfater (OPE); polycykliske aromatiske hydrocarboner (PAH); simple phenol forbindelser som bisphenoler, parabener, benzophenoner, benzyliden camphere, og phenylphenoler; phthalater og phthalatsubstitutter; tungmetaller; organiske tinforbindelser; amider og epoxider, samt syntetiske musk duftstoffer, som var undersøgt i et enkelt studie.

Det er svært at sammenligne rapporterede målte koncentrationer af et kemikalie fra studie til studie, da de forskellige studier måler i prøver fra forskellige befolkningsgrupper, i forskellige matricer, benytter forskellige analysemetoder og rapporterer data i forskellige enheder. Vi kiggede derfor primært på de rapporterede detektionsrater for de forskellige kemikalier i de forskellige studier. % detektionsrate er udtryk for, i hvor stor procentdel af de analyserede prøver i et studie det var muligt at finde spor af eksponering til kemikalien med den benyttede analysemetode. For 27 af kemikalierne, for hvilke vi identificerede danske HBM-data, var biomarkører for eksponering til dem gentagende i flere forskellige studier blevet fundet med en detektionsrate på over 50% (dvs. kemikalien var til stede i målelig mængde i over halvdelen af de analyserede prøver i et studie). Det drejede sig om nogle af PCBerne, PAHerne, tungmetallerne, de klorerede forbindelser, parabenerne, bisphenolerne, phthalaterne og phthalatsubstitutterne, samt for det kemiske UV-filter benzophenone-3, acrylamid og ethylenoxide. For 16 af disse kemikalier var detektionsraten over 80% i flere studier. Statistisk betyder det, at der er stor sandsynlighed for, at samme person er udsat for flere af disse kemikalier samtidig. % detektionsrate siger dog ikke noget om den målte koncentration og dermed heller ikke noget om en evt. sundhedsrisiko.

I dette projekt genererede vi en database over de identificerede artikler/kilder med danske HBM-data publiceret siden år 2000. Denne database vil blive stillet til rådighed, og kan bruges som et værktøj til at se nærmere på, hvilke data der er tilgængelige for specifikke kemikalier eller kemikaliegrupper.

3.2 English summary

In this project, we provide an overview of the Danish population's exposure to chemical substances based on available human biomonitoring (HBM) data with focus on chemicals regulated under the EU legislation REACH. However, poly- and perfluorinated substances (PFAS), were not included in this project as they were addressed in a parallel project under the knowledge task force for PFAS.

The project was conducted as a literature review, focusing on Danish HBM data published since the year 2000. Our initial literature search resulted in over 500 articles, which, after screening for relevance according to the project's inclusion criteria, were reduced to 107 identified articles containing relevant Danish HBM data. An additional 20 articles were manually added, and one dataset was found in an online database. Thus, in total, we identified 128 sources of Danish HBM data published since 2000. These sources represented 41 studies that together covered HBM data for more than 190 individual chemicals.

The chemicals for which HBM data were identified included persistent organic pollutants such as polychlorinated biphenyls (PCB), polybrominated biphenyls (PBB), polybrominated diphenyl ethers (PBDE), and dioxins; other halogenated compounds such as trichloroethylene, triclosan, triclocarban, and other chlorophenols; organophosphate esters (OPE); polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs); simple aromatic compounds such as bisphenols, parabens, benzophenones, benzylidene camphors, and phenylphenols; phthalates and phthalate substitutes; heavy metals; organotin compounds; amides and epoxides; and finally synthetic musk fragrances, which were investigated in a single study.

It is challenging to compare reported measured concentrations of a chemical across studies because different studies analyze samples from different population groups, use different matrices, apply various analytical methods, and report data in different units. Therefore, we primarily focused on the reported detection rates of various chemicals in the studies. The detection rate (%) reflects the proportion of analyzed samples in which traces of the chemical were found using the applied analytical method. For 27 of the chemicals for which we identified Danish HBM data, biomonitoring studies consistently found detection rates exceeding 50% (i.e., the chemical was present in measurable amounts in more than half of the analyzed samples in a study). These included some PCBs, PAHs, heavy metals, chlorinated compounds, parabens, bisphenols, phthalates, phthalate substitutes, as well as the chemical UV filter benzophenone-3, acrylamide, and ethylene oxide. For 16 of these chemicals, detection rates exceeded 80% in several studies. Statistically, this indicates a high likelihood that individuals are exposed to multiple chemicals simultaneously. However, detection rates alone do not provide information about the measured concentrations or any associated health risks.

In this project, we generated a database of the identified articles/sources containing Danish HBM data published since the year 2000. This database will be made available and can be used as a tool to further explore the HBM data available for specific chemicals or chemical groups.

4. Indledning og formål

Human biomonitering (HBM) er en metode, der anvendes til at måle niveauerne af kemiske stoffer og deres metabolitter i menneskekroppen (typisk ved analyse af kemiske biomarkører i f.eks. blod- eller urinprøver), som et udtryk for graden af eksponering for kemikalierne. Denne tilgang giver værdifuld indsigt i menneskers integrerede udsættelse for kemikalier uden at de enkelte kilder til eksponering behøver at være kendt. HBM er blevet et vigtigt redskab inden for regulering og overvågning af kemikalier, da det kan bidrage til at identificere potentielle sundhedsrisici og evaluere effektiviteten af eksisterende regler og politikker.

Der er mange fordele ved HBM. HBM kan levere præcise og personlige data om eksponeringsniveauer, hvilket gør det muligt at forstå forskelle mellem befolkningsgrupper og individuelt tilpassede risici. Det kan give mulighed for at følge trends i udsættelse for bestemte kemikalier over tid, over forskellige geografiske områder eller i forskellige situationer. HBM-data kan også hjælpe med at forbinde eksterne eksponeringsniveauer med biologiske effekter, hvilket kan bidrage til at understøtte beslutningsgrundlaget for regulering og forebyggelse af sundhedsskader.

Der er dog også udfordringer forbundet med brugen af HBM. Kemiske analyser i HBM omfatter relativt høje omkostninger og behov for avanceret teknologi og ekspertise. Overvejelser i forhold til rekruttering af deltagere og indsamling af prøvemateriale er også vigtige da disse faktorer kan have stor indflydelse på tolkning af data.

Formålet med nærværende projektet var at give et overblik over eksisterende humane biomoniteringsundersøgelser i Danmark, dvs. hvilke kemiske stoffer, der er målt for, og hvad resultaterne viser, baseret på publicerede og tilgængelige data.

5. Fremgangsmåde

Projektet blev udført som et litteraturstudie af publicerede og tilgængelige danske HBM-data.

5.1 Afgrænsning af opgaven

Projektgruppen var fra start i dialog med Miljøstyrelsen omkring omfang og afgrænsning af opgaven. Et dialogmøde med deltagelse af projektgruppen og projektets kontaktpersoner i Miljøstyrelsen blev afholdt i starten af juli 2024. På dette møde blev det besluttet, at opgaven var begrænset til at skulle inkludere følgende:

- Danske HBM-data fra studier publiceret fra år 2000 og frem til skæringsdatoen for litteratursøgningen (10. juli 2024).
- Kun studier med HBM-data, dvs. data for kemikaliemålinger foretaget i humane matrixer (f.eks. blod eller urin).
- Ud over syntetiske og/eller industrielt producerede kemikalier inkluderes også tungmetaller samt kemikalier, som opstår ved forbrændings/industrielle processer (f.eks. dioxiner og polyaromatiske kulbrinter (PAHer)).

Det blev også på mødet besluttet at følgende ikke skulle inkluderes i opgaven:

- HBM-data for pesticider og biocider (undtagen hvis de også anvendes som industrikemikalier), da disse ikke er omfattet af EU's kemikalielovgivning.
- HBM-data for poly- og perfluorerede stoffer (PFASer), da der sideløbende med nærværende projekt, var igangsat et PFAS biomoniteringsprojekt under videnstaskforcen for PFAS.
- HBM-data for farmaceutiske kemikalier eller kemikalier som bevidst indtages som kosttilskud eller medicin.
- Estimerede humane eksponeringer baseret på måling af kemikalierne i fødevarer, støv, luft, vand, jord o. l.
- Data for kemikalier som udelukkende eller primært forekommer naturligt (med undtagelse af visse tungmetaller).

Mht. til definitionen af "danske" HBM-data blev det på dialogmødet drøftet, hvorvidt dette var begrænset til det geografiske Danmark eller om humane biomoniteringsstudier fra hele kongeriget Danmark, dvs. inklusive data fra Færøerne og Grønland skulle indgå i projektet. Det blev besluttet at gennemføre de indledende litteratursøgninger både med og uden Grønland og Færøerne inkluderet og vurdere ud fra resultatet (antal "hits") om HBM-data fra hele kongeriget Danmark eller kun geografiske Danmark skulle inkluderes i projektet. Da det viste sig, at inklusion af Grønland og Færøerne i litteratursøgningen resulterede i næsten 30% flere artikler, blev det efterfølgende i samråd med Miljøstyrelsen besluttet at afgrænse projektet til HBM-data fra det geografiske Danmark; primært pga. af at projektet skulle kunne gennemføres inden udgangen af 2024.

Det ligger uden for projektets opgave at skulle komme med anbefalinger til hvor man bør igangsætte måling af specifikke kemikalier eller stofgrupper.

5.2 Workflow i litteratursøgning og screening

Workflow i projektet er vist i Figur 1 og beskrevet i detaljer i de følgende underafsnit.

5.2.1 Litteratursøgning

Til litteratursøgningen blev det overvejet hvilke søgeord, som skulle medtages mhp. en afvejning mellem på den ene side at bedst muligt identificere alle relevante artikler med dansk HBM-data i litteratursøgningen og på den anden side, at ende med et håndterbart antal "hits". Det blev f.eks. overvejet om "biological monitoring" var relevant at medtage i søgestrengen, men dette resulterede i, at alt for mange ikke-humane studier kom med i søgningen. Da projektets formål var at skabe et overblik over den generelle danske befolknings eksponering for kemiske stoffer blev "Occupational health" ikke medtaget i selve søgestrengen, men hvis arbejdsmiljørelaterede studier alligevel kom med i søgeresultatet, blev de taget med. Ligeledes medtog vi studier, hvor kemiske målinger var foretaget i prøver fra udvalgte specifikke befolkningsgrupper (f.eks. fra såkaldte case-control studier).

De endelige søgestrategier i hhv. PubMed og Embase fremgår af tabellerne i Bilag 1. Der blev søgt i litteraturladbasen PubMed den 10. juli, 2024, hvilket resulterede i 498 hits, og Embase den 11. juli 2024, hvilket resulterede i 104 hits.

Artikler fra begge søgninger blev importeret til det webbaserede værktøj Covidence med titel og abstract. Covidence er et IT-værktøj, som understøtter håndteringen af litteratursøgninger og artikelscreeninger i systematiske reviews. I Covidence kan man også identificere dubletter mellem forskellige importerede søgninger og fjerne disse. Der var i alt 79 artikler, som var med i både søgningen i PubMed og i Embase. Efter at de 79 dubletter var fjernet, resulterede dette i en endelig bruttoliste på **523 artikler** (se også Figur 1).

5.2.2 Screening af bruttoliste

Covidence blev også brugt i processen med at screene de 523 artikler på bruttolisten for relevans baseret på deres titel og abstract. Hver artikel blev vurderet af mindst to personer og hvis der var uoverensstemmelse mellem de to personers vurdering af, hvorvidt artiklen var relevant i forhold til projektets inklusionskriterier eller ej, tog projektleder Anna-Maria Andersson den endelige beslutning. I screening af bruttolisten baseret på titel og abstract blev i alt 387 artikler ekskluderet, hvilket resulterede i en nettoliste på 136 artikler, som gik videre til fuldtekst screening. Årsager til eksklusion af artikler er indikeret i Figur 1.

5.2.2.1 Eksterne forespørgsler og interne tilføjelser

Listen over de 136 artikler blev sendt rundt til en række danske forskere sammen med en forespørgsel om, hvorvidt de var bekendt med studier/artikler med danske HBM-data, som opfyldte inklusionskriterierne, men ikke allerede var på listen. Det drejede sig om forskere ved Institut for Folkesundhedsvidenskab og Institut for Fødevarer videnskab ved Københavns universitet; Institut for Miljøvidenskab, Institut for Folkesundhed - Miljø, Arbejde og Sundhed og Institut for Folkesundhed – Epidemiologi, Aarhus universitet; Det Nationale forskningscenter for arbejdsmiljø; og Statens Serum Institut, som var kendt af projektgruppen i forvejen som forskere, der tidligere har været involveret i HBM-studier. Vi fik svar retur fra tre af forskerne, hvilket resulterede i, at yderligere ni artikler blev tilføjet til nettolisten.

Yderligere 11 artikler blev tilføjet til nettolisten af medlemmer af projektgruppen, hvilket samlet gav 156 artikler på den opdaterede nettoliste til fuldtekstscrening. Selv om disse tilføjelser viser, at den oprindelige litteratursøgning ikke fangede alle artikler med danske HBM-data, var der dog for flere af de tilføjede artikler tale om studier/HBM-data, som også var inkluderet i nogle af de oprindelige 136 artikler på nettolisten. Endelig inkluderede vi danske HBM-data for

PAHer genereret i EU projektet HBM4EU, som vi hentede fra en online database, da vi ikke kunne finde disse data publiceret andre steder (reference #157 i Bilag 2).

5.2.3 Screening af nettoliste og dataudtrækning

Fuldttekstscreening af artikler på nettolisten for deres relevans i forhold til projektets inklusionskriterier samt udtræk af data foregik i én og samme arbejdsgang. Alle artiklerne på nettolisten blev fordelt mellem projektgruppens medlemmer baseret på kemikaliegruppe. Fuldttekstscreening resulterede i, at 29 artikler blev ekskluderet, fordi de ikke opfyldte inklusionskriterierne til projektet. Vi kunne således endeligt identificere 127 artikler, som indeholdt danske HBM-data, der opfyldte inklusionskriterierne for projektet. Disse 127 artikler er listet i Bilag 2.

For nogle studier var HBM-data kun rapporteret i én artikel, mens for andre studier indgik de samme HBM-data (med mindre variationer i antal prøver/stoffer inkluderet) i flere forskellige artikler. For at skabe et overblik over danske HBM-studier snarere end danske HBM-artikler blev alle artikler derfor gennemgået grundigt mhp. at identificere hvilke artikler, som udgik fra samme studie og som evt. indeholdt de samme HBM-data blot sat i relation til forskellige helbredsparametre. Så vidt det var muligt, tilstræbte vi at kun udtrække de samme HBM-data én gang. I Bilag 2 er de artikler, der blev trukket data ud fra, indikeret med fed skrift.

5.2.3.1 Opbygning af database

Som et værktøj til at danne et overblik over de tilgængelige data af den danske befolknings eksponering for de kemiske stoffer, som var inkluderet i projektet, opbyggede vi en arbejdsdatabase baseret på data udtrukket fra de identificerede relevante artikler. Det fremgår af Tabel 1, hvilken type data, som blev indsamlet i databasen.

Tabel 1: Oversigt over hvilken type data som blev indsamlet

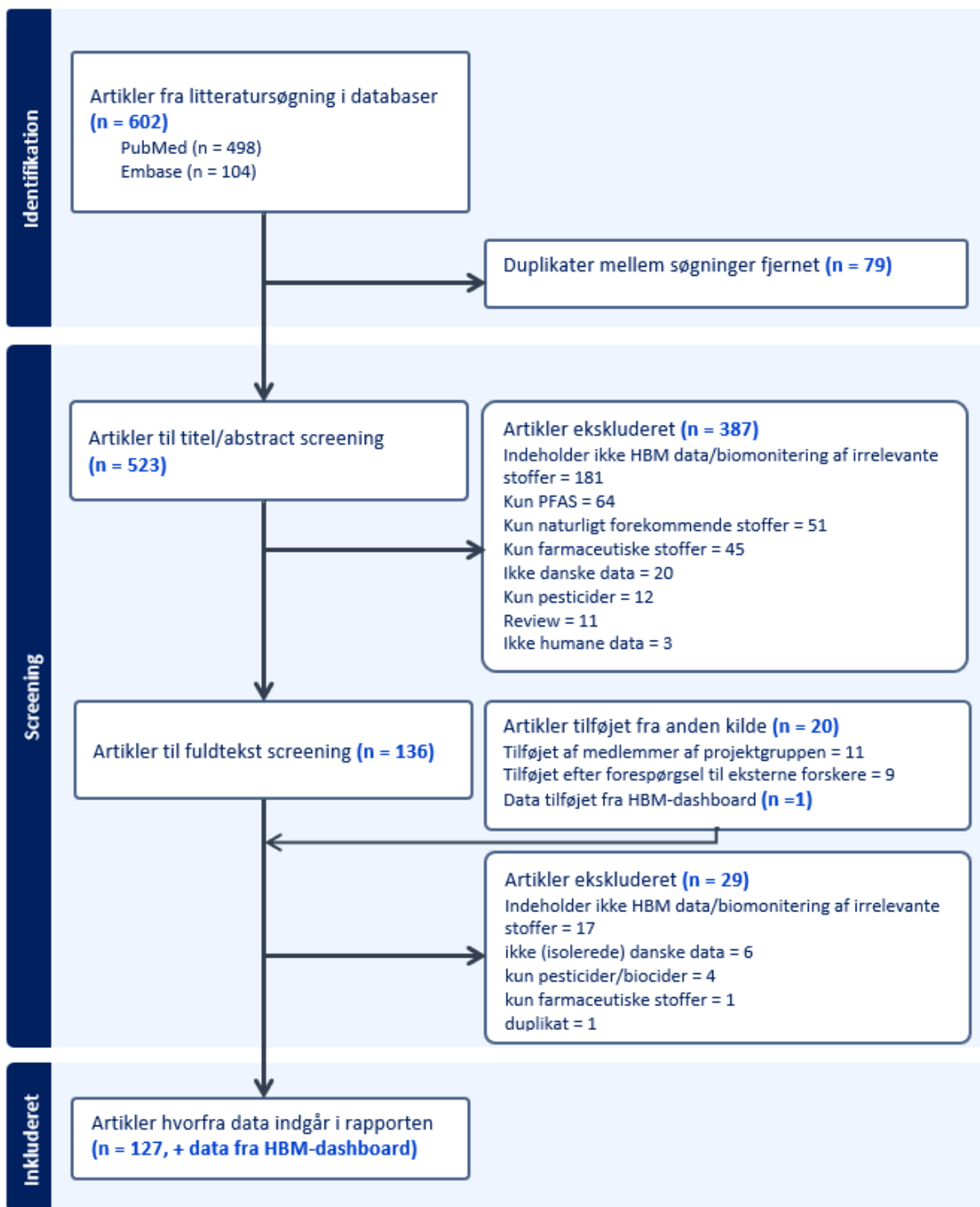
Variabel	Beskrivelse af variabel
Overordnet stofgruppe	Hvis relevant
Stofgruppe	Hvis relevant
Kemikalie	Opgivet som moderstoffet uanset om det var moderstoffet selv eller én eller flere metabolitter af moderstoffet, som blev målt som biomarkør for eksponering i studiet
Studiebeskrivelse	Hvis studiet har et officielt navn, blev dette opgivet. Ellers blev en kort beskrivelse af studiet givet
Studiepopulation	Følgende kategorier blev brugt: - Voksne mænd (≥18 år, generelle population) - Voksne kvinder (≥18 år, generelle population) - Voksne (≥18 år, generelle population, begge køn blandet) - Voksne (arbejdsrelateret) - Voksne (selekterede) - Børn (2-18 år, generelle population) - Børn (selekterede) - Drengene (2-18 år, generelle population) - Piger (2-18 år, generelle population) - Spædbørn (0-2 år, generelle population) - Gravide kvinder (generelle population) - Andet (hvis studiet ikke kunne indpasses i de øvrige kategorier)
Stu-di-estørrelse	Antal prøver
Prøveindsamlingsperiode	Hvilke(t) år prøverne var indsamlet
Prøvetype	Der blev fundet data for følgende kategorier af humane matricer: - Blod (inkl. serum og plasma) - Navlesnorsblod - Urin (der blev ikke skelnet mellem type urin: døgnet, spot, morgenurin) - Hår - Brystmælk

	<ul style="list-style-type: none"> - Moderkage - Fostervæske - Fostervæv - Follikelvæske - Sædvæske - Fedtvæv
Analysemetode	Navn på analysemetode brugt i studiet
Rapporteret detektionsrate	Detektionsrate opgivet i % = hvor mange af de analyserede prøver havde en målbar koncentration (dvs. den målte koncentration var højere end metodens målegrænse).

Muligheden for her at rapportere et overblik over de koncentrationer, der er blevet målt af de forskellige kemikalier, blev diskuteret både i projektgruppen og i dialog med Miljøstyrelsen. I praksis er dette dog meget vanskeligt, da det vil være svært at opnå en fornuftig sammenligning af koncentrationer målt i forskellige matricer og opgivet i forskellige enheder. F.eks. rapporteredes målte koncentrationer i forskellige enheder i forskellige studier og for forskellige stoffer (f.eks. som ng/mL, ng/g kreatinin eller ng/g fedt i prøven). Som nævnt, er det ofte metabolitter af et moderstof, som måles som biomarkører for eksponeringen til moderstoffet. Det kan variere fra studie til studie, hvor mange metabolitter, der inkluderes i en analysemetode, og dette vil påvirke hvilken koncentration af moderstoffet, der kan regnes tilbage til. Dette gør det også svært at sammenligne de faktiske koncentrationer fra studie til studie. Ligeledes, for analyse af kemikalier, for hvilke der findes mange forskellige kongener (tæt beslægtede kemiske forbindelser med fælles karakteristika), varierede det hvilke kongener, som var medmålt i de forskellige studier. Det var f.eks. tilfældet for polyklorerede biphenyler (PCBer). Ydermere opgiver sådanne studier ofte ikke de individuelle koncentrationer af forskellige kongener, men opsummerer data som f.eks. summen af PCB eller som en såkaldt Toxic equivalency factor (TEF), der angiver den samlede toksicitet af de analyserede PCBer (og evt. også dioxiner og furaner) udtrykt som dioxin, 2,3,7,8-TCDD.

Det blev derfor i samråd med Miljøstyrelsen besluttet, at den information om eksponeringsgraden, der blev indsamlet og rapporteret her, var detektionsraten (i %), dvs. i hvor mange af de prøver, man analyserede i det pågældende studie, kunne man finde kemikaliet. Bemærk, at detektionsraten ikke kun afhænger af om stoffet er til stede i prøven eller ej, men i høj grad også af hvor følsom en metode, der var blevet benyttet. En mere følsom metode vil kunne give højere detektionsrate.

Den resulterende database er en del af leveringen på dette projekt og vil blive gjort tilgængelig til at søge i.



Figur 1: Oversigt over workflow i projektet i forbindelse med litteratursøgningen, screening og udvælgelse af artikler og ekstraktion af data.

6. Resultater

Efter screening af de 549 artikler identificeret i vores litteratursøgning inkluderede vi i alt 127 artikler publiceret mellem 1. januar 2000 og 10 juli 2024, som indeholdt danske HBM-data, der overholdt kravene for inklusion i dette projekt:

- Data for kemikaliemålinger foretaget i humane matricer, men ikke estimerede humane eksponeringer baseret på måling af kemikalierne i fødevarer, støv, luft, vand, jord o. lign.
- Data for syntetiske og/eller industrielt producerede kemikalier og kemikalier, som opstår ved forbrændings/industrielle processer samt tungmetaller (med visse undtagelser som beskrevet i afsnit 5.1).

Bilag 2 til denne rapport indeholder den fulde liste af de 127 artikler. Inkluderet på listen er også reference til en online database, hvorfra vi hentede data genereret i EU projektet HBM4EU, da vi ikke kunne finde disse data publiceret andre steder.

Fleere af de 127 artikler indeholdt overlappende data; f.eks. hvis HBM-data fra det samme studie/samme prøver var publiceret i forhold til forskellige helbredsmarkører i forskellige artikler. Det krævede derfor en meget grundig gennemgang af artiklerne at vurdere hvilke artikler, som havde sammenfaldende data, idet vi tilstræbte kun at medtage de samme data én gang i vores opsummering uafhængig af, hvor mange gange de samme data indgik i forskellige artikler. Vi endte med at identificere 86 artikler ud af de 127 som repræsentanter for unikke data fra hvert studie. Hvis samme data indgik i mere end én artikel, tilstræbte vi at vælge den artikel, hvori flest prøver/analytter indgik, som "hovedartiklen". De identificerede 86 hovedartikler er markeret i listen i Bilag 2. For de øvrige artikler har vi indikeret i hvilken hovedartikel data også indgår. Opgaven blev kompliceret af, at nogle artikler både indeholdt unikke data og data som indgik i en anden hovedartikel.

Nogle studier var longitudinelle studier, hvor der blev målt kemikalier i prøver indsamlet i forskellige aldre fra de samme deltagere, andre studier var gentagne tværsnitsstudier, dvs. i samme studie blev prøver indsamlet på forskellige tidspunkter fra nye deltagere. I begge tilfælde gjaldt de forskellige prøveindsamlinger som nye unikke data. Dvs. samme grundstudie kunne bidrage med flere datasæt.

6.1 Oversigt over typer af studier med danske HBM-data

De 127 artikler repræsenterede 41 identificerede studier, hvoraf flere af dem bidrog med flere datasæt. 27 af studierne inkluderede prøver, som tilnærmelsesvis kunne antages at repræsentere forskellige udsnit af den generelle danske befolkning. Syv af de identificerede studier var arbejdsmiljøstudier og de resterende studier inkluderede deltagere/prøver, som var selekteret på specifikke parametre, f.eks. rygere eller ikke-rygere, deltagere i interventionsstudier, eller selekteret på specifikke livsstil- eller helbredsmarkører. Enkelte af studierne var såkaldte "case-control"-studier. Hvis kontrolgruppen i et case-control studie var relativ stor og kun matchet med "cases" på få parametre (f.eks. alder og køn), blev det vurderet, om de kunne indgå som udsnit af den generelle danske befolkning i dette projekt.

I Bilag 3 er givet en oversigt over de 41 identificerede studier, samt hvilke kemikaliegrupper, som var analyseret i hvert studie.

Størrelsen på studierne varierede fra inklusion af 10 prøver op til over 1.000 prøver. 17 studier inkluderede mindre end 100 prøver; heraf var fem arbejdsmiljøstudier og fire var studier af selekterede befolkningsgrupper. Fire studier inkluderede over 1.000 prøver, hvoraf det ene var et

arbejdsmiljøstudie af eksponering til triklorethylen med inklusion af prøver indsamlet over 135 år. De tre andre studier var "Kost, Kræft og Helbred"-undersøgelsen, den københavnske vækst- og pubertetsundersøgelse (COPUS II), og Odense mor-barn kohorten. De øvrige studier, som bidrog med mellem 500-900 prøver hver, var den københavnske mor-barn kohorte, den danske nationale fødselskohorte, en tidligere dansk graviditetskohorte (Danish fetal origin/pregnancy cohort), det danske studie af unge mænd (DYMS), og det danske bidrag til European Youth Heart Study.

6.2 Oversigt over humane matricer benyttet i HBM

Blod og urin var de mest benyttede matricer til analyse af kemikalier og deres metabolitter i HBM-studier.

De persistente og fedtopløselige kemikalier (såkaldte POP-stoffer) var hovedsagelig målt i blodprøver, men vi fandt også data for disse stoffer målt i brystmælk, moderkagevæv og fedtvæv. Eksponering for amider og epoxider blev også målt i blod, da hæmoglobin-addukter af disse kemikalier bruges som biomarkør for eksponering; et enkelt studie brugte navlesnorsblod til dette.

For de øvrige kemikalier vi fandt data på, var urin den mest foretrukne, om end ikke den eneste matrice, der var brugt. Således var der enkelte studier som målte phthalater, bisphenoler, parabener og andre simple phenoler samt tungmetaller i blodprøver, selv om urin var den hyppigst benyttede matrice for disse stofgrupper.

Af de mere sjældent benyttede humane matricer blev kviksølv målt i hår i to studier. Foster vand blev brugt i enkeltstående studier til at måle tungmetaller, benzophenoner og enkelte phthalater. Ud over POP-stoffer har enkelte studier målt phthalater og syntetiske muskduftstoffer i brystmælk og i et enkelt studie var moderkagevæv brugt som matrice for måling af organiske tinnforbindelser. Phthalater og simple phenoler blev målt i sæd- og follikelvæske i enkelte studier.

6.3 Oversigt over stofgrupper og kemikalier med danske HBM-data

De kemikalier og kemikaliegrupper, som vi fandt danske HBM-data publiceret efter år 2000 for, er opsummeret i Tabel 2. I alt identificerede vi analyser af over 190 individuelle kemikalier, hvoraf der for nogen var målt en eller flere metabolitter

Ud af de 41 studier, som vi fandt danske HBM-data for, var der tolv af studierne, som ikke rapporterede detektionsrater for de målte kemikalier og hvor det heller ikke var muligt at estimere/beregne detektionsraterne, enten fordi målegrænsen ikke var opgivet, eller fordi målegrænsen var opgivet i en anden enhed end den de målte koncentrationer var rapporteret i (f.eks. målegrænse opgivet i nmol/L men koncentrationer opgivet som $\mu\text{mol/mol}$ kreatinin).

I den følgende gennemgang af de enkelte stofgrupper, som vi identificerede data på, fokuserer vi på data analyseret i enten blodprøver eller i urinprøver afhængig af hvilken af disse to matricer, der er den foretrukne for en given stofgruppe. For hvilke detektionsrater der er fundet for de lidt mere sjældne humane matricer, henviser vi til originalartiklerne.

For stofgrupperne organofosfater og syntetiske muskduftstoffer, samt stofferne triklorethylen, krom og nikkel blev der for hvert stof kun fundet et enkelt studie (og en enkelt publikation) som rapporterede HBM-data. Syntetiske muskduftstoffer var kun målt i brystmælk og krom og nikkel var kun målt i fostervæske. For disse stoffer henviser vi til originalartiklerne, som fremgår af Tabel 2 og Bilag 2, hvis man ønsker at se nærmere på dem. I det ene studie med HBM-data for tre forskellige organofosfater målt i urin blev der fundet detektionsrater på 7, 97 og 100% for hhv. bis(1-kloro-2-propyl) fosfat, bis(1,3-dikloro-2-propyl) fosfat og diphenyl fosfat. I det ene

studie med HBM-data for triklorethylen målt i urin fandt man en detektionsrate på over 80% med faldende koncentrationer over tid.

Tabel 2: Oversigt over de kemiske stofgrupper for hvilke der blev identificeret danske HBM-data publiceret siden år 2000

Kemikalie gruppe	Tidligste prøve indsamnings år rapporteret	Seneste prøve indsamnings år rapporteret	Data inkluderet i*:
Persistente organiske miljøgifte (POPs)			
Polyklorede biphenyler (PCB) 55 forskellige kongener [#]	1976	2017	#032; #051; #081; #082 #090-095; #097-101; #104-110; #112; #115-117; #123; #124; #127-130; #141; #144
Polybromerede biphenyler (PBB) 13 forskellige kongener [#]	1997	2001	#086; #099; #108; #110; #112, #121;
Polybromerede diphenylethere (PBDE) 27 forskellige kongener [#]	1997	2013	#081; #083; #084; #086; #087; #095; #097; #099; #107; #108; #114; #116-118; #143
Dioxiner 17 forskellige kongener [#]	1997	2002	#099; #108; #110; #0112; #116; #117; #129
Organofosfater (OPE) (BDCiPP, BCiPP, DPHP)	2018	2019	#085
Andre halogenerede stoffer			
Trikllorethylen	1847	1982	#133
Triclosan	1997	2018	#008; #010; #011; #032; #038; #042; #043; #050; #060; #066-068; #070
Triclocarban	1997	2018	#008; #032; #038; #042; #043; #060; #066-068; #070
Andre klorphenoler 4 forskellige [#]	1997	2018	#008; #010; #011; #032; #038; #042; #043; #060; #066-068; #070; #149
Polycykliske aromatiske hydrocarboner (PAH) Op til 12 forskellige [#]	1994	2019	#035; #036; #095; #096; #138-140; #142
Simple phenol stoffer			
Bisphenoler 8 forskellige [#]	1997	2019	#008; #010; #011; #031; #032; #038-046; #060; #065-068; #070; #149
Parabener 7 forskellige [#]	1997	2013	#010; #011; #032; #047; #048; #060; #066; #068; #070; #080; #145; #150
Benzophenoner og andre kemiske UV-filtre 11 forskellige [#]	1997	2018	#007-011; #032; #038; #042; #043; #058; #060; #066-068; #070; #146-149
phenylphenoler 2 forskellige [#]	1997	2018	#008; #010; #011; #032; #038; #042; #043; #060; #066-068; #070
Syntetiske musk duftstoffer	1999	1999	#132
Phthalater 15 forskellige [#]	1980	2018	#032; #052-054; #056-060; #063; #064; #066-080; #095; #108; #137; #145; #151; #152; #156
Phthalat substitutter (DINCH, DEHP)	2009	2018	#053; #057; #057; #065-067; #137
Tungmetaller			
Kadmium	1993	2019	#015; #018; #019-022; #032; #095; #154
Bly	1989	2013	#023; #025; #026; #095; #154
Kviksølv	1995	2013	#028; #030; #032; #095; #154
Antimon, arsen	1995	2013	#095; #154
mangan	1995	2003	#025; #154
Krom, nikkel	1995	1999	#154
Organiske tinforbindelser (Dibutyltin, monobutyltin, tributyltin, triphenyltin)	1997	2001	#034
Amider og Epoxider (akrylamid, glycidamid, ethylenoxid)	1993	2009	#001-004

*Numrene refererer til nummereringen af de inkluderede artikler som angivet i Bilag 2. #antal stoffer/kongener inden for en stofgruppe, som er blevet målt i mindst ét studie; det varierede fra studie til studie, hvor mange stoffer/kongener som indgik.

6.3.1 Persistente organiske miljøgifte (POP-stoffer)

6.3.1.1 Polyklorerede biphenyler (PCB)

13 ud af de 41 identificerede studier inkluderede PCB kongener, og heraf rapporterede otte studier detektionsrater for PCB kongener målt i blodprøver. Det varierede hvor mange PCB kongener, der var inkluderet i de forskellige studier, men PCB-138, PCB-153 og PCB-180 blev i flere studier målt med en detektionsrate på 99-100% i prøver fra både børn og voksne.

Nogle PCB kongener er såkaldte dioxin-lignende kemikalier, fordi de ligesom dioxin kan binde til og aktivere aryl hydrocarbon receptoren (AhR). To af de dioxin-lignende kongener PCB-118 og PCB-156 blev målt med detektionsrater mellem 43-100% med tendens til at detektionsraten var lavere for senere studier. Visse PCB kongener (f.eks. PCB-101, -105) havde i flere studier en meget lav detektionsrate (0-3%) om end et studie målte PCB-101 med en detektionsrate på 100%. Så stor en forskel i detektionsrate mellem forskellige studier skyldes formentlig ikke store forskelle i de befolkningsgrupper, som blev undersøgt, men snarere forskelle i de analytiske metoder som blev anvendt i de forskellige studier.

Fire af studierne, som inkluderede PCB, opgav ikke nogen detektionsrate. Tre af disse rapporterede kun koncentrationen som en sum af flere forskellige PCB kongener (sum af 6, 28 eller 14 PCB kongener i hhv. #093, #124 og #130). I det fjerde studie var de opgivne 25 percentiler for syv målte PCB'er alle over den oplyste detektionsgrænse, hvilket betyder, at detektionsraten i dette studie som minimum er >75%.

6.3.1.2 Polybromerede biphenoler (PBB)

To studier rapporterede detektionsrater for PBB-153 målt i blodprøver fra gravide kvinder på henholdsvis 90% for prøver indsamlet i 2007 og 0% for prøver indsamlet i 2011-13. Som beskrevet for nogle af PCB-kongenerne vil det kræve en nærmere gennemgang at undersøge, om denne store forskel skyldes en reel ændring over tid, eller om det afspejler en forskel i følsomheden i de analysemetoder, der blev brugt i de to studier.

6.3.1.3 Polybromerede diphenyl esters (PBDE)

Lige som for PCB og PBB afhænger de rapporterede detektionsrater for PBDE'er både af hvilken kongener som målt, men også af studiet og formentlig i høj grad af hvilken analytisk metode som anvendtes i studiet. Således varierede detektionsraterne i blod rapporteret i fire forskellige studier fra 0-100% for PBDE-28, fra 4-100% for PBDE-47 og fra 3-100% for PBDE-99 på trods af, at prøverne i flere af studierne var indsamlet omkring samme periode (2011), og alle kom fra voksne kvinder. Den PBDE kongener, som blev målt med højst detektionsrate i blod, var PBDE-153 (84-100% over fire forskellige studier).

6.3.1.4 Dioxiner

Der var ingen studier, som rapporterede dioxin målt i blod. Et studie målte dioxiner i moderkæge væv med detektionsrater, der varierede fra <5-100% afhængig af den målte kongener og i brystmælk med 100% detektionsrate for alle de inkluderede dioxin kongener.

6.3.2 Andre halogenerede stoffer

Fem studier rapporterede detektionsrater for analyse af triclosan og triclocarban i urinprøver fra den generelle befolkning. For triclosan lå de rapporterede detektionsrater på 74-100%, med tendens til at de var højere i prøver fra mænd (91-100%) end fra kvinder (80-90%). Detektionsraterne for triclosan så ikke ud til at være ændret i forhold til prøveindsamlingsperioden. De rapporterede detektionsrater for triclocarban analyseret i urin lå mellem 0-54%.

Modsat for triclosan så det ud til at der for detektionsraterne af triclocarban var en tendens til, at de var lavere for mænd (0-17%). Data kunne også tyde på at detektionsrater for triclocarban er faldet over tid, da kemikaliet ikke kunne detekteres over den brugte metodes målegrænse i de senest indsamlede prøver (indsamlet 2016-2018).

De samme fem studier rapporterede også detektionsrater for 2,4-dichlorophenol (2,4-DCP, 70-99%), 2,5-dichlorophenol (2,5-DCP, 42-96%) og 2,4,5-trichlorophenol (2,4,5-TCP, 6-91%) målt i urinprøver fra børn og voksne. Ét enkelt studie rapporterede detektionsrater for disse tre kemikalier analyseret i urin fra spædbørn (0-2 år) på henholdsvis 49%, 39% og 13%.

6.3.3 Polycykliske aromatiske hydrocarboner (PAH)

Fire studier rapporterede detektionsrater for PAHer målt i urin, hvoraf to af studierne var arbejdsmiljøstudier af hhv. brandmænd under øvelser og personale i luftvåbnet. Af de to andre studier, hvor PAHer blev analyseret i urinprøver fra voksne, var det kun for det ene studie (SnartForældre) at danske PAHer kunne findes publiceret separat. Urinprøver fra forældrene i det københavnske minipubertetsstudie og fra nogle af deltagerne i studiet af unge danske mænd var også analyseret for PAHer som dansk bidrag til det europæiske samarbejde HBM4EU (www.eea.europa.eu/en/about/who-we-are/projects-and-cooperation-agreements/hbm4eu-parc). Det danske HBM4EU bidrag for PAHer var dog publiceret i en artikel, hvor PAH-data for alle de deltagende europæiske lande var rapporteret sammenlagt. Ud over selve litteraturgennemgangen havde vi dog mulighed for at finde HBM4EU data for PAHer separat for de danske prøver via det online "European Human Biomonitoring Dashboard" (<https://hbm.vito.be/eu-hbm-dashboard>).

SnartForældre studiet rapporterede detektionsrater for ti forskellige PAH kongener i urin og de

Tabel 3: Detektionsrater for PAH kongener analyseret i urinprøver fra voksne danske

dan-
ske

Studie PAH kongener	SnartForældre 2013	Danske HBM4EU data 2017-2019
1-hydroxynapthalene	98%	72%
2-hydroxynapthalene	100%	96%
1-hydroxypyrene	98%	
2-hydroxyfluorene	100%	87%
3-hydroxyfluorene	91%	
9-hydroxyfluorene	100%	
1-hydroxyphenanthrene	98%	
2-hydroxyphenanthrene	88%	
3-hydroxyphenanthrene	84%	
4-hydroxyphenanthrene	46%	23%

HBM4EU data inkluderede fire af disse. De rapporterede detektionsrater for PAH kongener i urin fra de to studier er vist i Tabel 3. I de to studier var der ikke selekteret på, om deltagerne var rygere eller ikke-rygere, hvilket er en af hovedkilderne til PAH eksponering.

Fem studier, hvor der blev målt PAHer, rapporterede ikke detektionsrater for de målte stoffer. Tre af disse studier var arbejdsmiljøstudier.

6.3.4 Simple phenol stoffer

6.3.4.1 Bisphenoler

Syv studier rapporterede detektionsrater for bisphenol A (BPA) målt i urin; af disse rapporterede fire studier også detektionsrater for andre bisphenoler. Rapporterede detektionsrater for BPA målt i urin lå mellem 75-100%. Efter BPA var BPS (65-95% detektionsrater) og BPF (17-92% detektionsrater) de bisphenoler, som kunne detekteres i flest prøver. De øvrige bisphenoler blev kun sjældent målt i koncentrationer, der kunne detekteres med de benyttede metoder: BPAF (0-4%), BPC (0-20%), BPE (3-11%), BPG (0-13%) og BPPG (0-20%).

6.3.4.2 Parabener

Fem studier rapporterede HBM-data for parabener med følgende detektionsrater målt i urin: methylparaben (86-99%), ethylparaben (50-94%), benzylparaben (1-19%), butylparaben (9-83%) og propylparaben (69-98%).

Butylparaben og propylparaben findes begge i to isoformer (normal- og iso-). Nogle studier benyttede analysemetoder, som ikke skelnede mellem de to isoformer af hhv. butylparaben og propylparaben, mens i andre metoder kunne de to isoformer separeres. Baseret på prøver analyseret med metoder, som måler de to isoformer adskilt, ser det ud til at danskerne primært eksponeres for normal-isoformen, da iso-butylparaben ikke kunne detekteres i nogen af de målte prøver, og iso-propylparaben havde en detektionsrate på 5-8% i de prøver, hvor den blev målt separat.

6.3.4.3 Benzophenoner og andre kemiske UV-filtre

Detektionsrater for benzophenon-3 målt i urin og rapporteret fra otte forskellige studier lå mellem 80-100%. Fem af studierne rapporterede også HBM-data for andre benzophenoner med følgende detektionsrater målt i urin: benzophenon-1 (65-91%), benzophenon-2 (0-22%), benzophenon-7 (0-25%), 4-methylbenzophenon (0-5%) og 4-hydroxybenzophenon (15-72%).

6.3.4.4 Phenylphenoler

Fem studier rapporterede HBM-data for 2-phenylphenol og 4-phenylphenol med detektionsrater målt i urin på hhv. 43-96% for 2-phenylphenol og 45-94% for 4-phenylphenol målt i prøver fra børn og voksne. Et enkelt studie inkluderede urinprøver fra spædbørn (0-2 år), hvor detektionsraterne var henholdsvis 56% for 2-phenylphenol og 9% for 4-phenylphenol.

6.3.5 Phthalater og phthalat substitutter

Detektionsrater for forskellige phthalater målt i urin blev rapporteret fra ni forskellige studier og i tre af disse studier målte man også de to phthalat substitutter DINCH (diisononyl-cyklohexane-1,2-dicarboxylat) og DEHP (di(2-ethylhexyl)-teraphthalat).

Det varierede fra studie til studie hvor mange forskellige phthalater, der blev analyseret for og hvor mange metabolitter af de forskellige phthalater, som var inkluderet. Metabolitter for fire phthalater var analyseret i alle ni studier med følgende detektionsrater: DEP (95-100%), BBzP (60-100%), DBP (93-100%), og DEHP (97-100%). Metabolitter for DiNP var inkluderet i otte studier med detektionsrater mellem 83-100%. De tre studier, som inkluderede phthalat substitutter, rapporterede detektionsrater for DINCH, som lå mellem 66-100% og for DEHP (som lå mellem 81-100%). Kun et studie rapporterede ikke detektionsrater for de målte phthalatmetabolitter (#064).

6.3.6 Tungmetaller

Detektionsrater for kadmium målt i urinprøver fra voksne blev rapporteret i fire studier og lå mellem 80->98%. For urinprøver fra børn blev en detektionsrate på 33% rapporteret for kadmium i det danske DEMOCOPHES studie.

Ud over kadmium var HBM af tungmetaller kun inkluderet i få af studierne, hvoraf nogle var arbejdsmiljøstudier, hvor deltagerne ikke afspejler den generelle befolkning. Detektionsrater for antimon målt i urin fra voksne blev dog rapporteret til at ligge mellem 72-81% i to studier af relativt uselekerede deltagere. Ligeledes rapporterede to studier detektionsrater for kviksølv målt i blod til at ligge mellem >75-97%. SnartForældre studiet rapporterede detektionsrater for arsen og bly målt i urin fra gravide til hhv. 100% og 98%, og i samme studie var detektionsraten for bly i blod 100%. Arsen blev også målt i urin fra postmenopausale kvinder, der deltog i Kost, Kræft og Helbred undersøgelsen, men i artiklen var detektionsraten for arsen ikke oplyst. Endelig var der et enkelt studie af stålarbejdere, som målte mangan i blod med en detektionsrate på 100%.

6.3.7 Amider og epoxider

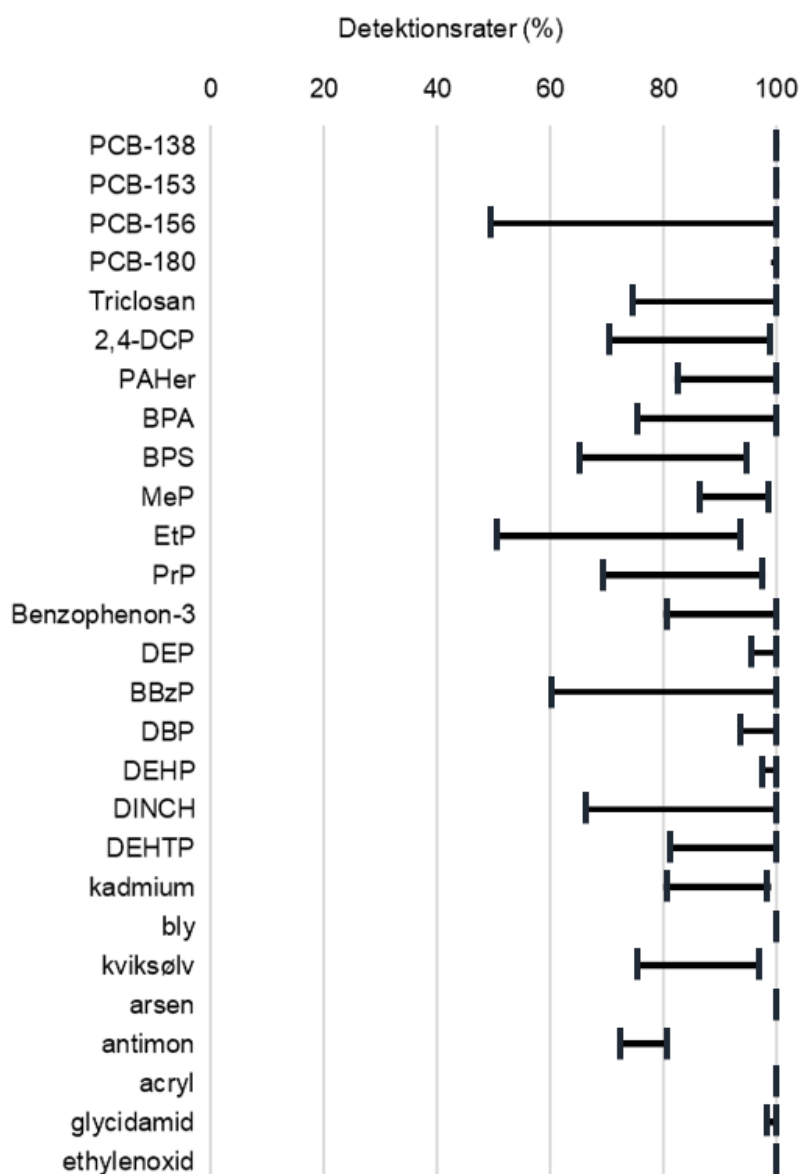
Acrylamid og glycidamid hæmoglobin addukter i blod blev i to studier målt som biomarkører for udsættelse for acrylamid med detektionsrater på henholdsvis 100% og 98-100%. Et af studierne rapporterede også en detektionsrate på 100% for ethylenoxide hæmoglobin addukter.

7. Diskussion

7.1 Rapporterede detektionsrater

Vi identificerede danske HBM-data publiceret efter år 2000 for elleve overordnede stofgrupper (se Tabel 2), som overholdt inklusionskriterierne for dette projekt. For de fleste af disse var der HBM-data tilgængelig fra prøver indsamlet inden for de seneste 5-12 år, som således repræsenterer forholdsvis ny data. De rapporterede detektionsrater varierede fra 0-100% afhængig af det konkrete kemikalie og hvilke analysemetoder, som var brugt. Flere af stofferne blev dog gentagende over flere studier rapporteret med forholdsvis høje detektionsrater, hvilket tyder på, at en stor del af den danske befolkning er udsat for dem. I Figur 2 har vi listet de kemikalier, som blev rapporteret med detektionsrater $\geq 50\%$ i alle de studier, hvor de blev analyseret. For disse stoffer er der statistisk høj sandsynlighed for, at befolkningen er udsat for flere af dem på samme tid. En detektionsrate viser dog kun i hvor stor procentdel af de analyserede prøver, man med sikkerhed har kunnet påvise det pågældende kemikalie (eller metabolitter af det pågældende kemikalie) med den benyttede analysemetode. Detektionsrater siger til gengæld ikke noget om, i hvor høj koncentration kemikaliet er til stede og heller ikke noget om sundhedsrisikoen. For detaljer om målte koncentrationer af de specifikke kemikalier henviser vi til originalartiklerne listet i Bilag 2.

For enkelte kemikalier fandt vi meget stor variation i de rapporterede detektionsrater fra studie til studie, selv når de var målt i prøver indsamlet inden for den samme snævre tidsperiode og fra tilsyneladende sammenlignelige studiepopulationer i de forskellige studier. Variationen så ud til at være størst for analyse af polybromerede diphenylethere hvor f.eks. artikel #083, #087, og #107 rapporterede detektionsrater for PBDE-99 målt i blod fra voksne kvinder på hhv. 100%, 89% og 3%, selv om alle tre studier inkluderede blodprøver indsamlet i 2011 (#087 og #107 dog fra gravide kvinder). Denne observerede forskel skyldes formentlig forskelle i benyttede laboratorieprocedurer/analysemetoder snarere end en reel forskel i de tre studiers deltageres udsættelsen for PBDE-99. Vi har i dette projekt ikke kunnet gå i detaljer med de forskellige benyttede analysemetoder, men i det givne eksempel var PBDE-99 i blod analyseret vha. gaskromatografi-massespektrometri i alle tre studier. Men selv med samme teknologi kan forskellige laboratorier have forskellig følsomhed afhængig af, hvordan de har sat deres metoder op. Eksemplet understreger vigtigheden af validering og harmonisering af analysemetoder, hvis man skal kunne sammenligne resultater fra studie til studie. Harmonisering af analysemetoder er netop en af grundpillerne i det arbejde, der er blevet udført i EU projekterne "DEMONstration of a study to COordinate and Perform Human biomonitoring on a European Scale – DEMOCOPHES" og "Human Biomonitoring for EU – HBM4EU", og som der stadig er fokus på i det igangværende EU-samarbejde Partnership for the Assessment of Risks from Chemicals – PARC".



Figur 2: Oversigt over alle de kemikalier, som var rapporteret med detektionsrater $\geq 50\%$, samt variationen i detektionsrater rapporteret for disse i de inkluderede studier. Se liste over forkortelser på side 6 for kemikalierne fulde navne.

7.2 Tendenser over tid

For flere af kemikalierne har vi identificeret studier, som tilsammen inkluderede prøver indsamlet over mere end 15-20 år (se Tabel 2), og for nogle af stofferne kunne det se ud til, at der er nogle tendenser til ændringer i detektionsraterne over tid. Det er dog ikke muligt med sikkerhed at sige noget om tendenser over tid i detektionsrater ud fra de indsamlede data i dette projekt. Det skyldes dels den ovenstående beskrevne problemstilling, at der kan være metodeforskelle mellem studier, som gør det svært at sammenligne data. Men også at det ikke nødvendigvis er samme befolkningsgrupper, som er undersøgt i de forskellige tidsperioder; f.eks. kan det være svært at afgøre om en forskel i detektionsrater for prøver indsamlet fra voksne og børn i forskellige perioder skyldes en periodeforskel, en metodeforskel eller en forskel mellem børn og voksne.

Der var dog to studier hvor trends i udsættelse for en række phthalater blev undersøgt, hvor prøverne var indsamlet på samme måde og fra samme befolkningsgruppe over tid og var blevet analyseret med samme metode (se #062, #067). For HBM-data fra Unge Danske Mænd studiet (#067) sås at urinudskillelsen af flere af de regulerede phthalater faldt over perioden fra 2009-2017, mens udskillelsen af phthalat-substitutterne DINCH og DEHTP var stigende. I #62 blev metabolitter af phthalaterne DEHP og DiNP målt i fostervæsker indsamlet ved amniocentese i perioden 1980-1996. Over perioden sås et signifikant fald i koncentrationen af DEHP-metabolitter og en stigning i DiNP-metabolitter.

I Unge Danske Mænd studiet (#067) var også inkluderet data for urinudskillelsen af bisphenoler og en række andre simple phenol stoffer. Over perioden 2009-2017 sås en tendens til et fald i urinudskillelse af BPA og en stigning i BPS og BPF; især for de senest indsamlede prøver fra 2017.

7.3 Kemikalier med HBM-data publiceret efter år 2000

Udvalget af kemikalier med danske HBM-data publiceret efter år 2000 er overordnet relevant ud fra en sundheds eller regulatorisk betragtning. For flere af de kemikalier, som regnes for at være persistente organiske miljøgifte, har HBM-data bidraget med information om effekt af reguleringen af disse bioakkumulerende kemikalier, selv flere årtier efter at regulering trådte i kraft.

Flere ikke-persistente kemikalier er blevet reguleret i EU under den periode, hvor HBM-data inkluderet i dette projekt er genereret. Det gælder f.eks. for flere phthalater, BPA og triclosan. Her har HBM-data kunnet bidrage til at følge effekten af disse reguleringer.

For kemikalierne triklorethylen, syntetiske musk duftstoffer, og organiske tinforbindelser kunne vi kun identificere HBM-data publiceret siden 2000 fra prøver, som var indsamlet for over 20 år siden. Disse tre stoffer/stofgrupper indgik hver kun i ét enkelt studie. Ifølge REACH-registreringerne er brugen af triklorethylen reduceret mere end 95% over de seneste 15 år. Det er formentlig en medvirkende årsag til, at der de senere år ikke er genereret nye HBM-data for triklorethylen, der har været stærkt reguleret i EU i en årrække og som ikke er bioakkumulerende.

Vi kunne kun identificere et enkelt studie med danske HBM-data for dioxiner publiceret efter år 2000 (se #112 og #116): i den københavnske mor-barn kohorte blev dioxiner målt i prøver af brystmælk og moderkagevæv indsamlet tilbage i perioden 1997-2002. Dette studie rapporterede 100% detektionsrater for alle de dioxiner, som blev målt i brystmælk. Ifølge Miljøstyrelsens egen hjemmeside¹ medførte tiltag for at begrænse udslip af dioxin til luften at de samlede danske udslip blev reduceret med 68% i perioden 1990-2004 bl.a. ved krav om bedre forbrænding og rensning af røgen fra forbrændingsanlæg og lavere grænseværdier for udslip for industrien. Træfyring i private hjem anses i dag for at være den største kilde til forurening med dioxin og PCB i Danmark¹. Vi har ikke kunnet finde danske HBM-data for dioxiner, der er nyere end 2002. Det kan nævnes, at selv om vi i dette projekt kun kunne identificere ét studie med danske dioxin HBM-data, stødte vi i vores litteraturscreening på flere artikler, som målte dioxin-lignende aktivitet i bioassays, baseret på aktivering af aryl hydrocarbon (AhR) receptoren. Dioxiners skadelige virkninger er bl.a. via aktivering af AhR, men også andre – såkaldte dioxin-lignende – kemikalier kan binde til og påvirke AhR. Studier som benyttede bioassays til at måle dioxin-aktivitet blev ikke medtaget, da data ikke kan betegnes som HBM-data for specifikke kemikalier, men beskriver en aktivitet, som flere forskellige kemikalier kan bidrage til.

¹ <https://mst.dk/erhverv/sikker-kemi/kemikalier/fokus-paa-saerlige-stoffer/dioxin> tilgået 18-01-2025

7.3.1 Kemikalier uden danske HBM-data

Der er mange kemikalier for hvilke, der ikke foreligger HBM-data – ikke kun i Danmark. Dette inkluderer stoffer, som er mistænkt for at være sundhedsskadelige eller som f.eks. er på ECHAs kandidatliste. Som nævnt, ligger det uden for dette projekts opgave at skulle pege på specifikke kemikalier eller stofgrupper, hvor danske HBM-data mangler.

Det er heller ikke for alle kemikalier og stofgrupper, at der allerede forefindes gode analysemetoder til måling i humane matricer. Der ligger som regel et stort udviklingsarbejde bag, inden man kan generere HBM-data for nye kemikalier. Man skal have en viden om, hvordan kemikallet optages, omsættes og udskilles i kroppen, for at kunne udvælge de bedste biomarkører og de mest optimale matricer at måle i. Det kan f.eks. være at identificere de metabolitter, som kemikallet omsættes til i menneskekroppen efter optag. Først derefter kan man begynde at udvikle en analysemetode målrettet disse biomarkører og optimeret for den specifikke matricer og med den nødvendige følsomhed. Det nødvendige laboratorieudstyr (f.eks. apparatur til massepektrometri) er ydermere relativt dyrt og kræver specialist uddannet personale. HBM er derfor relativt omkostningstungt.

7.4 Studier med HBM-data: udfordringer og muligheder

Vores gennemgang af artikler med danske HBM-data publiceret siden år 2000 viste at studier, der indeholder HBM-data, ofte er relativt små og/eller at prøverne ofte kommer fra studier, hvor de er indsamlet med et andet primært formål end human biomonitoring. Det er derfor vigtigt at holde sig for øje, at selv for de studier, hvor vi for dette projekt kategoriserede deltagerne/prøverne som stammende fra den generelle befolkning, var rekrutteringen af deltagere ikke nødvendigvis foretaget systematisk mhp. at indsamle prøver, som repræsenterer hele den danske befolkning, eller også var det bestemte, ofte begrænsede, udsnit af befolkningen, der rekrutteredes fra. Flere af studierne er således baseret på en såkaldt "convenience sample" (bekvemhedsindsamling); det kan f.eks. være gravide kvinder, som gik til kontrol på et bestemt hospital, børn som gik på en bestemt skole, deltagere i en bestemt alder eller af et bestemt køn osv. I mange tilfælde var HBM-målingerne foretaget i prøver fra en subgruppe af deltagere i en større befolknings-helbredsundersøgelse, hvor HBM-studiet var udført som et "add-on" til et igangværende studie, hvor rekruttering og inklusions/eksklusions-kriterier kan være anderledes, end hvis studiet var planlagt som et "rent" HBM-studie fra starten. Flere af studiepopulationerne identificeret i dette projekt repræsenterer derfor specifikke udsnit af den generelle danske befolkning (f.eks. "gravide kvinder bosiddende i Aarhus området", "Mænd i 18-20-års alderen fra hovedstadsområdet" eller "postmenopausale kvinder"). Ikke desto mindre har vi i dette projekt kategoriseret de studiepopulationer, som ikke åbenlyst var selekteret på at de havde en bestemt sygdom, livsstil, erhverv eller lignende, som tilhørende den generelle danske befolkning.

Det danske DEMOCOPHES studie er et af de få af studierne, som fra start var planlagt som et HBM-studie. Danmark deltog også i HBM4EU, som var efterfølgeren til DEMOCOPHES, med danske HBM-data for børn og voksne, men i HBM4EU udsprang det danske HBM-bidrag fra prøver indsamlet i de igangværende undersøgelser "Odense Mor-Barn kohorten" (børn), "Copenhagen minipuberty study" (voksne, forældrene i kohorten) og "Danish young men study" (voksne). Det danske HBM-bidrag til HBM4EU var derfor snarere en bekvemmelighedssample, hvor man udnyttede, at et HBM-studie kunne tilknyttes en allerede etableret og igangværende prøveindsamling. Danmark er også partner i PARC, hvor deltagelse med et dansk HBM-studie også er planlagt som add-on til et igangværende studie af danske skolebørn (Copenhagen puberty study – COPUS III). Følgende stoffer/stofgrupper er i PARC planlagt til at blive analyseret i prøver fra børn og unge: PFASer, phthalater og phthalatsubstituten DINCH, bisphenoler, udvalgte pyrethroide, neonicotinoide og organophosphat pesticider, samt udvalgte tungmetaller.

Selv om der kan være udfordringer forbundet med at knytte et HBM-studie sammen med en befolknings-helbredsundersøgelse, er der også store fordele. Ud over at det ofte er omkostningseffektivt at udnytte sammen rekruttering og prøveindsamlings set-up til både HBM og til helbredsundersøgelsen, er der også den klare fordel, at kombinationen af kemiske målinger og sundhedsdata kan bidrage til en øget forståelse for sammenhæng mellem eksponering og helbredseffekter. Det ligger dog uden for dette projekts opgave at se nærmere på eksponering-helbreds associationer.

8. Konklusion og perspektivering

Inden for afgrænsningen af dette projekt identificerede vi danske HBM-data publiceret efter år 2000 fra 41 studier, som tilsammen dækkede mere end 190 individuelle kemikalier. Heraf var det dog adskillige, som var kongenere af f.eks. PCBer og PBDEer. Kemikalierne repræsenterer både nogle, man har analyseret i humane prøver gennem årtier og andre, som der først er udviklet metoder for inden for de seneste 15-20 år. Til en vis grad afspejler selektionen af kemikalier, vi fandt danske HBM-data for, således hvilke analysemetoder, der har været tilgængelige. Selv om man kunne ønske HBM-data for andre, nyere stoffer, vil det kun kunne gøres, hvis der allerede findes etablerede og validerede metoder til dette. Det internationale samarbejde omkring udvikling og harmonisering af analysemetoder er derfor vigtig. Dette er også et område hvor Danmark har stor ekspertise og kan bidrage internationalt.

Med undtagelse af arbejdsmiljøundersøgelser, er human biomonitering i Danmark ofte blevet udført som led i befolkningsundersøgelser, kohorteundersøgelser eller kliniske undersøgelser, hvor der også er indsamlet helbredsdata. Udførelse af kemiske analyser har formentlig derfor i høj grad været motiveret af ønsket om at undersøge sammenhænge mellem eksponering og helbredseffekter, hvilket også har været afspejlet i de artikler, vi har gennemgået. Potentialet i at knytte HBM til sådanne igangværende eller planlagte befolkningsstudier kunne formentlig udnyttes i endnu højere grad, end det er sket tidligere, da der også udføres mange af den slags studier i Danmark uden HBM. Vi har en stærk tradition i Danmark for, at sundhedsforskning i befolkningen er forskningsdrevet, og det vil selvfølgelig ikke være i alle studier, det vil være relevant at inkludere HBM. Men manglende interesse for også at undersøge udsættelse for kemikalier i studierne kan skyldes forskernes manglende viden om kemikaliers mulige helbredseffekter, hvordan man måler kemikalierne eller tolker kemikaliemålinger eller manglende prioritering af dyre kemiske analyser. Øget dialog og information vil måske kunne bidrage til øget interesse for også at inkludere HBM i planlagte eller igangværende helbredsstudier.

Bilag 1. Søgestrategi og resultat af litteratursøgning

Bilag 1.1 Søgning i PubMed

Table B1.1a: Søgestrategi i PubMed (primær database)

OR ↓	Blok 1: Eksponering	Blok 2: Matrice	Blok 3: Geografisk område ⁺
	"Human exposure*" [All fields]	"Fluids and Secretions" [MeSH]	Denmark [Title/Abstract]
	"Environmental exposure*" [MeSH/All fields]	Blood [All fields]	Danish [Title/Abstract]
	"Environmental Pollutant*" [MeSH/All fields]	Plasma [All fields]	Danmark [All fields]
	"Biological Monitoring" [MeSH/All fields]	Serum [All fields]	Aarhus [Title/Abstract]
	Biomonitoring [All fields]	Urine [All fields]	Copenhagen [Title/Abstract]
	"Environmental Monitoring" [MeSH/All fields]	Saliva [All fields]	Odense [Title/Abstract]
	"Metals, heavy" [MeSH]	Feces [All fields]	
	"Heavy metal*" [All fields]	"Breast milk" [All fields]	
		"Amniotic fluid" [All fields]	
		Semen [All fields]	
		"Seminal Plasma" [All fields]	
		"Integumentary System" [MeSH]	
		Hair [All fields]	
		Nail* [All fields]	
		Placenta [All fields]	
		"Adipose tissue" [MeSH/All fields]	
	AND →		

*Tvinger PubMed til at søge på den sammenlagte formulering ellers vil databasen automatisk dele ordene op. * Pluralis. MeSH: Kontrolleret indekseringstermer. All fields: Inkluderer alt, der ikke nødvendigvis er indekseret. Title/Abstract: Søger udelukkende efter ord i titel eller abstract. ⁺Vi begrænser termene til titel/abstract, da all-fields søgningen resulterede i mere end 300.000 hits, fordi mange udenlandske studier diskuterer danske studier i deres manuskripter.

Table B1.1b: Resultat af PubMed søgning (10-07-2024)

Søgestreng	Filtre	Antal hits
<p>BLOK 1: EKSPONERING</p> <p>(((((("Human exposure") OR ("Environmental exposure")) OR ("Environmental pollutant")) OR ("Biological monitoring")) OR (Biomonitoring)) OR ("Environmental monitoring")) OR ("Heavy metal")) OR (environmental exposure[MeSH Terms])) OR (environmental pollutants[MeSH Terms])) OR (biological monitoring[MeSH Terms])) OR (environmental monitoring[MeSH Terms])) OR (metals, heavy[MeSH Terms])</p>		1.269.237
<p>BLOK 2: MATRICE</p> <p>(((((("Blood) OR (Plasma)) OR (Serum)) OR (Urine)) OR (Saliva)) OR (Feces)) OR ("Breast milk")) OR ("Amniotic fluid")) OR (Semen)) OR ("Seminal plasma")) OR (Hair)) OR (Nail*)) OR (Placenta)) OR ("Adipose tissue")) OR (fluids and secretions[MeSH Terms])) OR (integumentary system[MeSH Terms])) OR (adipose tissue[MeSH Terms])</p>		7.676.201
<p>BLOK 3: GEOGRAFISK OMRÅDE</p> <p>(((((Denmark[Title/Abstract]) OR (Danish[Title/Abstract])) OR (Aarhus[Title/Abstract])) OR (Copenhagen[Title/Abstract])) OR (Odense[Title/Abstract])) OR (Danmark))</p>		68.293
<p>BLOK 1 + BLOK 2 + BLOK 3 KOMBINERET</p> <p>(((((("Human exposure") OR ("Environmental exposure")) OR ("Environmental pollutant")) OR ("Biological monitoring")) OR (Biomonitoring)) OR ("Environmental monitoring")) OR ("Heavy metal")) OR (environmental exposure[MeSH Terms])) OR (environmental pollutants[MeSH Terms])) OR (biological monitoring[MeSH Terms])) OR (environmental monitoring[MeSH Terms])) OR (metals, heavy[MeSH Terms]) AND ((((((("Blood) OR (Plasma)) OR (Serum)) OR (Urine)) OR (Saliva)) OR (Feces)) OR ("Breast milk")) OR ("Amniotic fluid")) OR (Semen)) OR ("Seminal plasma")) OR (Hair)) OR (Nail*)) OR (Placenta)) OR ("Adipose tissue")) OR (fluids and secretions[MeSH Terms])) OR (integumentary system[MeSH Terms])) OR (adipose tissue[MeSH Terms])) AND ((((((Denmark[Title/Abstract]) OR (Danish[Title/Abstract])) OR (Aarhus[Title/Abstract])) OR (Copenhagen[Title/Abstract])) OR (Odense[Title/Abstract])) OR (Danmark))</p>		711
<p>BLOK 1 + BLOK 2 + BLOK 3 KOMBINERET + FILTRE</p> <p>(((((("Human exposure") OR ("Environmental exposure")) OR ("Environmental pollutant")) OR ("Biological monitoring")) OR (Biomonitoring)) OR ("Environmental monitoring")) OR ("Heavy metal")) OR (environmental exposure[MeSH Terms])) OR (environmental pollutants[MeSH Terms])) OR (biological monitoring[MeSH Terms])) OR (environmental monitoring[MeSH Terms])) OR (metals, heavy[MeSH Terms]) AND ((((((("Blood) OR (Plasma)) OR (Serum)) OR (Urine)) OR (Saliva)) OR (Feces)) OR ("Breast milk")) OR ("Amniotic fluid")) OR (Semen)) OR ("Seminal plasma")) OR (Hair)) OR (Nail*)) OR (Placenta)) OR ("Adipose tissue")) OR (fluids and secretions[MeSH Terms])) OR (integumentary system[MeSH Terms])) OR (adipose tissue[MeSH Terms])) AND ((((((Denmark[Title/Abstract]) OR (Danish[Title/Abstract])) OR (Aarhus[Title/Abstract])) OR (Copenhagen[Title/Abstract])) OR (Odense[Title/Abstract])) OR (Danmark)) Filters: Humans, Danish, English, from 2000 – 2024</p>	2000-2024, Humans, Danish, English	498

Bilag 1.2 Søgning i Embase

Tabel B1.2a: Søgestrategi i Embase (sekundær database)

OR	Blok 1: Eksponering	Blok 2: Matrice	Blok 3: Geografisk område*
↓	Human exposure [Keyword]	Bodily secretions [SH]	Denmark [Title/Abstract]
	Environmental exposure* [SH/Keyword]	Blood [Keyword]	Danish [Title/Abstract]
	Environmental chemical* [SH/Keyword]	Plasma [Keyword]	Danmark [Keyword]
	Environmental Pollutant* [Keyword]	Serum [Keyword]	Aarhus [Title/Abstract]
	Pollutant [SH/Keyword]	Urine [Keyword]	Copenhagen [Title/Abstract]
	Biological monitoring [SH/Keyword]	Feces [Keyword]	Odense [Title/Abstract]
	Biomonitoring [Keyword]	Breast milk [Keyword]	
	Environmental Monitoring [SH/Keyword]	Amniotic fluid [Keyword]	
	Heavy metal* [SH/Keyword]	Semen [Keyword]	
		Seminal Plasma [SH/Keyword]	
		Integumentary System [SH]	
		Hair [Keyword]	
		Nail* [Keyword]	
		Placenta [Keyword]	
		Adipose tissue [SH/Keyword]	
	AND →		

*: Pluralis. SH: Subject Heading - Kontrolleret indekseringstermer. Keyword: Inkluderer alt, der ikke nødvendigvis er indekseret. *Vi begrænser termene til titel/abstract, da keyword søgningen resulterede i mere end 12.000 hits, fordi mange studier diskuterer danske studier i deres manuskripter.

Tabel B1.2b: Resultat af Embase søgningen (11-07-2024)

Søgestreng	Filtre	Antal hits
BLOK 1: EKSPONERING 1 Human exposure*.mp. (17432) 2 environmental exposure/ or Environmental exposure*.mp. (136500) 3 Environmental pollutant*.mp. (13750) 4 Environmental chemical.mp. or environmental chemical/ (5959) 5 pollutant/ or pollutant.mp. (165104) 6 biological monitoring.mp. or biological monitoring/ (22789) 7 biomonitoring.mp. (13307) 8 environmental monitoring.mp. or environmental monitoring/ (84721) 9 heavy metal/ or heavy metal*.mp. (102278) 10 1 or 2 or 3 or 4 or 5 or 6 or 7 or 8 or 9 (456103)		456.103
BLOK 2: MATRICE 11 bodily secretions/ (5285) 12 Blood.mp. (5870821) 13 Plasma.mp. (1455537) 14 Serum.mp. (1705180) 15 Urine.mp. (593610) 16 Feces.mp. (206110) 17 Breast milk.mp. (41497) 18 Amniotic fluid.mp. (28895) 19 Semen.mp. (59886) 20 seminal plasma/ or Seminal plasma.mp. (16363) 21 integumentary system/ (508) 22 Hair.mp. (138573) 23 Nail*.mp. (75821) 24 Placenta.mp. (140170) 25 Adipose tissue.mp. or adipose tissue/ (169523) 26 11 or 12 or 13 or 14 or 15 or 16 or 17 or 18 or 19 or 20 or 21 or 22 or 23 or 24 or 25 (8008178)		8.008.178
BLOK 3: GEOGRAFISK OMRÅDE 27 Denmark.m_titl. (10530) 28 limit 27 to abstracts (8477) 29 Danish.m_titl. (17186) 30 limit 29 to abstracts (14379) 31 Danmark.mp. (1096) 32 Aarhus.m_titl. (294) 33 limit 32 to abstracts (210) 34 Copenhagen.m_titl. (2477) 35 limit 34 to abstracts (1663) 36 Odense.m_titl. (278) 37 limit 36 to abstracts (210) 38 27 or 28 or 29 or 30 or 31 or 32 or 33 or 34 or 35 or 36 or 37 (29996)		29.996
BLOK 1 + BLOK 2 + BLOK 3 KOMBINERET 39 10 and 26 and 38 (123)		123
BLOK 1 + BLOK 2 + BLOK 3 KOMBINERET + FILTRE 40 limit 39 to (human and yr="2000 -Current") (104)	2000-2024, Humans	104

Bilag 2. Liste over artikler publiceret siden 2000 med danske HBM-data, som indgår i projektet

ID	Artikel	DOI	*
#001	Olsen et al 2012	Pre-diagnostic acrylamide exposure and survival after breast cancer among postmenopausal Danish women.	10.1016/j.tox.2012.03.004
#002	Olesen et al 2008	Acrylamide exposure and incidence of breast cancer among postmenopausal women in the Danish Diet, Cancer and Health Study.	10.1002/ijc.23359
#003	Von Stedingk et al 2011	Analysis of hemoglobin adducts from acrylamide, glycidamide, and ethylene oxide in paired mother/cord blood samples from Denmark.	10.1021/tx200284u
#007	Frederiksen et al 2021	UV filters in matched seminal fluid-, urine-, and serum samples from young men.	10.1038/s41370-020-0209-3
#008	Frederiksen et al 2022	Benzophenones, bisphenols and other polychlorinated/phenolic substances in Danish infants and their parents - including longitudinal assessments before and after introduction to mixed diet.	10.1016/j.envint.2022.107532
#009	Frederiksen et al 2017	UV filters analyzed by isotope diluted TurboFlow-LC-MS/MS in urine from Danish children and adolescents.	10.1016/j.ijheh.2016.08.005
#010	Joensen et al 2018	Urinary excretion of phenols, parabens and benzophenones in young men: Associations to reproductive hormones and semen quality are modified by mutations in the Filaggrin gene.	10.1016/j.envint.2018.09.020 #011
#011	Joensen et al 2017	Exposure to phenols, parabens and UV filters: Associations with loss-of-function mutations in the filaggrin gene in men from the general population.	10.1016/j.envint.2017.05.013
#012	Beck et al 2024	Cotinine concentrations in maternal serum and amniotic fluid during pregnancy and risk of testicular germ cell cancer in the offspring: A prospective nested case-control study.	10.1002/ijc.34688
#013	Mamsen et al 2017	Concentration of perfluorinated compounds and cotinine in human foetal organs, placenta, and maternal plasma.	10.1016/j.scitotenv.2017.04.058
#014	Hansen et al 2001	Reference interval and subject variation in excretion of urinary metabolites of nicotine from non-smoking healthy subjects in Denmark	10.1016/S0009-8981(28)00415-0
#015	Eriksen et al 2017	Urinary Cadmium and Breast Cancer: A Prospective Danish Cohort Study.	10.1093/jnci/djw204
#016	Sears et al 2023	Urine antimony and risk of cardiovascular disease - A prospective case-cohort study in Danish Non-Smokers.	10.1016/j.envint.2023.108269
#017	Roswall et al 2018	Predictors of Urinary Arsenic Levels among Postmenopausal Danish Women.	10.3390/ijerph15071340
#018	Snoj Tratnik et al 2022	Cadmium exposure in adults across Europe: Results from the HBM4EU Aligned Studies survey 2014-2020.	10.1016/j.ijheh.2022.114050

ID	Artikel	DOI	*	
#019	Sears et al 2021	Urine cadmium and acute myocardial infarction among never smokers in the Danish Diet, Cancer and Health cohort.	10.1016/j.envint.2021.106428	
#020	Poulsen et al 2021	Urinary cadmium and stroke - a case-cohort study in Danish never-smokers.	10.1016/j.envres.2021.111394	#019
#021	Vacchi-Suzzi et al 2015	Dietary Intake Estimates and Urinary Cadmium Levels in Danish Postmenopausal Women.	10.1371/journal.pone.0138784	
#022	Sears et al 2022	Urinary Cadmium and Incident Heart Failure: A Case-Cohort Analysis Among Never-Smokers in Denmark	10.1097/EDE.0000000000001446	#019
#023	Grandahl et al 2012	Individual and environmental risk factors for high blood lead concentrations in Danish indoor shooters.		
#025	Blond et al 2007	Cognitive function in a cohort of Danish steel workers.	10.1016/j.neuro.2007.01.006	
#026	Blond et al 2007	Neuromotor function in a cohort of Danish steel workers.	10.1016/j.neuro.2006.07.010	#025
#028	Kirk et al 2017	Public health benefits of hair-mercury analysis and dietary advice in lowering methylmercury exposure in pregnant women.	10.1177/1403494816689310	
#030	Pedersen et al 2005	Relationship between mercury in blood and 24-h ambulatory blood pressure in Greenlanders and Danes.	10.1016/j.amjhyper.2004.11.022	
#032	Mørck et al 2015	The Danish contribution to the European DEMOCOPHES project: A description of cadmium, cotinine and mercury levels in Danish mother-child pairs and the perspectives of supplementary sampling and measurements.	10.1016/j.envres.2014.07.028	#051
#034	Rantakokko et al 2013	Association of placenta organotin concentrations with congenital cryptorchidism and reproductive hormone levels in 280 newborn boys from Denmark and Finland	10.1093/humrep/det040	
#035	Hansen et al 2004	Urinary 1-hydroxypyrene and mutagenicity in bus drivers and mail carriers exposed to urban air pollution in Denmark.	10.1016/j.mrgentox.2003.09.007	
#036	Hansen et al 2006	Urinary 1-hydroxypyrene in children living in city and rural residences in Denmark.	10.1016/j.scitotenv.2005.06.017	
#038	Holmboe et al 2022	Prenatal exposure to phenols and benzophenones in relation to markers of male reproductive function in adulthood.	10.3389/fendo.2022.1071761	#070
#039	Mehlsen et al 2022	Pregnancy exposure to bisphenol A and duration of breastfeeding.	10.1016/j.envres.2021.112471	
#040	Benson et al 2021	Urinary Bisphenol A, F and S Levels and Semen Quality in Young Adult Danish Men.	10.3390/ijerph18041742	
#041	Sigvaldsen et al 2024	Prenatal and childhood exposure to bisphenols and bone mineral density in 7-year-old children from the Odense Child Cohort.	10.1016/j.ijheh.2024.114408	
#042	Frederiksen et al 2013	Bisphenol A and other phenols in urine from Danish children and adolescents analyzed by isotope diluted TurboFlow-LC-MS/MS.	10.1016/j.ijheh.2013.01.007	
#043	Lassen et al 2013	Temporal variability in urinary excretion of bisphenol A and seven other phenols in spot, morning, and 24-h urine samples.	10.1016/j.envres.2013.07.001	
#044	Covaci et al 2015	Urinary BPA measurements in children and mothers from six European member states: Overall results and determinants of exposure.	10.1016/j.envres.2014.08.008	#068
#045	Jensen et al 2019	Prenatal bisphenol A exposure is associated with language development but not with ADHD-related behavior in toddlers from the Odense Child Cohort.	10.1016/j.envres.2018.12.055	

ID	Artikel	DOI	*
#046	Hansen et al 2021	Prenatal exposure to bisphenol A and autistic- and ADHD-related symptoms in children aged 2 and 5 years from the Odense Child Cohort.	10.1186/s12940-021-00709-y
#047	Jensen et al 2021	Prenatal paraben exposure and anogenital distance and reproductive hormones during mini-puberty: A study from the Odense Child Cohort.	10.1016/j.scitotenv.2021.145119
#048	Højsager et al 2021	Prenatal Exposure to Butyl Paraben Is Associated With Fat Percentage in 7-Year-Old Boys.	10.1210/clinem/dgab167 #047; #066
#050	Lassen et al 2016	Prenatal Triclosan Exposure and Anthropometric Measures Including Anogenital Distance in Danish Infants.	10.1289/ehp.1409637 #060; #066
#051	Mørck et al 2014	PCB concentrations and dioxin-like activity in blood samples from Danish school children and their mothers living in urban and rural areas.	10.1111/bcpt.12214
#052	Kranich et al 2014	Estimated daily intake and hazard quotients and indices of phthalate diesters for young Danish men.	10.1021/es402569k #151
#053	Vilmand et al 2023	Prenatal and current phthalate exposure and cognitive development in 7-year-old children from the Odense child cohort.	10.1016/j.ntt.2023.107161
#054	Jensen et al 2015	Amniotic fluid phthalate levels and male fetal gonad function.	10.1097/EDE.0000000000000198 #062
#055	Olesen et al 2018	Prenatal phthalate exposure and language development in toddlers from the Odense Child Cohort.	10.1016/j.ntt.2017.11.004 #066
#056	Henriksen et al 2023	Maternal phthalate exposure during pregnancy and testis function of young adult sons.	10.1016/j.scitotenv.2023.161914 #070
#057	Vogel et al 2023	Urinary excretion of phthalates and the substitutes DINCH and DEHP in Danish young men and German young adults between 2000 and 2017 - A time trend analysis.	10.1016/j.ijheh.2022.114080 #067
#058	Beck et al 2024	Ovarian follicular fluid levels of phthalates and benzophenones in relation to fertility outcomes.	10.1016/j.envint.2023.108383
#059	Jøhnk et al 2020	Maternal phthalate exposure and asthma, rhinitis and eczema in 552 children aged 5 years; a prospective cohort study.	10.1186/s12940-020-00586-x #053
#060	De Renzy-Martin et al 2014	Current exposure of 200 pregnant Danish women to phthalates, parabens and phenols.	10.1530/REP-13-0461 ftalater også i #053
#061	Callesen et al 2014	Phthalate metabolites in urine and asthma, allergic rhinoconjunctivitis and atopic dermatitis in pre-school children.	10.1016/j.ijheh.2013.12.001 #069
#062	Jensen et al 2012	Phthalates and perfluorooctanesulfonic acid in human amniotic fluid: temporal trends and timing of amniocentesis in pregnancy.	10.1289/ehp.1104522
#063	Henriksen et al 2020	Use of stored serum in the study of time trends and geographical differences in exposure of pregnant women to phthalates.	10.1016/j.envres.2020.109231 #070
#064	Thomsen et al 2017	Female exposure to phthalates and time to pregnancy: a first pregnancy planner study.	10.1093/humrep/dew291
#065	Lærkeholm Müller et al 2023	Urinary concentration of phthalates and bisphenol A during minipuberty is associated with reproductive hormone concentrations in infant boys.	10.1016/j.ijheh.2023.114166 #008; #137
#066	Frederiksen et al 2014	Human urinary excretion of non-persistent environmental chemicals: an overview of Danish data collected between 2006 and 2012.	10.1530/REP-13-0522
#067	Frederiksen et al 2020	Changes in urinary excretion of phthalates, phthalate substitutes, bisphenols and other polychlorinated and phenolic substances in young Danish men; 2009-2017.	10.1016/j.ijheh.2019.10.002

ID	Artikel	DOI	*	
#068	Frederiksen et al 2013	Urinary excretion of phthalate metabolites, phenols and parabens in rural and urban Danish mother-child pairs.	10.1016/j.ijheh.2013.02.006	
#069	Langer et al 2014	Phthalate metabolites in urine samples from Danish children and correlations with phthalates in dust samples from their homes and daycare centers.	10.1016/j.ijheh.2013.03.014	
#070	Assens et al 2019	Variations in repeated serum concentrations of UV filters, phthalates, phenols and parabens during pregnancy.	10.1016/j.envint.2018.11.047	
#071	Munk Andraesen et al 2023	Maternal concentrations of phthalates and Attention-Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD-) related symptoms in children aged 2 to 4 years from Odense child cohort.	10.1016/j.envint.2023.108244	#053
#072	Frederiksen et al 2010	Correlations between phthalate metabolites in urine, serum, and seminal plasma from young Danish men determined by isotope dilution liquid chromatography tandem mass spectrometry.	10.1093/jat/34.7.400	
#073	Muerköster et al 2020	Maternal phthalate exposure associated with decreased testosterone/LH ratio in male offspring during mini-puberty. Odense Child Cohort.	10.1016/j.envint.2020.106025	#053
#074	Frederiksen et al 2012	High urinary phthalate concentration associated with delayed pubarche in girls.	10.1111/j.1365-2605.2012.01260.x	
#075	Joensen et al 2012	Phthalate excretion pattern and testicular function: a study of 881 healthy Danish men.	10.1289/ehp.1205113	
#076	Søeborg et al 2012	Cumulative risk assessment of phthalate exposure of Danish children and adolescents using the hazard index approach.	10.1111/j.1365-2605.2011.01240.x	#066; #079
#077	Bekö et al 2013	Children's phthalate intakes and resultant cumulative exposures estimated from urine compared with estimates from dust ingestion, inhalation and dermal absorption in their homes and daycare centers.	10.1371/journal.pone.0062442	#069
#078	Mieritz et al 2012	Urinary phthalate excretion in 555 healthy Danish boys with and without pubertal gynaecomastia.	10.1111/j.1365-2605.2012.01279.x	
#079	Frederiksen et al 2011	Urinary excretion of phthalate metabolites in 129 healthy Danish children and adolescents: estimation of daily phthalate intake.	10.1016/j.envres.2011.03.005	
#080	Boas et al 2010	Childhood exposure to phthalates: associations with thyroid function, insulin-like growth factor I, and growth.	10.1289/ehp.0901331	#145
#081	Bonefeld-Jørgensen et al 2023	Exposure to persistent organic pollutants in Danish pregnant women: Hormone levels and fetal growth indices.	10.1016/j.etap.2023.104108	#107
#082	Roswall et al 2018	Organochlorine concentrations in adipose tissue and survival in postmenopausal, Danish breast cancer patients.	10.1016/j.envres.2018.02.003	#115
#083	Knudsen et al 2017	Biomonitoring of Danish school children and mothers including biomarkers of PBDE and glyphosate.	10.1515/reveh-2016-0067	
#084	Frederiksen et al 2010	Polybrominated diphenyl ethers in paired samples of maternal and umbilical cord blood plasma and associations with house dust in a Danish cohort.	10.1016/j.ijheh.2010.04.008	
#085	Van Der Schyff et al 2023	Exposure to flame retardants in European children - Results from the HBM4EU aligned studies.	10.1016/j.ijheh.2022.114070	
#086	Main et al 2007	Flame retardants in placenta and breast milk and cryptorchidism in newborn boys.	10.1289/ehp.9924	
#087	Vorkamp et al 2014	Polybrominated diphenyl ethers and perfluoroalkyl substances in serum of pregnant women: levels, correlations, and potential health implications.	10.1007/s00244-013-9988-z	
#089	Jensen et al 2014	Polychlorinated biphenyl exposure and glucose metabolism in 9-year-old Danish children.	10.1210/jc.2014-1683	#091; #120

ID	Artikel	DOI	*
#090	Bräuner et al 2011	Predictors of polychlorinated biphenyl concentrations in adipose tissue in a general Danish population. 10.1021/es102489c	#115
#091	Domazet et al 2020	Higher circulating plasma polychlorinated biphenyls (PCBs) in fit and lean children: The European youth heart study. 10.1016/j.envint.2020.105481	
#092	Bräuner et al 2014	Adipose tissue PCB levels and CYP1B1 and COMT genotypes in relation to breast cancer risk in postmenopausal Danish women. 10.1080/09603123.2013.809703	#115
#093	Halldorsson et al 2008	Linking exposure to polychlorinated biphenyls with fatty fish consumption and reduced fetal growth among Danish pregnant women: a cause for concern? 10.1093/aje/kwn204	
#094	Høyer et al 2000	Organochlorine exposure and breast cancer survival. 10.1016/s0895-4356(99)00165-1	#124
#095	Rosofsky et al 2017	Exposure to multiple chemicals in a cohort of reproductive-aged Danish women. 10.1016/j.envres.2016.12.011	
#096	Andersen et al 2021	Occupational exposure and markers of genetic damage, systemic inflammation and lung function: a Danish cross-sectional study among air force personnel. 10.1038/s41598-021-97382-5	
#098	Kristensen et al 2016	Prenatal exposure to persistent organochlorine pollutants and female reproductive function in young adulthood. 10.1016/j.envint.2016.04.024	#109
#099	Tysman et al 2023	Levels of persistent organic pollutants in breast milk samples representing Finnish and Danish boys with and without hypospadias. 10.1016/j.chemosphere.2022.137343	#116; #121
#100	Vested et al 2014	In utero exposure to persistent organochlorine pollutants and reproductive health in the human male. 10.1530/REP-13-0488	#109
#101	Høyer et al 2000	Repeated measurements of organochlorine exposure and breast cancer risk (Denmark). 10.1023/a:1008926219539	#124
#103	Roswall et al 2018	No Association between Organochlorine Concentrations in Adipose Tissue and Survival after Non-Hodgkin Lymphoma. 10.1158/1055-9965.EPI-17-0937	#115
#104	Bräuner et al 2012	A prospective study of organochlorines in adipose tissue and risk of non-Hodgkin lymphoma. 10.1289/ehp.1103573	#115
#105	Hansen et al 2016	Prenatal exposure to persistent organic pollutants and offspring allergic sensitization and lung function at 20 years of age. 10.1111/cea.12631	#109
#106	Vaclavik et al 2006	Organochlorines in Danish women: predictors of adipose tissue concentrations. 10.1016/j.envres.2005.06.006	#115
#107	Bjerregaard-Olesen et al 2017	Temporal trends of lipophilic persistent organic pollutants in serum from Danish nulliparous pregnant women 2011-2013. 10.1007/s11356-017-8992-7	
#108	Krysiak-Baltyn et al 2010	Country-specific chemical signatures of persistent environmental compounds in breast milk. 10.1111/j.1365-2605.2009.00996.x	#086; #121; #156
#109	Strøm et al 2014	Persistent organic pollutants measured in maternal serum and offspring neurodevelopmental outcomes--a prospective study with long-term follow-up. 10.1016/j.envint.2014.03.002	
#110	Li et al 2018	Association of In Utero Persistent Organic Pollutant Exposure With Placental Thyroid Hormones. 10.1210/en.2018-00542	#121
#112	Virtanen et al 2012	Associations between congenital cryptorchidism in newborn boys and levels of dioxins and PCBs in placenta. 10.1111/j.1365-2605.2011.01233.x	#121
#114	Egsmose et al 2016	Associations between plasma concentrations of PCB 28 and possible indoor exposure sources in Danish school children and mothers. 10.1016/j.envint.2015.11.005	

ID	Artikel	DOI	*
#115	Raaschou-Nielsen et al 2005	Adipose organochlorine concentrations and risk of breast cancer among postmenopausal Danish women.	
#116	Antignac et al 2016	Country-specific chemical signatures of persistent organic pollutants (POPs) in breast milk of French, Danish and Finnish women.	10.1016/j.envpol.2016.07.069
#117	Wohlfahrt-Veje et al 2014	Polychlorinated dibenzo-p-dioxins, furans, and biphenyls (PCDDs/PCDFs and PCBs) in breast milk and early childhood growth and IGF1.	10.1530/REP-13-0422 #116
#118	Frederiksen et al 2009	Patterns and concentration levels of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in placental tissue of women in Denmark.	10.1016/j.chemosphere.2009.07.017
#120	Tang-Péronard et al 2015	Associations between Exposure to Persistent Organic Pollutants in Childhood and Overweight up to 12 Years Later in a Low Exposed Danish Population.	10.1159/000438834 #091
#121	Shen et al 2008	Concentrations of persistent organochlorine compounds in human milk and placenta are higher in Denmark than in Finland.	10.1093/humrep/dem199
#123	Færch et al 2012	Increased serum concentrations of persistent organic pollutants among prediabetic individuals: potential role of altered substrate oxidation patterns.	10.1210/jc.2012-1342
#124	Høyer et al 2001	Organochlorine exposures influence on breast cancer risk and survival according to estrogen receptor status: a Danish cohort-nested case-control study.	10.1186/1471-2407-1-8
#128	Hansen et al 2014	Maternal concentrations of persistent organochlorine pollutants and the risk of asthma in offspring: results from a prospective cohort with 20 years of follow-up.	10.1289/ehp.1206397 #124
#130	Bonefeld-Jørgensen et al 2010	Dioxin-like activity in the blood of Greenlandic Inuit and Danish women: a pilot study.	10.3402/ijch.v69i2.17434
#132	Duedahl-Olesen et al 2005	Synthetic musk fragrances in trout from Danish fish farms and human milk.	10.1016/j.chemosphere.2005.02.004
#133	Raaschou-Nielsen et al 2001	Urinary concentrations of trichloroacetic acid in Danish workers exposed to trichloroethylene, 1947-1985.	10.1002/1097-0274(200103)39:3<320::aid-ajim1020>3.0.co;2-8
#134	Hansen et al 2001	Cancer incidence among Danish workers exposed to trichloroethylene.	10.1097/00043764-200102000-00012 #133
#137	Frederiksen et al 2022	Exposure to 15 phthalates and two substitutes (DEHTP and DINCH) assessed in trios of infants and their parents as well as longitudinally in infants exclusively breastfed and after the introduction of a mixed diet.	10.1016/j.envint.2022.107107
#138	Andersen et al 2019	Health effects of exposure to diesel exhaust in diesel-powered trains	10.1186/s12989-019-0306-4
#139	Andersen et al 2018	Association between polycyclic aromatic hydrocarbon exposure and peripheral blood mononuclear cell DNA damage in human volunteers during fire extinction exercises	10.1093/mutage/gex021
#140	Andersen et al 2018	Assessment of polycyclic aromatic hydrocarbon exposure, lung function, systemic inflammation, and genotoxicity in peripheral blood mononuclear cells from firefighters before and after a work shift	10.1002/em.22193
#141	Frederiksen et al 2020	PCB in serum and hand wipes from exposed residents living in contaminated high-rise apartment buildings and a reference group.	doi.org/10.1016/j.ijheh.2019.113430
#142	Frederiksen et al 2024	Online SPE-LC-MS-MS method for eight hydroxylated metabolites of polycyclic aromatic hydrocarbons in urine and determination of optimal sampling time after firefighter training	. doi: 10.1016/j.toxlet.2024.07.005

ID	Artikel	DOI	*
#143	Hammel et al 2024	Novel and legacy brominated flame retardants in human breast milk and house dust from Denmark doi: 10.20517/jjeea.2023.51	
#144	Meyer et al 2013	Plasma polychlorinated biphenyls in residents of 91 PCB-contaminated and 108 non-contaminated dwellings-An exposure study doi: 10.1016/j.ijheh.2013.02.008	
#145	Overgaard et al 2017	Children with atopic dermatitis and frequent emollient use have increased urinary levels of low-molecular-weight phthalate metabolites and parabens 10.1111/all.13157	
#146	Krause et al 2018	Presence of benzophenones commonly used as UV filters and absorbers in paired maternal and fetal samples 10.1016/j.envint.2017.10.005	
#147	Krause et al 2018	Maternal exposure to UV filters: associations with maternal thyroid hormones, IGF-I/IGFBP3 and birth outcomes 10.1530/EC-17-0375	#146
#148	Krause et al 2017	Exposure to UV filters during summer and winter in Danish kindergarten children 10.1016/j.envint.2016.11.011	
#149	Carlsson et al 2018	Bisphenol A, phthalate metabolites and glucose homeostasis in healthy normal-weight children 10.1016/j.envres.2011.03.005	#066; #068
#150	Frederiksen et al 2011	Parabens in urine, serum and seminal plasma from healthy Danish men determined by liquid chromatography-tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) 10.1111/j.1365-2605.2007.00841.x.	
#151	Frederiksen et al 2013	Temporal variability in urinary phthalate metabolite excretion based on spot, morning, and 24-h urine samples: considerations for epidemiological studies 10.1021/es303640b	
#152	Jensen et al 2016	Prenatal Exposure to Phthalates and Anogenital Distance in Male Infants from a Low-Exposed Danish Cohort (2010-2012) 10.1289/ehp.1509870	#053
#154	Long et al 2019	Autism spectrum disorders, endocrine disrupting compounds, and heavy metals in amniotic fluid: a case-control study 10.1186/s13229-018-0253-1	
#156	Main et al	Human Breast Milk Contamination with Phthalates and Alterations of Endogenous Reproductive Hormones in Infants Three Months of age 10.1289/ehp.8075	

ID-numre i fed skrifttype = data udtrukket fra disse artikler. *HBM-data fra artiklen er helt eller delvist også inkluderet i den indikerede reference (og udtrukket herfra).

Bilag 3. Oversigt over studier med HBM-data publiceret siden år 2000

Navn eller beskrivelse af studiet som har leveret prøver/data#	Type studie *	Kemikaliegrupper analyseret							
		POP-stoffer	Halogenerede stoffer	PAH	Simple phenol stoffer	phthalater	phthalat-substitutter	tungmetaller	amider / epoxyder
Air force personnel	O								
Breast milk samples from primiparous mothers	G	##							
Bus drivers and mail carriers	O								
Copenhagen Amniocentesis study	G								
Copenhagen City Heart Study (CCHS)	G								
Copenhagen Kindergarden study	G								
Copenhagen Minipuberty Study	G								
Copenhagen Mor-Child cohort	G, S								
Copenhagen Puberty Study (COPUS II)	G								
Danes in Denmark as controls for Greenlandic populations, aged 20 to 60 years	G								
Danish biobank hosted in Statens Serum Institute	G								
Danish children's exposure to air pollution	S								
Danish controls for Greenlandic populations	G								
Danish DEMOCOPHES study	G								
Danish Diet, Cancer and Health (DCH) cohort	G, S								
Danish Fetal Origin/Danish Pregnancy Cohort	G								
Danish First Pregnancy Planner Study	G								
Danish Indoor Environment and Children's Health (IECH) study	S								
Danish indoor shooters	S								
Danish National Birth Cohort	G								
Danish Pregnancy Screening Registry	G								
Danish steel workers	O								
Danish Young Men Study (DYMS)	G								
European Youth Heart Study	G								
Firefighter conscripts_1	O								
Firefighter conscripts_2	O								
Firefighters	O								
Healthy pregnant women giving birth at Copenhagen University Hospital	G								

Navn eller beskrivelse af studiet som har leveret prøver/data#	Type studie *	Kemikaliegrupper analyseret							
		POP-stoffer	Halogenerede stoffer	PAH	Simple phenol stoffer	phthalater	phthalat-substitutter	tungmetaller	amider / epoxyder
Healthy pregnant women scheduled for caesarean section Copenhagen University Hospital	G								
Healthy volunteers	G								
healthy women, who had decided to terminate pregnancy for reasons other than foetal abnormality	G								
Historic Birth Cohort (HBC)	G								
Inter99 + Odense population	G								
Monitoring study initiated by the National Labour Inspection Service.	O	###							
Odense Mother-Child cohort§	G								
Pregnant women recruited from the antenatal clinic at Odense University Hospital	G								
Residents in Brøndby Strand Parkerne (estate with both contaminated/non-contaminated dwellings)	S								
Residents in Farum Midtpunkt (estate with both contaminated/non-contaminated dwellings)	S								
SnartForældre	G								
Women in ART	S								
Aarhus Birth Cohort	G								

#: engelske navne/beskrivelser som angivet i artiklerne. ##: kun målt syntetiske musk duftstoffer, som det eneste studie. ###: kun målt triklorethylen som det eneste studie. §: eneste studie som målte OPEer * G= generel befolkning, O=arbejds miljøstudie (occupational), S= selekteret subpopulation. For detaljer over hvilke kemikalier med HBM-data, som indgår i de forskellige stofgrupper henvises til Tabel 2 og afsnit 7.3 i rapporten.

Biomonitoring i Danmark 2000- 2024

Projektet havde til formål at skabe et samlet overblik over danskernes eksponering for kemiske stoffer, med fokus på danske human biomonitorings (HBM) data publiceret siden år 2000. Projektet blev afgrænset til at have fokus på industrikemikalier med undtagelse af PFAS.

I alt blev 41 relevante studier identificeret, som tilsammen dækkede HBM-data for mere end 190 kemikalier. Idet at studierne målte i prøver fra forskellige befolkningsgrupper og matricer og benyttede forskellige analysemetoder, var det en udfordring at sammenligne koncentrationerne af kemikalierne på tværs af studier. Derfor valgte man at se på hvor stor en procentdel af de analyserede prøver i et studie, blev der fundet spor af kemikaliet (detektionsraten). Detektionsraten siger dermed ikke noget om den målte koncentration, og heller ikke noget om en evt. sundhedsrisiko.

For 27 af kemikalierne, var de til stede i over halvdelen af de analyserede prøver i et studie. Det drejede sig bl.a. om nogle af PCB'erne, PAH'erne, tungmetallerne, de klorerede forbindelser, parabenerne, bisphenolerne, phthalaterne og phthalatsubstitutterne, acrylamid, ethylenoxid samt UV-filteret benzophenone-3. For 16 af disse kemikalier var detektionsraten over 80% i flere studier, hvilket betyder at samme person højst sandsynligt er udsat for flere af kemikalierne samtidigt.

Projektet gav endvidere indblik i muligheder og udfordringer der kan være med HBM. F.eks. giver HBM værdifuld indsigt i menneskers udsættelse for kemikalier uden at kilderne til eksponering nødvendigvis er kendt, men brugen af HBM omfatter også relativt høje omkostninger og valide og harmoniserede målemetoder findes ikke for alle typer kemikalier.

I projektet blev der desuden genereret en database over de identificerede kilder.



Miljøstyrelsen
Lerchesgade 35
5000 Odense C

www.mst.dk