



SWEDISH
ENVIRONMENTAL
PROTECTION
AGENCY

SKRIVELSE
2025-02-27

Ärendenummer:
NV-09898-21

Kunskap om PFAS i livsmedel och miljö

Slutredovisning av ett regeringsuppdrag
(regleringsbrev för budgetåret 2022)

Innehåll

SAMMANFATTNING	5
Ny kunskap från genomförda undersökningar	5
Naturvårdsverkets, Livsmedelsverkets och Jordbruksverkets bedömningar	6
1. UPPDRAG OCH GENOMFÖRANDE	7
1.1 Uppdraget	7
1.2 Syfte och avgränsningar	7
1.3 Organisation och genomförande	8
2. INLEDNING	9
2.1 Exponering av människor	9
2.2 Förorening av livsmedel via miljön	10
2.3 Hantering av risker för kontaminering av livsmedel	11
2.3.1 Gränsvärden och riktvärden	11
2.3.2 Producentansvaret	12
2.3.3 Livsmedelskontroll	12
3. GENOMFÖRDA UNDERSÖKNINGAR	14
3.1 PFAS i livsmedel på den svenska marknaden och exponeringsuppskattningar	14
3.1.1 PFAS i matkorgsprover samt enskilda livsmedel	14
3.1.2 Exponeringsuppskattningar	14
3.2 Förekomst av PFAS i animaliska livsmedel producerade i anslutning till förorenade områden	15
3.3 PFAS-exponering vid konsumtion av insjöfisk	16
3.4 PFAS i svamp och bär från ett förorenat område	16
4. NY KUNSKAP FRÅN GENOMFÖRDA UNDERSÖKNINGAR	17
4.1 Halter i livsmedel och exponering	17
4.1.1 Exponeringen via livsmedel minskar	19
4.1.2 Fisk och Skaldjur	20
4.1.3 Ägg	21
4.1.4 Kött	22
4.1.5 Mejeriprodukter	23
4.1.6 Vegetabilier	23
4.1.7 Mätningar i människa och i livsmedel kompletterar varandra	24
4.2 Förorening av animaliska livsmedel via miljön	26
4.2.1 Beräknade maximala intag indikerar att animaliska livsmedel kan förorenas	26
4.2.2 Analys av animaliska livsmedel bekräftar risk för förorening	27
4.2.3 Analys av blodserum kan stödja riskbedömning och riskhantering	27
4.2.4 Avbruten exponering kan sänka PFAS-halterna snabbt	27

5.	BEDÖMNINGAR	29
5.1	Det behövs kunskapsstöd för riskbedömning och hantering vid potentiell kontaminering av livsmedelsproduktion	29
5.2	Det behövs en stabil övervakning av PFAS i människa, miljö och livsmedel	30
5.3	Det behövs hälsobaserade riktvärden för fler PFAS	32
5.4	Det behövs analysmetoder med högre känslighet	32
6.	KÄLLFÖRTECKNING	34

Sammanfattning

Regeringen har uppdragit åt Naturvårdsverket att med stöd av Livsmedelsverket och Statens jordbruksverk förbättra kunskapen avseende hur PFAS i miljön påverkar halter i svenska livsmedel och därigenom exponering för människor. Redovisningen ska innehålla förslag på fortsatta åtgärder för att säkerställa kunskap om PFAS i livsmedel. Uppdraget ska redovisas till Regeringskansliet senast den 28 februari 2025. Naturvårdsverket har genomfört uppdraget i nära samarbete med Livsmedelsverket och Statens jordbruksverk.

Alla människor har PFAS i kroppen, halterna sjunker men fortfarande finns det delar av befolkningen som har en exponering som ökar risken för negativa effekter. Historiskt har dricksvatten varit i fokus som exponeringskälla men med nya gränsvärden för dricksvatten blir exponeringen från andra livsmedel av större betydelse. Därför är det viktigt att få mer kunskap om PFAS i livsmedel för att fortsätta minska exponeringen för människor i syfte att skydda folkhälsan.

Inom regeringsuppdraget har PFAS undersökts i livsmedel från butik samt i livsmedel producerade i anslutning till förorenade områden. Uppmätta halter har använts för exponeringsuppskattningar vid olika konsumtionsscenarier. Vidare har en undersökning av hur konsumtion av insjöfisk påverkar människors exponering genomförts.

Ny kunskap från genomförda undersökningar

Resultaten visar att exponeringen för PFAS via livsmedel har minskat sedan 1999. För större delen av befolkningen är exponeringen lägre än det tolerabla veckointaget och det finns utrymme för konsumtion av fisk i enlighet med Livsmedelsverkets kostråd samt konsumtion av dricksvatten med en halt vid det kommande dricksvattengränsvärdet. I livsmedel från butik påträffades PFAS endast i fisk, ägg, viltkött (vildsvin och ren) samt i ett prov av leverpastej. PFAS påträffades i ekologiska ägg men inte i konventionellt producerade ägg. Samtliga uppmätta halter i livsmedel från butik var under gällande livsmedelsgränsvärden.

Uppmätta halter PFAS i kött producerat på gårdar i anslutning till förorenade områden visar att kontaminering av animaliska livsmedel över bakgrunds nivåer kan förekomma i Sverige. PFOS påträffades i kött från samtliga deltagande nötköttsproducenter, i kött från en av producenterna i halter över livsmedelsgränsvärdet.

Ägg från hobbyhöns har undersökts då det finns en risk för kontaminering av ägg om hönorna exponeras via utemiljön (jord, insekter, mask) vilket är vanligare vid småskalig produktion. Ägg från drygt hälften av de 20 deltagande hobbyhönsägarna innehöll PFAS över livsmedelslagstiftningens gränsvärden.

Inom regeringsuppdraget har även befintlig kunskap från svensk och internationell forskning avseende upptag av PFAS i djur inom animalieproduktionen

sammanställts. Utifrån kunskapen har beräkningar gjorts av vid vilka intag och vid vilka halter i vatten, foder och jord det finns risk för överskridanden av gällande gräns- och riktvärden. Underlaget kan användas vid bedömning av risk för påverkan på livsmedelsproduktionen till följd av förorening av vatten, foder, bete och jord. Underlaget kan vidare användas som stöd för att utveckla hanteringsåtgärder i de fall en föroreningssituation identifierats.

Naturvårdsverkets, Livsmedelsverkets och Jordbruksverkets bedömningar

För att förbättra förutsättningarna för att utvärdera och kostnadseffektivt hantera potentiell negativ påverkan på primärproduktionen, bedömer Naturvårdsverket, Livsmedelsverket och Jordbruksverket att den kunskap som tagits fram inom regeringsuppdraget behöver omsättas i kunskapsstöd. Detta är även av betydelse för att begränsa exponeringen av människor till följd av lokal förorening. Ytterligare kunskap om upptag, ackumulering och halveringstider av PFAS i djur, samt undersökningar av halter i och intag via foder, vatten och mark skulle stärka det fortsatta arbetet med att ta fram kunskapsstöd.

För att upptäcka och hantera risker för förorening med PFAS i miljön och i livsmedel, i syfte att skydda folkhälsan, bedömer våra tre myndigheter att det behövs en robust och kontinuerlig miljöövervakning och livsmedelskontroll. Vi bedömer också att kartläggningar av PFAS i livsmedel behöver utökas för att öka kunskapen om halter och exponering i den svenska befolkningen.

De hälsobaserade riktvärdena behöver bättre spegla den verkliga exponeringen av PFAS-ämnen. Vi bedömer därför att det behövs hälsobaserade riktvärden för fler PFAS än de fyra för vilka Efsa tagit fram ett tolerabelt veckointag och för vilka det finns livsmedelsgränsvärden.

Slutligen bedömer vi att det behövs analysmetoder som kan mäta PFAS i livsmedel och i foder vid lägre nivåer. Detta behövs för att kunna utvärdera PFAS-halter i livsmedel i relation till EU-kommissionens rekommenderade riktvärden för vegetabilier och för att möjliggöra säkrare beräkningar av exponering via livsmedel. Känsligare analysmetoder behövs även för att bestämma halter av PFAS i foder.

1. Uppdrag och genomförande

1.1 Uppdraget

Naturvårdsverket fick i regleringsbrevet för 2022 uppdraget Kunskap om PFAS i livsmedel och miljö:

Naturvårdsverkets ska under 2022–2024 med stöd av Livsmedelsverket och Statens jordbruksverk förbättra kunskapen avseende hur PFAS i miljön påverkar halter i svenska livsmedel och därigenom exponering för människor. Det årliga resultatet för myndigheternas arbete ska redovisas i årsredovisningarna för 2022 och för 2023. Resultatet av uppdraget ska slutredovisas till Regeringskansliet (Miljödepartementet) senast den 28 februari 2025. Redovisningen ska innehålla förslag på fortsatta åtgärder för att säkerställa kunskap om PFAS i livsmedel.

Naturvårdsverket slutredovisar med denna skrivelse uppdraget.

1.2 Syfte och avgränsningar

Det huvudsakliga syftet med regeringsuppdraget har varit att åstadkomma förbättrad kunskap om livsmedel förorenat med PFAS och dess påverkan på människors exponering. Denna kunskap behövs för att bättre kunna bedöma exponeringskällor och risker för den svenska befolkningen. I uppdraget har det också ingått undersökningar av potentiell förorening av animaliska livsmedel producerade i anslutning till förorenade områden. Förbättrad kunskap inom detta område behövs som underlag för arbetet med riskbedömningar av förorening i områden med livsmedelsproduktion, för tillsyn av förorenade områden och förorenande verksamheter, för tillsyn av primärproduktionen samt för planering av livsmedelskontroll. Kunskapen är även av betydelse för att förbättra förutsättningarna för primärproduktionen, som underlag för framtagande av kostnadseffektiva hanteringsåtgärder i de fall risk för kontaminering föreligger.

Uppdraget har varit inriktat på kunskap om PFAS i andra livsmedel än dricksvatten. Intag via dricksvatten har dock beaktats i de intagsberäkningar som gjorts inom uppdraget.

Uppdraget har omfattat analys av halter i vegetabilier men inte undersökningar av hur dessa kan förorenas via bevattning eller förorenad mark.

Livsmedel kan utöver via miljön även kontamineras av de material som är i kontakt med livsmedlen vid beredning och i förpackningar. Uppdraget har inte innefattat

utredning av denna potentiella kontaminering. Den kan dock bidra till de halter som påträffas i livsmedel från butik.

Fluorerade växtskyddsmedel som definieras som PFAS och trifluorättiksyra (TFA) som kan bildas vid nedbrytning av bland annat vissa fluorerade växtskyddsmedel har inte inkluderats i uppdraget.

Uppdraget har vidare inte omfattat att utreda och förslå åtgärder för att minska halter och exponering, eller åtgärder för att hantera eventuella överskridanden av livsmedelsgränsvärden. Den kunskap som tagits fram inom uppdraget är dock ett viktigt underlag för sådana åtgärder.

1.3 Organisation och genomförande

Uppdraget har genomförts i projektform och i projektets arbetsgrupp har följande personer deltagit: Karl Lilja och Karin Norström (Naturvårdsverket), Irina Gyllenhammar, Emma Halldin Ankarberg och Emelie Lindfeldt (Livsmedelsverket) samt Anna Nordström och Charlott Gissén (Statens jordbruksverk i det följande kallat Jordbruksverket). Dag Lestander och Karl Lilja har varit projektledare. Chefer från de tre myndigheterna har varit representerade i en gemensam styrgrupp för projektet. Redovisningen inklusive bedömningar har tagits fram i samarbete mellan de tre myndigheterna.

Ny kunskap har tagits fram genom nya undersökningar av förekomst av PFAS i livsmedel och bedömningar av dess betydelse för exponering av människor, huvudsakligen utförda av Livsmedelsverket och Sveriges lantbruksuniversitet. Genomförandet av undersökningarna presenteras mer ingående i kapitel 3. Genomförda undersökningar har finansierats via anslag 1:2 Miljöövervakning m.m., Utgiftsområde 20 Klimat, miljö och natur.

Beslut om denna redovisning har fattats av generaldirektören Johan Kuylenstierna genom beslut den 27 februari 2025 (NV-09898-21).

2. Inledning

PFAS eller högfluorerade ämnen, står för per- och polyfluorerade alkylsubstanser och är en ämnesgrupp på mer än 10 000 identifierade ämnen med varierande egenskaper och bred användning i samhället. Gemensamt för alla PFAS-ämnen är att de är mycket svåra att bryta ner och vissa PFAS kan ha skadliga effekter, både för människa och miljö. Alla PFAS-ämnen är syntetiskt framställda och finns inte naturligt i miljön men trots detta har nästan alla människor PFAS-ämnen i kroppen.

2.1 Exponering av människor

Exponering för PFAS sker främst via mat och dricksvatten men kan också ske via inomhusluft, damm och konsumentprodukter som innehåller PFAS. Enligt Europeiska livsmedelssäkerhetsmyndighetens (Efsa) senaste riskvärdering sker exponeringen för PFAS främst via livsmedel och fisk är det livsmedel som ger störst bidrag (Efsa, 2020). Exponering sker även via ägg, kött, frukt och grönsaker. Även dricksvatten kan vara en betydande källa, speciellt i områden i anslutning till punktkällor med förorenade vattentäkter. I Sverige har flera fall uppmärksammats där förhöjda blodhalter kopplats till PFAS-förorenat dricksvatten främst från PFAS-innehållande brandsläckningsskum (Gyllenhammar et al. 2015; Xu et al. 2021; Johansson et al. 2023).

Efsa har tagit fram ett hälsobaserat riktvärde, uttryckt som ett tolerabelt veckointag (TVI), som anger hur mycket PFAS man kan exponeras för utan risk att hälsan påverkas. Detta TVI gäller för PFAS-4 (summan av PFOA, PFNA, PFHxS och PFOS) och är fastställt till 4,4 ng/kg kroppsvikt/vecka. Efsa har beslutat att sätta TVI utifrån summan av PFAS-4 eftersom dessa ämnen har liknande effekter hos djur, likartad toxikokinetik och förekommer i högst halter i människors blod. Efsa valde också att uttrycka det hälsobaserade riktvärdet på veckobasis då dessa ämnen inte kan anses vara akut toxiska vid de exponeringsnivåer man får från livsmedel.

TVI baseras på sambanden mellan halter av PFAS-4 i serum hos 1-åringar och sänkt antikroppssvar i serum efter vaccination. Efsa uppskattade att det inte finns någon risk för negativa effekter vid serumnivåer av PFAS-4 upp till 17,5 ng/mL hos 1-åriga barn. Genom modellering beräknades sedan en serumhalt hos mammor på 6,9 ng PFAS-4/mL, som inte innebär att PFAS-4 överförs till foster och ammande barn i sådan utsträckning att de 1-åriga barnen riskerar att få en serumhalt över 17,5 ng PFAS-4/mL. Genom ytterligare modellering har TVI beräknats utifrån en livslång exponering och där blivande mammor inte ska överskrida serumnivån av 6,9 ng PFAS-4/mL.

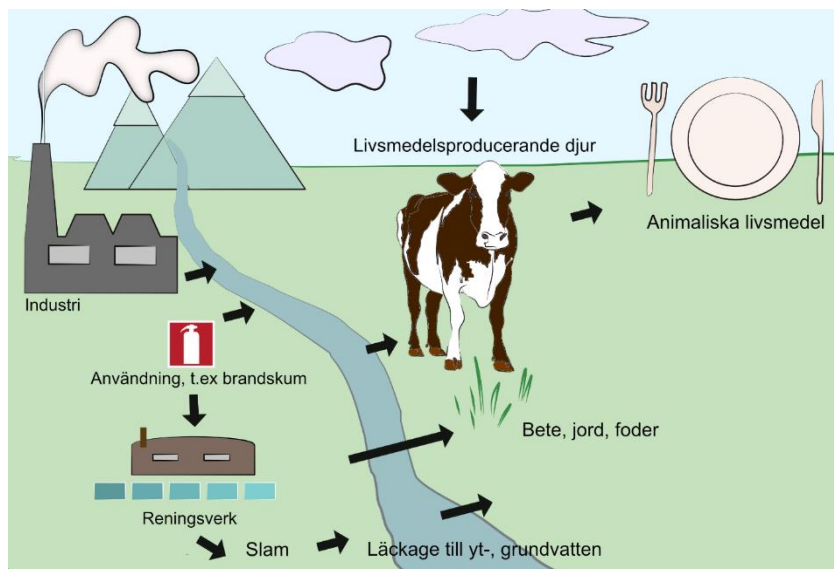
Då PFAS lagras i kroppen och förs över till foster via mamman och till spädbarn via amning är de halter som finns i barnets blod vid ett års ålder beroende av mammans exponering innan och under graviditet samt under amningsperioden. Ett överskridande av TVI under foster- och amningsperioden är inräknat i modellen och TVI är därför inte relevant att användas för spädbarn. I en annan beräkning av

Efsa har hänsyn också tagits till att barn har en högre exponering jämfört med vuxna eftersom de har ett högre intag i förhållande till sin kroppsvikt. Det innebär att barn mellan 1 och 10 år i denna modellering har ett dubbelt så högt intag (dubbla TVI) utan att överskrida en serumnivå som kan innebära en risk för sänkt vaccinationssvar under barndomen (Efsa, 2020).

Efsas riskvärdering visar att en stor del av befolkningen i Europa överskrider det framtagna tolerabla veckointaget (TVI). Barn har ungefär dubbelt så hög exponering som ungdomar och vuxna. (Efsa, 2020).

2.2 Förorening av livsmedel via miljön

PFAS-föroreningar kommer ursprungligen från industrier med PFAS-tillverkning eller användning av PFAS-innehållande produkter. Spridning till miljön kan ske via utsläpp till vatten och luft, eller till exempel via spridning av PFAS-kontaminerat avloppsslam (Figur 1). PFAS kan därför ta sig in i primärproduktionen av animaliska livsmedel via PFAS-förorenade marker som används till bete eller foderproduktion, via PFAS-förorenade fodertillsatser, via förorenade yt- eller grundvatten som används som dricksvatten till djuren eller vid bevattning av fodergrödor (Death et al. 2021). Tidigare beräkningar av exponeringsmönster hos livsmedelsproducerande djur indikerar att foder/bete och jord kan vara viktiga källor till PFAS hos idisslare och fjäderfä (Brambilla et al. 2015).



Figur 1. Exempel på spridningsvägar för PFAS från utsläppsplatser vid industri och vid användning av PFAS-innehållande produkter.

Internationellt har det under det senaste årtiondet kommit flera rapporter om förhöjda halter av PFAS i animaliska livsmedel som producerats i områden med lokal PFAS-förorening. Av rapporterna framgår att föroreningen kunnat spåras till

direkta utsläpp av PFAS-tillverkande industri eller industrier som använder PFAS, användning av PFAS-innehållande brandsläckningsskum på till exempel lokala övningsplatser, samt användning av kontaminerat slam på marker som används som betesmarker eller för foderproduktion till livsmedelsproducerande djur.

2.3 Hantering av risker för kontaminering av livsmedel

2.3.1 Gränsvärden och riktvärden

Den 1 januari 2023 infördes gemensamma gränsvärden inom EU för PFOA, PFNA, PFHxS och PFOS samt för summan av dessa ämnen (Kommissionens Förordning (EU) 2023/915). Gränsvärdena gäller för ägg, kött, fisk, kräftdjur och musslor. Gränsvärdena kommer framöver att utökas med flera kategorier av livsmedel. För att fastställa gränsvärden för främmande ämnen i ett livsmedel utgår man inom EU från den så kallade ALARA-principen. ALARA är en förkortning av begreppet As low as reasonably achievable vilket innebär att gränsvärden sätts så strängt som möjligt utifrån det som går att uppnå genom etablerade jordbruks-, fiskeri- och produktionsmetoder och med hänsyn till de risker som konsumtion av livsmedlet medför samt utifrån vad som går att uppnå genom ett strikt urval av råvaror för tillverkningen. För PFAS, liksom för övriga främmande ämnen, innebär det att EU-kommissionen innan fastställandet av gränsvärden samlade in halldata av PFAS i olika livsmedelskategorier från medlemsländerna. Gränsvärdena togs sedan fram i diskussion mellan medlemsländerna och kommissionen på en nivå som innebär att de högsta 5–10 % av inrapporterade halter i varje livsmedelskategori överskrider nivån för gränsvärdena. Detta innebär att gränsvärdena skiljer sig mellan olika livsmedel, då olika livsmedel har olika benägenhet att ansamlas PFAS. Fisk är den kategori som har de högsta gränsvärdena för PFAS.

EU-kommissionen har också tagit fram riktvärden för frukt, grönsaker och rotfrukter, vilda svampar, mjölk och barnmat (EU, 2022). Vid överskridanden av riktvärdena rekommenderas att undersökningar genomförs för att utreda orsakerna till föroreningen.

Livsmedelsverket har tagit fram nationella riktvärden och gränsvärden för PFAS i dricksvatten. För kommunalt dricksvatten gäller från den 1 januari 2026 nya gränsvärden för summa PFAS-4 på 4 ng/L och för summan av 21 PFAS gäller det EU-gemensamma gränsvärdet på 100 ng/L. Sedan 1 juli 2024 gäller gränsvärdena också som riktvärden för dricksvatten från egen brunn.

Kommissionen kommer att gå ut med en rekommendation till medlemsländerna om att samla in data från foderanalyser under 2024–2026 avseende PFAS och skicka in till Efsa. Detta för att få ett bättre underlag inför införandet av gränsvärden i foder.

2.3.2 Producentansvaret

Enligt livsmedelslagstiftningen har varje led i livsmedelskedjan ett producentansvar, det vill säga är ansvariga för att tillverka och tillhandahålla säker mat och att informationen om den är korrekt så att konsumenter inte blir sjuka eller vilseledda.

Livsmedelsföretag utom primärproducenter skall göra en så kallad HACCP-plan (Hazard Analysis and Critical Control Points, eller på svenska riskanalys och kritiska styrpunkter) vilken identifierar risker i produktionen samt hur dessa kontrolleras. Även om primärproducenterna inte omfattas av krav på en HACCP-plan så är de ansvariga för att känna till och hantera risker för till exempel kontamination och att följa gränsvärdena för sina primärprodukter. Om sådana risker kan misstänkas måste de utredas vidare med exempelvis beräkningar av upptag och elimination, eller analys och provtagning.

Myndigheternas uppgift är att övervaka, kontrollera och verifiera att livsmedelsföretag följer bestämmelserna i lagstiftningen och att livsmedel som släpps ut på marknaden uppfyller de regler som finns.

2.3.3 Livsmedelskontroll

Ansvar för livsmedelskontrollen i Sverige delas mellan olika myndigheter. Ansvarsfördelningen framgår av 23 och 25 §§ livsmedelsförordningen (SFS 2006:813). Jordbruksverket utför offentlig kontroll av foder hos foderindustrin, importörer och distributörer, inklusive transportörer, samt lager och butiker som hanterar foder till livsmedelsproducerande djur. Jordbruksverket och Livsmedelsverket samordnar den offentliga kontrollen i primärproduktionen som utförs av länsstyrelserna och som även omfattar foder, bete, vatten och jord.

Primärproduktion är ett begrepp som används för att beskriva verksamheter på lantbruk eller liknande nivå, alltså första steget i livsmedelskedjan. Att odla och skörda grönsaker, föda upp djur före slakt, producera ägg och mjölk, fiska och jaga är några exempel. Även att plocka och samla in vilda produkter, som bär och svamp, musslor och kräftor ingår. Exempel på primärprodukter är spannmål, ägg, mjölk och honung.

Livsmedelsverket leder, samordnar och följer upp livsmedelskontrollen. Det innebär bland annat att ge stöd och vägledning till samtliga myndigheter inom livsmedelskontrollen samt ta fram föreskrifter. Länsstyrelserna är kontrollmyndighet för livsmedelskontrollen i primärproduktionen.

Kommunala kontrollmyndigheter utför offentlig kontroll på huvuddelen av Sveriges livsmedelsanläggningar. Till kommunernas kontrollobjekt hör till exempel anläggningar för dricksvattenförsörjning, detaljhandelsanläggningar så som butiker, restauranger och storhushåll. I kommuner där det finns sjöar med höga halter av PFAS i vattnet rekommenderas att kontrollera halten av PFAS i fisken från dessa sjöar, för att vid behov kunna ge lokala konsumtionsråd för egenfångad fisk. Dessa råd kan utfärdas av antingen kommuner eller av länsstyrelser.

Mer om Sveriges livsmedelskontroll finns beskrivet i den Nationella Kontrollplanen på Livsmedelsverkets webbplats [Nationella kontrollplanen \(livsmedelsverket.se\)](https://www.livsmedelsverket.se/nationella-kontrollplanen).

3. Genomförda undersökningar

3.1 PFAS i livsmedel på den svenska marknaden och exponeringsuppskattningar

3.1.1 PFAS i matkorgsprover samt enskilda livsmedel

Livsmedelsverket har sedan 1999 regelbundet gjort matkorgsundersökningar med syftet att undersöka innehållet av näringsämnen och oönskade ämnen i en typisk svensk matkorg. Vilka livsmedel som ingår i Matkorgen bestäms utifrån Jordbruksverkets data på direktkonsumtion i Sverige och speglar vad en svensk medelkonsument äter. Den senaste matkorgsundersökningen genomfördes 2022 inom regeringsuppdraget och PFAS analyserades i totalt 51 prover från 17 livsmedelsgrupper (Livsmedelsverket, 2024a). Denna undersökning har kompletterats med analyser av enskilda livsmedel prioriterade utifrån vilka livsmedel som identifierats vara av betydelse för exponeringen samt identifierade kunskapsluckor i tidigare svenska undersökningar, samt i Efsas senaste riskvärdering. Totalt analyserades PFAS i 107 enskilda livsmedelsprover (Lindfeldt et al. 2024). Örebro Universitet utförde de kemiska analyserna av proverna.

3.1.2 Exponeringsuppskattningar

Livsmedelsverket genomför regelbundet matvaneundersökningar i den svenska befolkningen som baseras på kostregistrering och enkätdata. Utifrån uppmätta halter i livsmedel och konsumtionsdata från matvaneundersökningar gör Livsmedelsverket beräkningar av den svenska befolkningens exponering för PFAS. Inom regeringsuppdraget har exponeringsuppskattningar gjorts för småbarn, ungdomar och vuxna från Riksmaten-undersökningarna (Livsmedelsverket 2012, 2018, 2024b). Dessutom har olika scenarioberäkningar gjorts för hur exponeringen påverkas vid konsumtion av fisk enligt Livsmedelsverkets kostråd och dricksvatten som innehåller PFAS-halter motsvarande det kommande gränsvärdet, samt hur exponeringen påverkas vid konsumtion av livsmedel med förhöjda halter och vid gällande livsmedelsgränsvärden (2023/915/EU).

3.2 Förekomst av PFAS i animaliska livsmedel producerade i anslutning till förorenade områden

Sveriges lantbruksuniversitet har undersökt hur intag av PFAS via förorenat foder, vatten och jord kan påverka halter i animaliska livsmedel, samt undersökt förekomst av PFAS i animaliska livsmedel producerade i anslutning till förorenade områden. Uppdraget har bestått av en teoretisk och en praktisk del.

I den teoretiska delen har befintlig kunskap avseende överföring av PFAS från foder, vatten och jord till animaliska livsmedel sammanställts. Sammanställningen är tänkt att dels fungera som kunskapsstöd i bedömningar avseende vilka halter i miljön som kan vara problematiska för produktionen av animaliska livsmedel, dels att fungera som kunskapsstöd för hanteringsåtgärder i de fall påverkan på den animaliska livsmedelsproduktionen identifieras.

I den praktiska delen har PFAS-halter i animaliska livsmedel producerade i anslutning till förorenade områden undersökts. Undersökningarna har fokuserat på mjölk, nötkött och ägg då förorening av dessa livsmedel uppmärksammas i andra länder, samt då kunskapssammanställningen visar på risk för överskridanden av rikt- och gränsvärden för dessa livsmedel. Då PFAS i ägg från storskalig produktion undersökts av Livsmedelsverket inom livsmedelskontrollen under 2024 har undersökningen av ägg inom regeringsuppdraget fokuserat på hobbybesättningar. Utöver provtagning av animaliska livsmedel (kött, mjölk och ägg) har även foder och vatten (och jord hos hobbyhönsägare) samlats in för att identifiera orsaker till eventuell förorening av analyserade livsmedel. Vidare inkluderades blodprovtagning av köttdjur då analys av blod är en potentiell åtgärd för att kunna bedöma om PFAS-halten i köttet riskerar att överskrida gällande gränsvärden innan djuren går till slakt. Örebro Universitet har genomfört kemisk analys av PFAS i insamlade prover.

Växa Sverige anlitas för rekrytering av lantbrukare samt för provtagning. Växa Sverige har rekryterat gårdar utifrån uppsatta kriterier framtagna av Sveriges lantbruksuniversitet i dialog med Naturvårdsverket, samt försett Sveriges lantbruksuniversitet med anonymiserade prover samt enkätdata.

Sveriges lantbruksuniversitet har i samarbete med Livsmedelsverket gjort scenarioberäkningar avseende hur uppmätta halter i livsmedlen kan påverka exponering av de som konsumerar dem.

3.3 PFAS-exponering vid konsumtion av insjöfisk

Fiskkonsumtion bidrar till exponering för PFAS och tidigare studier har visat att halterna av dessa ämnen är högre i insjöfisk, jämfört med fisk från haven. Arbets- och miljömedicin vid Linköpings universitet har studerat sambandet mellan PFAS-halter i blodplasma och konsumtion av insjöfisk bland personer boende i Glasriket, Småland. För att studera detta samband har prover analyserats från personer indelade i två grupper; de med hög konsumtion av insjöfisk samt från icke-konsumenter av sådan fisk. De flesta individer som ingick i studien äter fisk från butik men individer som har konsumerat lokalt fångad insjöfisk minst en gång per månad har definierats som högkonsument. Urvalet av deltagare identifierades via enkätuppgifter om fiskkonsumtion och PFAS-analyserna i blodplasma genomfördes av Örebro universitet.

3.4 PFAS i svamp och bär från ett förorenat område

Sveriges lantbruksuniversitetet har undersökt förekomsten av PFAS i svamp och bär från Frösön i Östersund som är förorenat med PFAS. Inom uppdraget har Naturvårdsverket kompletterat en pågående studie om PFAS i vilt från Frösön med insamling och analys av bär (lingon, blåbär och hallon) och svamp (blek taggsvamp).

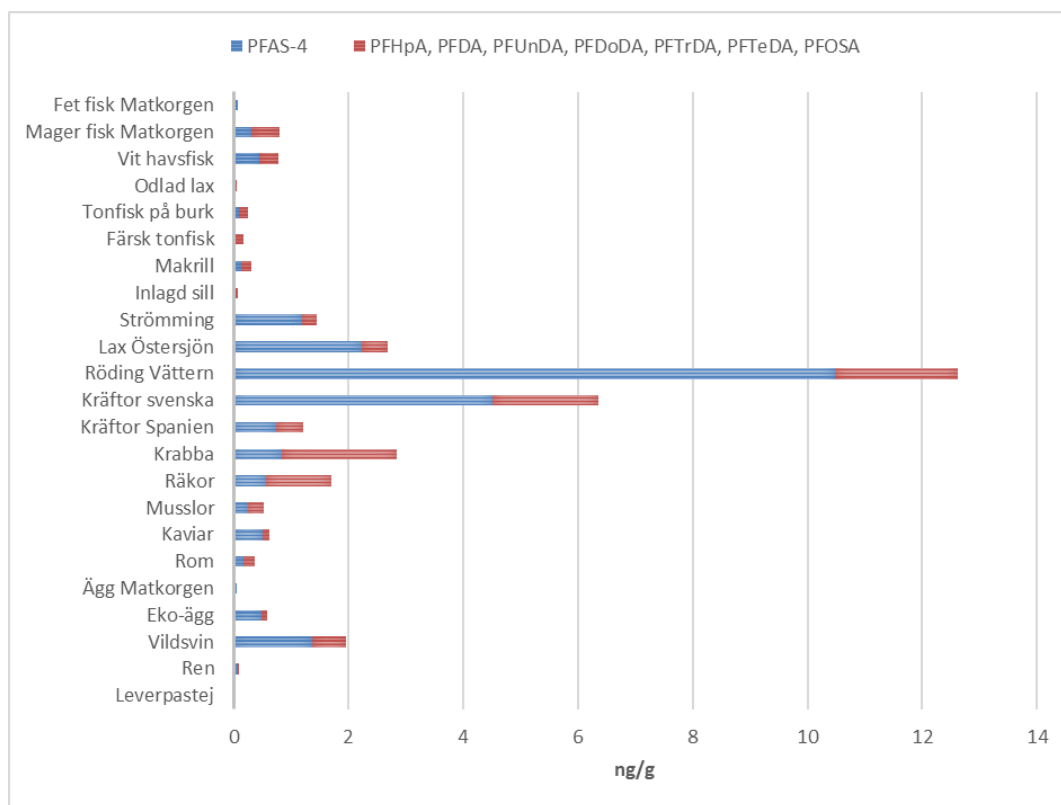
4. Ny kunskap från genomförda undersökningar

Nedan presenteras de viktigaste resultaten från de genomförda undersökningarna inom regeringsuppdraget. Detaljerade resultat presenteras i separata rapporter för respektive undersökning. I kapitel 4.1 presenteras resultat avseende uppmätta halter av PFAS i livsmedel samt exponeringsberäkningar baserade på de uppmätta halterna. I kapitel 4.2 presenteras resultat kring risker för påverkan på livsmedelsproduktionen vid lokal förorening.

4.1 Halter i livsmedel och exponering

I Matkorgen 2022 analyserades 14 olika PFAS i totalt 51 prover från 17 livsmedelsgrupper. PFAS uppmättes endast i prover från fyra av dessa livsmedelsgrupper; i fet fisk, mager fisk, ägg samt i kaffe och te. I livsmedelsgruppen kaffe och te påträffades PFOA vilket sannolikt beror av halten PFOA i det dricksvatten som användes till bryggningen av dryckerna. PFAS påträffades inte i något prov från övriga livsmedelsgrupper (spannmål, bakverk, kött, vegetabiliska ersättningsprodukter, mejeri mager, mejeri fet, vegetabiliska drycker, fetter och oljor, grönsaker, frukter, potatis, socker och sötsaker, drycker) (Livsmedelsverket 2024a).

Analysen av enskilda livsmedelsprover från butik (totalt 107 prover) gav samma bild över förekomst av PFAS i livsmedel som matkorgsproverna, men visade även på förekomst i viltkött (vildsvin och ren) samt i ett prov av leverpastej (Lindfeldt et al 2024). Samtliga uppmätta halter var lägre än de livsmedelsgränsvärden som finns för kött, fisk, skaldjur och ägg. En översiktlig bild över resultaten från matkorgen samt enskilda livsmedelsprover från butik presenteras i Figur 2 nedan.



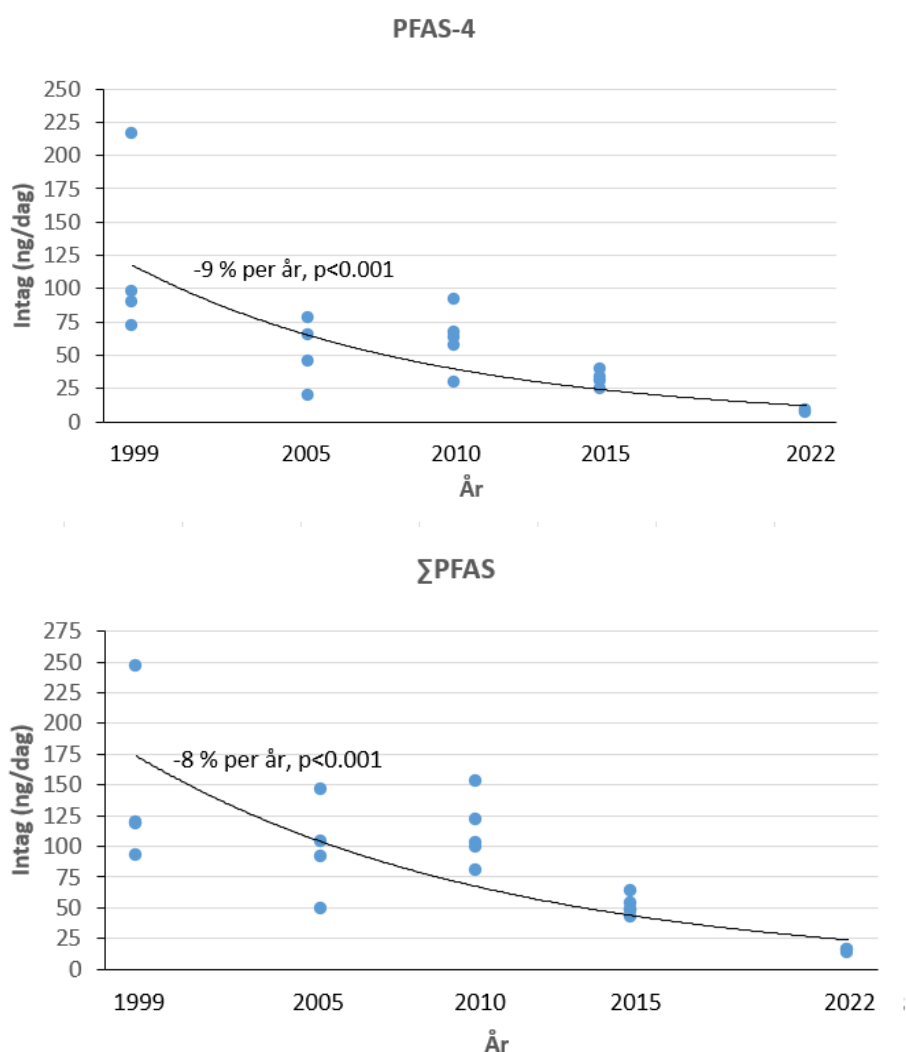
Figur 2. Medelhalter av PFAS-4 samt övriga PFAS (ng/g) för olika grupper av fisk och skaldjur (n=1–9), kött (n=2–5), ekologiska ägg (n=2) och matkorgsgrupperna ägg, samt fet och mager fisk (n=3). Resultaten redovisas som lower bound, vilket innebär att alla halter under detektionsgränsen har satts till noll.

Exponeringsuppskattningar för småbarn, ungdomar och vuxna visar att större delen av den svenska befolkningen, förutom småbarn, har ett intag av PFAS-4 som är lägre än Efsas TVI och att det finns utrymme för konsumtion av fisk i enlighet med Livsmedelsverkets kostråd (2–3 gånger/vecka) samt konsumtion av dricksvatten med en halt vid det kommande dricksvattengränsvärdet (4 ng PFAS-4/L). Mindre barn har en högre exponering, vilket är väntat, då barn äter mer i förhållande till sin kroppsvikt jämfört med vuxna. Även Efsa konstaterar detta förhållande i sin riskvärdering från 2020, och menar att detta inte behöver innebära en risk då barnen passerat den känsliga perioden (foster och amningsperioden) och halterna i kroppen kommer att sjunka när barnet växer (Efsa, 2020).

Exponeringsuppskattningar gjordes även för summan av analyserade PFAS (totalt 14 PFAS) och vid jämförelse med PFAS-4 så utgör dessa 4 PFAS ca 60 % av totalsumman. Detta visar att den svenska befolkningen exponeras för fler PFAS än de fyra som Efsa har fastställt ett TVI för och att det därför finns ett behov av hälsobaserade riktvärden för fler PFAS.

4.1.1 Exponeringen via livsmedel minskar

Resultaten från matkorgundersökningarna visar att exponeringen för PFAS har minskat över tid och i Matkorgen 2022 hade färre livsmedelsgrupper kvantifierbara halter av PFAS jämfört med tidigare undersökningar. Det beräknade medelintaget av PFAS har sjunkit med ca 8 % och för PFAS-4 med ca 9 % per år, se figur 4 (Livsmedelsverket 2024a). Detta stämmer väl överens men de sjunkande halter som ses i biomonitoreringsstudier i befolkningen vilket beskrivs i kapitel 4.1.7. Uppskattningen av medelintaget av PFAS beror inte bara på koncentrationen av PFAS i respektive livsmedelsgrupp utan även på den beräknade konsumtionen. Vid jämförelse av PFAS-halter i livsmedelsgruppen fisk så minskade halterna mellan 1999 och 2022 med ca 5 % per år.



Figur 4. Intaget (ng/dag) av PFAS-4 och summan av alla analyserade PFAS från Livsmedelsverkets matkorgundersökningar 1999, 2005, 2010, 2015 och 2022. Medelintaget har sjunkit sedan 1999 med 9 % för PFAS-4 och 8 % för summan av alla analyserade PFAS.

4.1.2 Fisk och Skaldjur

De högsta PFAS-halterna i livsmedel från butik påträffades i fisk och skaldjur, men var för samtliga prov under gällande livsmedelsgränsvärden. Uppmätta halter var högre i insjöfisk jämfört med i fisk från havet. För havsfisk påträffades högst halter i strömming och lax från Östersjön. Odlad fisk innehöll lägre halter än vildfångad fisk.

Resultaten stämmer väl överens med resultat från tidigare undersökningar. Fisk från kontaminerade sjöar kan innehålla höga halter av PFAS som vid konsumtion kan ge ett betydande bidrag till vår exponering. Livsmedelsverket har sedan flera år tillbaka gett stöd till lokala kontrollmyndigheter vid framtagande av kostråd för fisk från sådana sjöar. I dagsläget har Livsmedelsverket stöttat i över 40 ärenden och lokala kostråd finns nu för flera sjöar i Sverige, bland annat för Vättern och Storsjön.

PFAS påträffades även i skaldjur och musslor. För kräftor var uppmätt halt högre i ett samlingsprov från Väneren och Vättern jämfört med provet bestående av spanska kräftor. Testfakta och Naturskyddsföreningen har 2022 och 2023 uppmärksammat att svenska kräftor inköpta i butik kan innehålla PFAS i halter över gällande livsmedelsgränsvärden (Naturskyddsföreningen, 2023). Livsmedelsverket har inom livsmedelskontrollen samlat in kräftor från Vättern och resultaten bekräftar Naturskyddsföreningens och Testfaktas analysresultat.

Färska kräftor från Hjälmaran och Mälaren har analyserats på uppdrag av Hjälmarans vattenvårdsförbund (Karlsson et al. 2024) och Järfälla kommun (Waldetoft och Karlsson, 2023). För samtliga prover var uppmätta halter under gällande livsmedelsgränsvärden.

Exponeringsuppskattningarna visar att medianexponeringen för PFAS-4 ligger under Efsas TVI för småbarn, ungdomar och vuxna när PFAS-halterna för mager och fet fisk från Matkorgen 2022 används. Men det finns en andel som överskrider, särskilt småbarn där upp till 19 % beräknas ha ett högre intag än TVI. Om i stället halterna av PFAS i fisk från enskilda fiskprover används så ger de beräkningarna en högre exponering i samtliga åldersgrupper. Detta är dock troligen en överskattning av exponeringen till följd av upplägget av frågor i undersökningens kostenkät som bygger på självskattat intag.

När det gäller konsumtion av insjöfisk och skaldjur vid en halt motsvarande livsmedelsgränsvärdena, så är medianexponeringen under Efsas TVI för samtliga åldersgrupper. Detta beror till stor del på att konsumtionen är låg, särskilt hos barn och ungdomar. Dock visar studien utförd av Linköpings universitet att högkonsumenter av insjöfisk generellt har högre koncentrationer PFAS i blodplasma jämfört med icke konsumenter (Helmfrid et al. 2024). Studien bekräftar att konsumtion av insjöfisk kan vara en bidragande exponeringskälla till PFAS i allmänbefolkningen.

Fisk kan förutom PFAS också innehålla andra miljögifter, samtidigt som det är ett nyttigt livsmedel. Att äta fisk och skaldjur bidrar till att minska risken för flera folksjukdomar och undersökningar visar att den svenska befolkningen skulle behöva äta mer fisk för hälsans skull. För att förbättra kunskapen kring både riskerna och nyttan med att äta fisk arbetar Efsa med en ny bedömning för att väga dessa mot varandra. Arbetet pågår och beräknas vara klart omkring år 2026. Denna vetenskapliga bedömning av risker och nyttor med fisk kommer vara mycket viktig för Livsmedelsverkets eventuella revidering av kostråden för fisk. Resultaten från detta regeringsuppdrag visar också att för PFAS är det möjligt att följa kostrådet om att äta fisk 2–3 gånger per vecka om man varierar vilken typ av fisk man äter.

4.1.3 Ägg

PFAS påträffades i de tre proven i matkorgsstudien bestående av samlingsprov med både ekologiska och konventionella ägg. Vid analys av enskilda livsmedel påträffades PFAS endast i de ekologiska äggen. Analyser av ägg inom livsmedelskontrollen visar på samma mönster. Under 2024 har Livsmedelsverket inom ramen för livsmedelskontrollen analyserat ägg från 20 större producenter, 13 ekologiska och 7 konventionella. PFAS låg under detektionsgränsen i de konventionella äggen men påträffades i 11 av 13 prover av ekologiska ägg. Uppmätta halter i ägg från butik analyserade inom regeringsuppdraget, samt inom livsmedelskontrollen under 2024, har i samtliga fall varit under gällande livsmedelsgränsvärden.

Högre halter av PFAS i ekologiska ägg jämfört med i konventionella ägg har också setts i Danmark och Finland (Granby et al. 2024; Finlands Livsmedelsverk, 2023). Orsaken till de högre halterna har i Danmark visats vara det fiskmjöl som används inom den ekologiska äggproduktionen. De högre halterna i ekologiska jämfört med konventionella ägg i Sverige beror sannolikt också på användningen av fiskmjöl i hönsfodret.

Uppmätta halter i ekologiska ägg producerade i Sverige är lägre än vad som uppmätts i Danmark och Finland vilket troligen beror på åtgärder som svenska producenter redan vidtagit för att sänka halterna av dioxiner, en annan grupp miljögift som också förekommer i fiskmjöl.

Orsaken till att fiskmjöl används inom äggproduktionen är att Europaparlamentet och Rådets förordning om ekologisk produktion (EU, 2018) inte tillåter användning av syntetiska aminosyror. Högproduktiva värphöns behöver tillskott av vissa aminosyror för att behålla sin hälsa och må bra. Fiskmjöl behövs därför ur ett djurhälsoperspektiv. För att sänka halterna PFAS (och dioxin) i ekologiska ägg ytterligare behövs alternativ till fiskmjölet, antingen nya foderkällor som innehåller tillräckligt av aminosyror eller en förändring av regelverket så att syntetiska aminosyror tillåts.

Högre PFAS-halter påträffades i ägg från hobbybesättningar jämfört med ägg inköpta i butik. Inom ramen för regeringsuppdraget har ägg samlats in från 17 hobbybesättningar i anslutning till ett förorenat område, en industri och från en storstadsregion, samt från tre hobbybesättningar på landsbygden för att få en bild

av bakgrund. PFAS påträffades i ägg från 19 av 20 besättningar. Uppmätta halter PFAS-4 var i intervallet 0,056–15 ng/g vilket utgjorde 30–100 % av uppmätta PFAS. PFAS i halter över livsmedelslagstiftningens gränsvärden påträffades i ägg från hälften av hobbybesättningarna. Högst halter uppmättes i ägg från besättningar i storstadsregionen. Ägg från 10 av 13 av dessa innehöll PFAS i halter över livsmedelsgränsvärdena. Inga prov från de tre besättningarna i anslutning till ett förorenat område eller de tre besättningarna från opåverkad miljö överskred gränsvärdena.

Scenarierna från exponeringsberäkningarna visar att konsumtion av ekologiska ägg ger ett högre intag av PFAS jämfört med konsumtion av konventionella ägg (Lindfeldt et al. 2024). Medianexponeringen hamnar dock under TVI för samtliga åldersgrupper även om all äggkonsumtion består utav ekologiska ägg. Om all äggkonsumtion skulle bestå av ägg med innehåll av PFAS-halter i nivå med livsmedelsgränsvärdet så skulle medianexponeringen vara under TVI för samtliga åldersgrupper förutom 1,5-åringarna.

Konsumtion av ägg från hobbybesättningar riskerar dock att leda till högre exponering (Hallberg et al. 2025). Om mer än 5–10 % av äggkonsumtionen utgörs av ägg med en PFAS-halt motsvarande den högsta uppmätta i ägg från hobbybesättning (15 ng/g PFAS-4) överskrider den beräknade medianexponeringen TVI för småbarn (1,5-åringar och 4-åringar) och för vuxna.

4.1.4 Kött

PFAS påträffades inte i något av samlingsproven från livsmedelsgrupp ”kött” i matkorsstudien. PFAS påträffades inte heller i något enskilt prov av nöt, fläsk, lamm, kyckling eller blodpudding från butik. Dock påträffades PFAS i samtliga prov av vildsvin och ren samt i ett av två prov av leverpastej.

I undersökningen av nötkött producerat i anslutning till förorenade områden påträffades PFOS i kött från samtliga undersökta gårdar. Uppmätta halter PFOS var i intervallet 0,020–1,9 ng/g. För en av gårdarna uppmättes halter över livsmedelslagstiftningens gränsvärde i tre av fyra analyserade prov (Hallberg et al. 2025).

Då de analyserade proverna från butik för livsmedelsgruppen kött i matkorsundersökningen inte innehöll några kvantifierbara halter av PFAS beräknades i stället scenarier där kött med PFAS-innehåll vid livsmedelsgränsvärdet (1,3 ng PFAS-4/g) konsumeras. Konsumtion av kött är större jämfört med till exempel ägg och fisk och ger därmed ett betydande bidrag till exponeringen hos barn och unga om köttet innehåller halter vid gränsvärdet.

Beräkningar av konsumtion av kött vid medianhalten av PFAS-4 i kött producerat vid gårdar i anslutning till förorenade områden visade endast på ett litet ökat bidrag till intaget jämfört med bakgrundsexponeringen från ägg och fisk även om köttet konsumeras upp till 3 gånger i veckan. Används däremot den högsta uppmätta halten i köttet, dvs 1,9 ng /g visar beräkningarna att TVI överskrider om en eller flera portioner per vecka konsumeras, vilket är särskilt tydligt för barn.

PFAS påträffades även i vildsvin och ren. På samma sätt som för gruppen kött gjordes scenarioberäkningar för exponeringen vid en halt i nivå med livsmedelsgränsvärdet för viltkött (9 ng PFAS-4/g) men även för den faktiska uppmätta halten i vildsvin (1,4 ng PFAS-4/g). Då gränsvärdet för viltkött är högre än för annat kött överskrider medianexponeringen TVI för samtliga åldersgrupper, även då endast 5 % av den totala köttkonsumtionen har PFAS-halter vid gränsvärdet. Däremot visar exponeringsberäkningarna gjorda på den uppmätta halten i vildsvin att en liten andel (5 %) av den totala köttkonsumtionen kan innehålla den uppmätta halten utan att TVI överskrids hos barn och att en större mängd kött kan konsumeras av ungdomar och vuxna (10 %).

Dessa scenarier med en konsumtion av kött och viltkött vid gränsvärdena är troligen överskattade men det kan finnas delar av befolkningen med en högre exponering. Exempel kan det vara personer som konsumerar lokalt producerat kött i anslutning till ett förorenat område eller som äter stora mängder vildsvinskött. Likaså om en stor del av viltköttet som konsumeras kommer från ett förorenat område.

4.1.5 Mejeriprodukter

PFAS påträffades inte i något av samlingsproven från livsmedelsgrupperna ”mejeri mager” och ”mejeri fet” i matkorgsundersökningen.

I undersökningen av animaliska livsmedel producerade i anslutning till förorenade områden analyserades mjölkprover från gårdstank från 22 gårdar. PFAS, huvudsakligen PFOS, påträffades i 19 av 22 prov. Uppmätta halter var av samma storleksordning som i en tidigare undersökning av mjölk provtaget inom livsmedelskontrollen (Johansson et al. 2014). PFOA detekterades endast i ett prov och uppmätt halt var över det riktvärde som ges i Kommissionens rekommendation om övervakning av högfluorerade ämnen i livsmedel (EU, 2022). Utvärdering av data i relation till riktvärdet för PFOA begränsas dock av bristande känslighet i den kemiska analysen. För övriga detekterade PFAS var uppmätta halter lägre än riktvärdena. Uppmätt halt PFAS-4 var som högst cirka 25 % av summan av riktvärdena för PFAS-4. Uppmätta halter tyder inte på någon tydlig påverkan på mjölken till följd av lokal förorening utan bedöms vara en följd av bakgrundsbelastning.

Exponeringen för PFAS-4 i den svenska befolkningen via mejeriprodukter är sannolikt låg. PFAS påträffades inte i mejeriprodukter i matkorgsundersökningen och uppmätta halter i prover från gårdstank i anslutning till förorenade områden var generellt under de riktvärden som finns för respektive PFAS. Ingen PFAS har vidare påträffats i mjölk från mejeri i samband med de analyser som gjorts av branschorganisationen LRF Mjölk (personlig kommunikation LRF 2024).

4.1.6 Vegetabilier

PFAS påträffades inte i något prov från matkorgsundersökningen eller i enskilda livsmedel från butik som utgjordes av frukt, bär, grönsaker, rotfrukter, svamp eller

andra vegetabilier (spannmål, bakverk, vegetabiliska ersättningsprodukter, socker och sötsaker, vegetabiliska drycker) (Lindfeldt et al. 2024).

I matkorsundersökningen 2015 påträffades PFAS i delar av proven från de vegetabiliska livsmedelsgrupperna (Livsmedelsverket, 2017). Uppmätta halter var i nivå med eller lägre än rapporteringsgränsen för analysen av 2022 års prover. I nyligen genomförda undersökningar av livsmedel i Nederländerna och Belgien med 10–100 gånger högre analyskänslighet har PFAS påträffats i delar av de vegetabiliska livsmedlen (RIVM, 2023; Van Leeuw et al. 2024). Skillnader i analyskänslighet och/eller minskande halter skulle kunna förklara att inga PFAS påträffades i vegetabiliska prover i matkorsundersökningen eller i enskilda livsmedel från butik analyserade inom regeringsuppdraget.

Analyskänsligheten var inte tillräckligt hög för att kunna utvärdera resultaten i relation till EU-kommissionens rekommendation om övervakning av högfluorerade ämnen i livsmedel. Avsaknad av uppmätta halter samt otillräcklig analyskänslighet begränsar möjligheten att utvärdera bidrag från vegetabilier till exponeringen.

I undersökningen av svamp (blek taggsvamp) och bär (lingon, blåbär och hallon) från Frösön påträffades PFAS i samtliga prov (Ecke et al. 2024). Uppmätta totalhalter var dock av samma storleksordning som i prover från opåverkade referensområden. I ett av tre svampprov från Frösön avvek dock PFAS-profilen. Fler enskilda PFAS detekterades jämfört med i övriga prov och uppmätta halter PFOA och PFHxS var högre än riktvärdena i EU-kommissionens rekommendation om övervakning av högfluorerade ämnen i livsmedel, vilket skulle kunna bero av den lokala föroreningssituationen.

4.1.7 Mätningar i människa och i livsmedel kompletterar varandra

PFAS finns i hela Sveriges befolkning

Inom den Hälsorelaterade miljöövervakningen (HÄMI) mäts regelbundet PFAS i olika befolkningsgrupper (<https://ki.se/imm/halsorelaterad-miljoovervakning>). Till exempel analyseras blodserum från gymnasieungdomar i Skåne vart fjärde år och från förstagångsföderskor i Uppsala och deras barn samlas blodserum in varje år för analys (den så kallade POPUP-studien). I serumprover från dessa kvinnor i Uppsala görs också analyser av den totala mängden fluor som kommer från fluorinnehållande organiska ämnen och benämns som EOF (extraherbart organiskt fluor (Miaz et al. 2020; Mustafa et al. 2024).

I Livsmedelsverkets matvaneundersökning Riksmaten mäts också PFAS. Senaste undersökningen genomfördes 2022 och prover samlades in från småbarn. Tidigare har undersökningen genomförts bland ungdomar (2016–2017) och vuxna (2010–2011). Inom de närmsta åren planeras nästa undersökning bland vuxna att genomföras. Genom dessa studier erhålls exponeringsdata på en nationell nivå då prover samlas in från hela landet och jämförelser kan göras mellan olika regioner. Till samtliga biomonitoreringsstudier inom HÄMI finns en tillhörande enkät som bland annat innehåller frågor om kost.

I de undersökningar som görs inom HÄMI visar resultaten att alla individer har mätbara halter av PFAS i sitt blod. Generellt utgör PFAS-4 den allra största delen av de undersökta PFAS. Studier av EOF visar dock att summan av kända PFAS utgör 11–86 % av allt organiskt fluor, vilket indikerar att vi även exponeras för oidentifierade fluorerade ämnen (Miaz et al. 2020; Aro et al. 2021; Pennoyer et al. 2023).

Sjunkande halter i Sveriges befolkning

Undersökningarna av ungdomar i Skåne och förstagångsföderskor i Uppsala har pågått sedan ett tiotal år tillbaka och ger därmed möjlighet att utvärdera tidstrender. Halterna av PFAS i blod sjunker och för PFAS-4 är minskningen per år cirka 5 % i förstagångsföderskorna under 2011–2022 (Miaz et al. 2020; Norén et al. 2021; Gyllenhammar et al. 2023). I flera studier har ett större antal PFAS analyserats (>47) men endast ett fåtal PFAS detekterats (främst PFOA, PFOS, PFHxS, PFNA och PFUnDA) (Miaz et al. 2020; Aro et al. 2021; Gyllenhammar et al. 2023). Detta är positivt och tyder på att reglering och substitution av PFAS med *långa* fluorerade kolkedjor inte har lett till ökade halter av PFAS med *korta* fluorerade kolkedjor vilka kan vara nedbrytningsprodukter från PFAS-prekursorer och ersättningsämnen.

Minskande halter över tid för PFAS ses även i studier från andra länder som till exempel i den amerikanska undersökningen National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) (Sonnenberg et al. 2023).

Beräknad och uppmätt exponering i förhållande till hälsobaserade riktvärden

Intagsberäkningarna visar på en beräknad exponering från livsmedel medan analyser av blod visar på den totala exponeringen från alla källor. I Efsas riskvärdering av PFAS finns beräknade hälsobaserade riktvärden för både intaget (TVI) och för blodhalter, se kapitel 2.1. För 1,5-åringarna från Riksmaten småbarn visar Livsmedelsverkets intagsberäkningar att ca 40 % av barnen har ett intag av PFAS-4 från livsmedel och dricksvatten över Efsas TVI (Lindfeldt et al. 2024). Detta kan jämföras med uppmätta halter av PFAS-4 i blodserum i samma åldersgrupp där endast 4,5 % av barnen hade halter över Efsas hälsobaserade riktvärde för 1-åringar (17,5 ng/mL) (Livsmedelsverket, 2025). För kvinnor visade intagsberäkningarna från mat och dricksvatten i stället att endast 3 % har ett högre intag än TVI (Lindfeldt et al. 2024) men i Livsmedelsverkets undersökningar av PFAS i blodserum hade en femtedel av 18-åriga kvinnor i studien Riksmaten ungdom halter av PFAS-4 över det hälsobaserade riktvärdet för blivande mammor (6,9 ng/mL) (Livsmedelsverket och Naturvårdsverket 2020). För äldre kvinnor, förstföderskor från Uppsala, hade hälften högre halter i blodet än önskvärt (Gyllenhammar et al. 2023). Detta kan sannolikt bero på att exponeringen för PFAS har varit högre historiskt och att det tar flera år att utsöndra PFAS från kroppen, vilket medför att äldre personer generellt har högre halter.

Resultat från Riksmaten ungdom ingick i EU-projektet Human Biomonitoring for Europe (HBM4EU, hbm4eu.eu). Jämfört med övriga länder hade svenska

ungdomar bland de högsta halterna av PFAS-4 i blodet och 23 % låg över Efsas hälsobaserade riktvärde för blivande mammor (Bil et al. 2023). Generellt i europeiska ungdomar kunde högre serumhalter associeras med konsumtion av fisk och ägg. Biomonitorering på europainivå fortsätter nu inom EU-projektet Partnership for the Assessment of Risks from Chemicals (PARC, eu-parc.eu) inom vilket serumprover från ungdomar från olika regioner i Sverige kommer att ingå.

Sammantaget visar detta att intagsberäkningar som uppskattar exponeringen från livsmedel och uppmätta halter i blod kompletterar varandra. Intagsberäkningar visar vilka livsmedel som bidrar mest till exponeringen och var det är viktigast att sätta in åtgärder för att sänka blodhalterna i befolkningen, för att skydda folkhälsan.

4.2 Förorening av animaliska livsmedel via miljön

4.2.1 Beräknade maximala intag indikerar att animaliska livsmedel kan förorenas

Animaliska livsmedel (ägg, kött och mjölk) kan förorenas med PFAS om produktionsdjuren exponeras via foder, vatten och/eller jord. Som en del i Regeringsuppdraget har Sveriges lantbruksuniversitet beräknat vilka maximala intag av PFAS, och utifrån dessa intag, vilka halter i foder, vatten och jord som kan ge upphov till halter över gällande riktvärden för mjölk och över gällande gränsvärden för ägg och för kött från nöt, får och kyckling (Nyström-Kandola et al. 2023).

Beräknade maximala halter i vatten till produktionsdjur är av en storleksordning som är vanligt förekommande i yt- och grundvatten i områden med lokala föroreningskällor så som brandövningsplatser (Naturvårdsverket, 2016). Beräknade maximala halter i jord är vidare av samma storleksordning som i yttlig jord i skogsmark från bakgrundsområden (Söregård et al. 2022; SGU, 2024). Detta indikerar att det inte kan uteslutas att animaliska livsmedel som produceras där det finns PFAS-förorening i vatten och/eller mark, kan förorenas med PFAS över gällande rikt- och gränsvärden.

Beräknade maximala halter baseras på tillgänglig kunskap vilken i vissa avseenden är begränsad. Vidare finns det en variation i parametrar av betydelse för beräkningarna, så som överföringsfaktorer och storlek på intag av vatten och foder. Undersökningar av upptag av PFAS i växter från jord visar på stor spridning mellan studier.

Även den specifika föroreningssituationen kan behöva beaktas vid bedömning av sannolikhet för kontamination. Vilka halter i vatten, foder och jord som utgör ett problem beror dels av om exponering bara sker via en exponeringsväg, till exempel vatten, eller om det sker en blandexponering där till exempel både foder och vatten

är kontaminerat. Vidare är det av betydelse hur stor andel av konsumerat vatten och/eller foder som är förorenat. Beräkningar för olika scenarion visar att vilka halter som kan leda till att livsmedel kontamineras kan variera stort varför platsspecifika bedömningar av risker och hantering av dessa är av betydelse.

4.2.2 Analys av animaliska livsmedel bekräftar risk för förorening

Genomförda analyser av PFAS i animaliska livsmedel producerade i anslutning till förorenade områden visar att lokal förorening av animaliska livsmedel förekommer i Sverige. Uppmätta halter i mjölk från gårdstank visar inte på någon tydlig påverkan men i nötkött påträffades PFOS i prov från samtliga deltagande nötköttsproducenter, i kött från en av producenterna i halter över livsmedelsgränsvärdet.

Tydligt förhöjda PFAS-halter kunde ses i ägg från hobbybesättningar. Uppmätta halter var tydligt förhöjda, jämfört med vad som ses i ägg från konventionell produktion, i ägg från storstadsregionen, men även i ägg från område utan några kända potentiella föroreningskällor.

Insamlade foder, vatten- och jordprover har vid tidpunkten för framtagandet av denna skrivelse ännu inte hunnit analyseras. När dessa prover är insamlade kommer resultaten förhoppningsvis kunna ge en bättre bild av orsaker till föroreningen av ägg och nötkött.

4.2.3 Analys av blodserum kan stödja riskbedömning och riskhantering

Provtagning och analys av blodserum är ett möjligt verktyg för att bedöma sannolikhet för förhöjda PFAS-halter i kött före slakt. Vid förhöjda serumhalter kan riskreducerande åtgärder vidtas, som möjliggör att köttet uppfyller livsmedelslagstiftningens krav vid slakt. Danska Fødevarestyrelsen har tagit fram indikatorvärden för blodserum för nötkreatur och för får. Om uppmätt halt är lägre än dessa indikatorvärden ska det kunna uteslutas att PFAS-halten i köttet överskrider livsmedelslagstiftningens gränsvärden. Genomförda parallella mätningar av PFAS i blodserum och nötkött inom regeringsuppdraget visar att det finns en variation i fördelningen. Resultaten visar att det danska indikatorvärdet för de flesta djuren är tillräckligt. För vissa djur är dock riktvärdet otillräckligt medan det för vissa individer är mer restriktivt än nödvändigt. Kunskap avseende vad som förklarar denna variation är av betydelse för att utveckla kostnadseffektiva provtagningsstrategier för att bedöma om kött kan innehålla PFAS-halter över livsmedelsgränsvärden innan djuren går till slakt.

4.2.4 Avbruten exponering kan sänka PFAS-halterna snabbt

Halveringstiden för PFAS är den tid det tar för PFAS-halterna att sjunka till hälften i djuren om djuren får rent foder och/eller vatten efter en PFAS-exponering. För ägg, slaktkyckling, mjölkkor, nötdjur och får är halveringstiderna för PFAS-4

relativt korta. För PFOS varierar halveringstiden för dessa djurslag mellan 3–4 dagar (värphöna) och 74 dagar (köttdjur). För övriga PFAS som ingår i PFAS-4 är halveringstiderna ännu kortare. De korta halveringstiderna gör det möjligt att sänka halterna relativt snabbt om exponeringen kan avbrytas genom byte till vatten och/eller foder som inte är förorenat.

I gris är halveringstiderna för PFAS-4 dock långa, varför det inte är möjligt att sänka halterna nämnvärt genom att sätta in rent foder och vatten före slakt vid 6–7 månaders ålder.

5. Bedömningar

I uppdraget har ingått att redovisningen ska innehålla förslag på fortsatta åtgärder för att säkerställa kunskap om PFAS i livsmedel. Nedan följer Naturvårdsverkets, Livsmedelsverkets och Jordbruksverkets gemensamma bedömningar.

5.1 Det behövs kunskapsstöd för riskbedömning och hantering vid potentiell kontaminering av livsmedelsproduktion

För att förbättra förutsättningarna för att utvärdera och kostnadseffektivt hantera potentiell negativ påverkan för primärproduktionen, bedömer Naturvårdsverket, Livsmedelsverket och Jordbruksverket att den kunskap som tagits fram inom regeringsuppdraget behöver omsättas i kunskapsstöd. Detta är även av betydelse för att begränsa exponeringen av människor till följd av lokal förorening. Ytterligare kunskap om upptag, ackumulering och halveringstider av PFAS i djur, samt undersökningar av halter i och intag via foder, vatten och mark skulle stärka det fortsatta arbetet med att ta fram kunskapsstöd.

Genomförda undersökningar inom regeringsuppdraget visar att lokal förorening, till exempel i anslutning till förorenade områden, kan resultera i förhöjda PFAS-halter i animaliska livsmedel i Sverige. Vi bedömer därför att det behövs kunskapsstöd för att riskbedöma och hantera en sådan situation. Detta behövs både för livsmedelsproducenter och tillsynsmyndigheter inom livsmedelsproduktionen, samt för berörda parter inom tillsyn och prövning av förorenade områden och förorenande verksamheter. Kunskap som sammanställts och som tagits fram inom detta regeringsuppdrag kan utgöra en grund för det fortsatta arbetet med kunskapsstöd. Vi bedömer dock att ytterligare kunskap skulle stärka det fortsatta arbetet.

- *Ytterligare kunskap behövs om upptag, ackumulering och halveringstider av PFAS i djur.*

Sveriges lantbruksuniversitets genomgång av befintlig kunskap om upptag, ackumulering och halveringstider i produktionsdjur visar att datatillgången är begränsad. Det behövs ytterligare kunskap avseende hur biologisk variation i upptag och eliminering, mellan individer och djurkategorier, ser ut och vad som förklarar variationen. Genomförda parallella mätningar av PFAS i nötkreatur inom regeringsuppdraget visar att det finns en variation i fördelningen mellan kött och blodserum. Det behövs ytterligare kunskap avseende vad som förklarar denna variation. Mer kunskap inom dessa områden skulle förbättra möjligheterna att utveckla kostnadseffektiva provtagningsstrategier för att bedöma om kött riskerar att innehålla PFAS-halter över livsmedelsgränsvärden innan djuren går till slakt.

Ytterligare kunskap avseende vad som händer vid en avbruten exponering skulle underlätta framtagandet av kostnadseffektiva hanteringsåtgärder om risk för kontaminering föreligger.

- *Ytterligare kunskap behövs om halter i och intag via foder, vatten och mark för produktionsdjur.*

Inom regeringsuppdraget har prover av det vatten, foder och jord som produktionsdjuren kan exponeras för samlats in i samband med undersökningarna av nötkött, mjölk och hobbyägg. Analys av dessa prover pågår. Vi bedömer dock att ytterligare undersökningar av halter i och intag via foder, vatten och mark för produktionsdjur skulle förbättra kunskapen avseende risk för förorening av animaliska livsmedel i Sverige. För hobbyägg behövs ytterligare undersökningar för att identifiera vad som påverkar halterna och vad det finns för möjliga hanteringsåtgärder för att minska risken för förorening.

Ytterligare undersökningar av PFAS-halter i foder kan vidare bidra till Efsas arbete med att ta fram gränsvärden för foder.

5.2 Det behövs en stabil övervakning av PFAS i människa, miljö och livsmedel

För att upptäcka och hantera risker för förorening med PFAS i miljön och i livsmedel, i syfte att skydda folkhälsan, bedömer Naturvårdsverket, Livsmedelsverket och Jordbruksverket att det behövs en robust och kontinuerlig miljöövervakning och livsmedelskontroll. Vi bedömer också att kartläggningar av PFAS i livsmedel behöver utökas för att öka kunskapen om halter och exponering i den svenska befolkningen.

Övervakning av miljö- och hälsoskadliga föroreningar som PFAS är ett viktigt verktyg för att skapa förutsättningar för att identifiera, prioritera samt hantera och åtgärda risker som exponering för PFAS kan bidra till. Inom miljöövervakningen följs förekomst av PFAS i miljön och i olika befolkningsgrupper över tid för att identifiera om exponeringar ökar eller minskar. Kunskap om kemikalieexponering via livsmedel är centralt för arbete med riskvärdering och riskhantering, för att följa hur exponeringen förändras och om åtgärder såsom gränsvärden och kostråd leder till minskade halter. Ett kontinuerligt arbete med ett robust system är en förutsättning för kunskapsförsörjningen och för att förhindra negativa effekter på miljö och folkhälsa.

Möjlighet att utveckla miljöövervakningen med avseende på PFAS.

Miljöövervakningen, i form av screeningundersökningar, behöver utvecklas och stärkas för att öka möjligheterna att upptäcka nya risker med PFAS. Screeningundersökningar ger möjlighet att upptäcka nya PFAS genom att utveckla analysmetoder och kan även rikta insatser för att upptäcka nya spridningsvägar. På så sätt kan dessa undersökningar användas för att upptäcka exponering för PFAS

som inte redan ingår i den löpande övervakningen. Undersökningarna kan användas som beslutsunderlag för om det behövs åtgärder för att hantera risker som kan orsaka hälso- och miljöproblem.

Biomonitorering av humanprover och undersökningar i livsmedel kompletterar varandra.

De halter av PFAS som mäts i humanprover ger en samlad bild över den totala exponeringen i den befolkningsgrupp som undersöks. För att minska exponeringen är det viktigt att förstå *hur* vi exponeras. Vad vi äter anses vara den största källan för exponering och det är därmed viktigt att mäta PFAS kontinuerligt även i livsmedel. Det är även av stor vikt att undersöka vad och hur mycket den svenska befolkningen äter för att uppskatta matens betydelse för exponeringen. Genom att följa befolkningen och olika livsmedel över tid kan detta visa på om åtgärder för att minska exponeringen gett önskad effekt. En mer ambitiös insamling av humanprover på nationell nivå skulle kunna medföra att en förhöjd exponering inom ett geografiskt område upptäcks samt ge bättre underlag för de exponeringsberäkningar som görs där underlag från Livsmedelsverkets matvaneundersökningar kombineras med kartlägningsstudier och matkorgsundersökningar.

En utökad insamling av biomonitoreringsdata som dessutom görs på ett harmoniserat sätt inom EU skulle öka användbarheten inom riskbedömningar och kemikaliepolycyn. Det skulle också öka möjligheten att förstå kopplingar till olika livsstils- och socioekonomiska faktorer samt till hälsoeffekter. Det ökar även möjligheten att utreda exponeringskällor och se samband med annan miljödata.

Ändamålsenlig mätning av halter i livsmedel samt livsmedelskontroll.

Livsmedelskontrollen är ett viktigt verktyg för att verifiera att livsmedelsföretagen följer lagstiftningen. Den bidrar till att skydda folkhälsan och stärker konsumenternas förtroende för livsmedelsindustrin. Kontrollen av hälsoskadliga ämnen inom livsmedelskontrollen sker dock i första hand genom verifiering av företagens egen kontroll som bland annat omfattar gränsvärden. Provtagning i offentlig kontroll utförs generellt vid specifika situationer, t ex vid misstanke om att specifika livsmedel överskrider gränsvärden och då som stickprov.

Kunskapen om halterna av PFAS i livsmedel som produceras i Sverige är ännu låg. Det finns därför ett behov av kontinuerliga kartläggningar av PFAS i färdiga livsmedel samt primärprodukter, både från vegetabilieproduktion och av animaliska produkter som produceras i Sverige. Ett sådant nationellt kunskapsunderlag är viktigt för att även tillvarata Sveriges intressen då kommande gränsvärden för PFAS diskuteras i nya kategorier av livsmedel. Kommissionen har år 2022 utfärdat en rekommendation om övervakning av PFAS i livsmedel för att samla underlag inför kommande gränsvärdesdiskussioner (Kommissionens rekommendation (EU) 2022/1431). Det är angeläget att Sverige kan leverera analysdata för att ha inflytande på diskussionerna kring nivåerna för gränsvärdena. Dessa data kan också användas för riskbedömningar och riskvärderingar för analyserade nivåer. Livsmedelsverket bör därför få ekonomisk kapacitet att genomföra sådana kartläggningar, provtagningar och analyser.

5.3 Det behövs hälsobaserade riktvärden för fler PFAS

De hälsobaserade riktvärdena behöver bättre spegla den verkliga exponeringen av PFAS-ämnen. Naturvårdsverket, Livsmedelsverket och Jordbruksverket bedömer därför att det behövs hälsobaserade riktvärden för fler PFAS än de fyra för vilka Efsa tagit fram ett tolerabelt veckointag och för vilka det finns livsmedelsgränsvärden.

Matkorgsstudien visar att dessa fyra PFAS (PFAS-4) utgör omkring 60 % av exponeringen av analyserade PFAS i livsmedel. Det viktigaste underlaget vid riskvärdering är idag Efsas bedömning av PFAS från 2020, där ett hälsobaserat riktvärde tagits fram för endast PFAS-4. Resultaten från detta regeringsuppdrag bekräftar behovet av riskvärderingar av fler PFAS-ämnen. Det finns också ett behov av metoder för att kunna riskvärdera och hantera PFAS som grupp eftersom människor exponeras för en blandning och inte för enstaka PFAS.

Internationellt arbete som pågår just nu är utvärderingar av trifluorättiksyra (TFA) av både Echa och Efsa. Att Efsa fastställer ett hälsobaserat riktvärde för TFA kommer vara viktigt för den fortsatta hanteringen av TFA i miljön och i livsmedel, inklusive dricksvatten. På uppdrag av EU-kommissionen gör WHO nu en riskvärdering av PFAS med mål att också ta fram riktvärden för PFAS i dricksvatten. Sverige bör stötta och uppmuntra dessa aktiviteter och verka för att detta tas fram skyndsamt.

5.4 Det behövs analysmetoder med högre känslighet

För att kunna utvärdera PFAS-halter i livsmedel och foder i relation till EU-kommissionens rekommendationer bedömer Naturvårdsverket, Livsmedelsverket och Jordbruksverket att det behövs analysmetoder som kan mäta PFAS vid lägre nivåer.

Analysmetoder med högre känslighet än vad som kunde uppnås i undersökningarna som genomförts inom ramen för detta regeringsuppdrag behövs för att kunna utvärdera PFAS-halter i livsmedel i relation till EU-kommissionens rekommenderade riktvärden för vegetabilier. Analysmetoder med högre känslighet skulle vidare möjliggöra säkrare beräkningar av exponering via livsmedel, säkrare bedömningar av vilka livsmedel som är av betydelse för exponeringen samt säkrare utvärderingar av hur exponeringen utvecklas över tid. Beräknade halter i foder för att säkerställa att animaliska livsmedel inte kontamineras med halter över livsmedelsgränsvärdena indikerar vidare att känsligare analysmetoder även är av betydelse för att bestämma halter av PFAS i foder.

Arbete kring utveckling av analysmetoder för livsmedel och foder sker bland annat vid EU:s referenslaboratorium för halogenerade långlivade organiska föroreningar i foder och livsmedel (EURL POPs). För PFAS har det upprättats en arbetsgrupp under EURL POPs vilken bland annat fokuserar på att utveckla känsligare analysmetoder. Livsmedelsverket, som är nationellt referenslaboratorium för halogenerade långlivade organiska föroreningar i foder och livsmedel, följer arbetet.

6. Källförteckning

- Aro, R., Eriksson, U., Kärman, A., Yeung, L.W.Y., 2021. Organofluorine Mass Balance Analysis of Whole Blood Samples in Relation to Gender and Age. *Environ. Sci. Technol.* 55, 13142–13151. <https://doi.org/10.1021/acs.est.1c04031>
- Bil W, Govarts E, Zeilmaker M, Woutersen M, Bessems J, Ma Y, Thomsen C, Haug LS, Lignell S, Gyllenhammar I, Murinova LP, Fabelova L, Tratnik JS, Kosjek T, Gabriel C, Sarigiannis D, Pedraza-Diaz S, Esteban-López M, Castaño A, Rambaud L, Riou M, Franken C, Colles A, Vogel N, Kolossa-Gehring M, Halldórsson TI, Uhl M, Schoeters G, Santonen T, Vinggaard AM. 2023. Approaches to mixture risk assessment of PFASs in the European population based on human hazard and biomonitoring data. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 247:114071.
- Brambilla G, D'Hollander W, Oliaei F, Stahl T, Weber R. Pathways and factors for food safety and food security at PFOS contaminated sites within a problem based learning approach. *Chemosphere* 2015; 129:192-202.
- Death C, Bell C, Champness D, Milne C, Reichman S, Hagen T. Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in livestock and game species: A review. *Science of The Total Environment* 2021; 774:144795.
- Ecke F, Skrobonja A, Malmsten J, Ahrens L. 2024. Per- och polyfluorerade alkylsubstanser (PFAS) i mark och biota på Frösön. Rapport till Naturvårdsverket.
- EFSA. 2020. European Food Safety Authority, Schrenk, D., Bignami, M., Bodin, L., Chipman, J. K., Del Mazo, J., et al. Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food. EFSA CONTAM Panel, Efsa Panel on Contaminants in the Food Chain. *EFSA J* 18: e06223, doi:10.2903/j.efsa.2020.6223
- EU 2018. EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS FÖRORDNING (EU) 2018/848. [Europaparlamentets och rådets förordning \(EU\) 2018/ av den 30 maj 2018 om ekologisk produktion och märkning av ekologiska produkter och om upphävande av rådets förordning \(EG\) nr 834/2007](#)
- EU 2022. KOMMISSIONENS REKOMMENDATION (EU) 2022/1431 av den 24 augusti 2022 om övervakning av högfluorerade ämnen i livsmedel.
- EU 2023. Förordning (EU) 2023/915. Kommissionens förordning (EU) av den 25 april 2023 om gränsvärden för vissa främmande ämnen i livsmedel.
- Finlands Livsmedelsverk. 2023. [Halterna av PFAS-föreningar i livsmedel börjar undersökas mer i Finland - Livsmedelsverket](#)
- Fødevarestyrelsen. 2023. Bekendtgørelse om per- og polyfluoralkylstoffer (PFAS) i kvæg og får. Lovtidende A. Nr. 1386. Udgivet den 1. december 2023.
- Granby, K. Ersboll BK, Olesen PT, Christensen T, Sorensen S. 2024. Per- and poly-fluoroalkyl substances in commercial organic eggs via fishmeal in feed. *Chemosphere* (346) 140553. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.140553>

Gyllenhammar I, Berger U, Sundström M, McCleaf P, Eurén K, Eriksson S, Ahlgren S, Lignell S, Aune M, Kotova N, Glynn A. 2015. Influence of contaminated drinking water on perfluoroalkyl acid levels in human serum--A case study from Uppsala, Sweden. *Environmental Research* 140:673-83

Gyllenhammar I, Benskin JP, Plassmann M, Hedvall Kallerman P, Lampa E. 2023. Levels of poly- and perfluoroalkyl substances (PFAS) in individual serum samples from first-time mothers in Uppsala, Sweden: results from year 2020-2022, and temporal trends for the time period 1996-2022. Rapport till Naturvårdsverket.

Hallberg I, Nyström-Kandola J, Johanson G, Vogs C, Ekstrand C, Glynn A. 2025. Risk för förhöjda nivåer av per- och polyfluoralkylsubstanser i animaliska livsmedel vid livsmedelsproduktion i förorenade områden i Sverige. Rapport till Naturvårdsverket.

Helmfrid I, Stensson N, Ljunggren S, Kärrman A, Nauta W, Karlsson H. 2024. PFAS-exponering via konsumtion av insjöfisk. Rapport till Naturvårdsverket.

Johansson, J.H., Berger, U., Vestergren, R., Cousins, I.T., Bignert, A., Glynn, A., Darnerud, P.O. 2014. Temporal trends (1999–2010) of perfluoroalkyl acids in commonly consumed food items. *Environ. Pollut.* 188: 102-108.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.01.026>

Johansson G, Gyllenhammar I, Ekstrand C, Pyko A, Xu Y, Norströmt K, Lilja K, Lindh C, Benskin JP, Georgelis A, Forsell K, Jakobsson K, Glynn A, Vogs C. 2023. Quantitative relationships of perfluoroalkyl acids in drinking water associated with serum concentrations above background in adults living near contamination hotspots in Sweden. *Environmental Research*. 219:115024

Karlsson M, Jonsson A, Viktor T. 2024. PFAS i konsumtionsfisk och signalkräfta från Hjälmaren och Mälaren. Rapport för Hjälmarens vattenvårdsförbund. KEAB rapport 2024:2.

Lindfeldt E, Yeung L, Johansson L, Bjermo H, Halldin Ankarberg E, Gyllenhammar I. 2024. Halter av PFAS i livsmedel på den svenska marknaden och exponeringsuppskattningar av intaget från livsmedel i den svenska befolkningen. Rapport till Naturvårdsverket.

Livsmedelsverket. 2012. Amcoff E, Edberg A, Lindroos AK, Nälsén C, Pearson M, Warensjö Lemming E. Riksmaten - vuxna 2010-11. Livsmedels- och näringsintag bland vuxna i Sverige. Livsmedelsverket, Uppsala.

Livsmedelsverket. 2017. Swedish Market Basket Survey 2015. In, vol. Livsmedelsverkets rapportserie nr 26/2017. Uppsala; 2017

Livsmedelsverket. 2018. Warensjö Lemming E, Moraeus L, Petrelius Sipinen J, Lindroos AK. Riksmaten ungdom 2016-2017. Livsmedelskonsumtion bland ungdomar i Sverige. Livsmedelverkets rapportserie nr 14. Uppsala.

Livsmedelsverket, Naturvårdsverket. S 2020 nr 01: Contaminants in blood and urine from adolescents in Sweden. Livsmedelsverkets samarbetsrapport. Uppsala.

- Livsmedelsverket. 2024a. L 2024 nr 08: The Swedish Market Basket Study 2022. Per capita-based analyses of nutrients and toxic compounds in market baskets and assessment of benefit or risk. Livsmedelsverkets rapportserie. Uppsala.
- Livsmedelsverket. 2024b. Moraeus L, Bjermo H, Petrelius Sipinen J, Patterson E, Larsson E, Stenberg K, Lindroos AK. L 2024 nr 12: Riksmaten småbarn 2021–24 – Så äter småbarn i Sverige. Livsmedelsverkets rapportserie. Uppsala.
- Livsmedelsverket. Lignell S, Bjermo H. 2025. L 2025 nr 01: Contaminants in blood and urine from young children in Sweden 2021-2023 - Results from the national dietary survey Riksmaten Young Children. Livsmedelsverkets rapportserie. Uppsala.
- LRF 2024. Personlig kommunikation LRF Mjölks 2024-12-16.
- Miaz, LT, Plassmann MM, Gyllenhammar I, Bignert A, Sandblom O, Lignell S, Glynn A, and JBenskin JP. 2020. Temporal trends of suspect- and target-per/polyfluoroalkyl substances (PFAS), extractable organic fluorine (EOF) and total fluorine (TF) in pooled serum from first-time mothers in Uppsala, Sweden, 1996-2017, Environ Sci Process Impacts, 22: 1071-83.
- Mustafa M, Plassmann MM, Hedvall Kallerman P, Gyllenhammar I, Benskin JP. 2024. Fluorine mass balance and suspect screening in first-time mothers from Uppsala, Sweden: Results for year 2018-2021. Rapport till Naturvårdsverket.
- Naturskyddsföreningen. 2023. Svenska kräfter säljs i butik trots PFAS-halter över lagligt gränsvärde. 2023-09-19. [Svenska kräfter säljs i butik trots PFAS-halter över lagligt gränsvärde | Naturskyddsföreningen](#)
- Naturvårdsverket. 2016. Högfluorerade ämnen (PFAS) och bekämpningsmedel, En sammantagen bild av förekomsten i miljön Redovisning av ett regeringsuppdrag. Rapport 6709. ISBN 978-91-620-6709-0
- Noren, E., C. Lindh, A. Glynn, L. Rylander, D. Pineda, and C. Nielsen. 2021. 'Temporal trends, 2000-2017, of perfluoroalkyl acid (PFAA) concentrations in serum of Swedish adolescents', Environ Int, 155: 106716.
- Nyström-Kandola J, Johanson G, Vogs C, Hallberg I, Ekstrand C, Glynn A. 2023. Delrapport 1. Överföring av perfluoroalkylsyror från foder och dricksvatten till livsmedelsproducerande djur, och till livsmedel från dessa djur. Rapport till Naturvårdsverket.
- Pennoyer, E.H., Heiger-Bernays, W., Aro, R., Yeung, L.W.Y., Schlezinger, J.J., Webster, T.F., 2023. Unknown Organofluorine Mixtures in U.S. Adult Serum:Contribution from Pharmaceuticals? Toxics 11. <https://doi.org/10.3390/toxics11050416>
- RIVM. 2023. Risk assessment of exposure to PFAS through food and drinking water in the Netherlands. National Institute for Public Health and the Environment, RIVM report 2023-0011. [Risk assessment of exposure to PFAS through food and drinking water in the Netherlands](#)
- SFS 2006:813. Livsmedelsförordning.

SGU. 2024. Undersökning avseende referenshalter PFAS i mark och grundvatten
Förekomst av PFAS i skogsmark (morän) i en region utan kända lokala
föroreningskällor. Sveriges Geologiska Undersökning. Dnr 001353-2024.

Sonnenberg NK, Ojewole AE, Ojewole CO, Lucky OP, Kusi J. 2023. Trends in
Serum Per- and Polyfluoroalkyl Substance (PFAS) Concentrations in Teenagers
and Adults, 1999–2018 NHANES. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2023, 20,
6984. <https://doi.org/10.3390/ijerph20216984>

Sörengård M, Kikuchi J, Wiberg K, Ahrens L. 2022. Spatial distribution and load
of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in background soils in Sweden.
Chemosphere 295: 133944

Van Leeuw V, Malysheva SV, Fosseprez G, Murphy A, Amraoui Aarab CE,
Andjelkovic M, Waegeneers N, Van Hoeck E, Joly L. 2024. Per- and
polyfluoroalkyl substances in food and beverages: determination by LC-HRMS
and occurrence in products from the Belgian market. *Chemosphere* 366: 143543

Waldetoft H, Karlsson M. 2023. Föroreningshalter i fisk ochsignalkräfta från
nordöstraMälaren, Järfälla kommun. IVL Svenska miljöinstitutet Nr C 754

Xu Y, Nielsen C, Li Y, Hammarstrand S, Andersson EM, Li H, Olsson DS,
Engström K, Pineda D, Lindh CH, Fletcher T, Jakobsson K. 2021. Serum
perfluoroalkyl substances in residents following long-term drinking water
contamination from firefighting foam in Ronneby, Sweden. *Environmental
International* 147:106333