

Rapport 2023

En kemikaliesäker framtid

Investeringar i forskning och innovation för konkurrenskraft,
beredskap och proaktiva åtgärder



Rapport R5:2023
ISBN 978-91-540-6195-2
Dnr 2023-02238
Stockholm 2023-09-25

Författare:
Therese Woodhill, forskningssekreterare avdelningen för miljö, Formas
Lisa Granelli, forskningssekreterare, avdelningen för miljö, Formas




Förord

Miljökvalitetsmålet om en giffri miljö har inte uppnåtts så som avsetts och behovet av såväl mer forskning som satsningar på innovation för att säkra en kemikaliesäker framtid är uppenbar. Även om utvecklingen i Sverige rör sig i rätt riktning, så går det för långsamt. Många kunskapsluckor kvarstår för att kunna ta de nödvändiga stegen framåt och öka tempot. Vi står samtidigt mitt i en omfattande samhällsomställning där bland annat utvecklingen av fossilfria industriprocesser och samhällets klimatanpassning står i fokus. Det innebär stora möjligheter för Sverige, men även ett ansvar att arbeta utifrån ett bredare systemperspektiv. Omställningen får inte innebära ökande utsläpp av kemikalier och föroreningar som skadar människa och miljö.

I den här rapporten har vi sammanställt hur forskning och innovation kan bidra till ett samhälle rustat för att möta framtiden kemikaliesäkert. I samarbete med expertmyndigheter, näringsliv, intresseorganisationer och forskare har vi identifierat områden där forskning, innovation och ökad samverkan kan bidra till förändring och utveckling mot en kemikaliesäker framtid, både nationellt och internationellt. Tre områden som bör prioriteras är nästa generations riskbedömning, stärkta förutsättningar för en kemikaliesäker cirkulär ekonomi och beredskap för klimatförändringarnas konsekvenser för en giffri miljö.

För att möta framtidens utmaningar och påskynda takten i den gröna omställningen behövs en långsiktig nationell satsning på forskning och innovation för en kemikaliesäker framtid. Den här rapporten utgör en del av Formas underlag till Forsknings- och innovationspropositionen 2025, där vi föreslår en långsiktig satsning för en kemikaliesäker framtid.



Stockholm, september 2023
Johan Kuylenstierna
Generaldirektör, Formas

Innehåll

1 Kemikalier – möjligheter och utmaningar i en föränderlig värld	8
1.1 Pågående samhällsomställning	8
1.2 Lärdomar från förr	9
1.3 Prioriterade samhällsutmaningar	9
1.4 Arbetet med att ta fram rapporten	11
2 Behov för framtiden	12
2.1 Resultat från våra underlag	12
3 Prioriterade områden	14
3.1 Nästa generations riskbedömning	14
3.2 Stärkta förutsättningar för en kemikaliesäker cirkulär ekonomi	19
3.3 Beredskap för klimatförändringens konsekvenser för en giftfri miljö	25
4 Instrument för forskning, innovation och samverkan för en kemikaliesäker framtid	27
4.1 Forskning och innovation av hög kvalitet	27
4.2 Mobilitet mellan sektorer	28
4.3 Policylabb för samskapande	28
4.4 Stimulera nätverksbildande och nyttiggörande	28
Referenser	29

Sammanfattning

Vi är i början av en omfattande samhällsomställning där grön teknik, resurseffektivitet och elektrifiering är centrala delar. Omställningen innebär stora möjligheter för Sverige, men även ett ansvar för att omställningen i sig inte ska innebära utsläpp av kemikalier och föroreningar som skadar människa och miljö. För att möta framtidens utmaningar och påskynda takten i den gröna omställningen behövs därför en långsiktig nationell satsning på forskning och innovation för en kemikaliesäker framtid.

Myndigheter, forskare, näringsliv och intresseorganisationer i Sverige är överens om att samhället behöver stärka arbetet för ett kemikaliesäkert samhälle med färre och lägre halter av farliga kemiska ämnen i material, produkter och omgivning. Flera nationella, europeiska och globala mål och strategier strävar också efter en hållbar användning av kemikalier. Under de senaste åren har frågan om en kemikaliesäker miljö uppmärksammats inom EU i flera policydokument och strategier, såsom Den gröna given, EU:s kemikaliestrategi och EU:s handlingsplan för cirkulär ekonomi. Samtidigt kvarstår det svenska miljö kvalitetsmålet om en giftfri miljö till 2030. Också globalt har kemikalie- och föroreningsfrågor fått allt större fokus under senare år. FN prioriterade nyligen upp frågan genom att inkludera kemiska ämnen som en av de numera tre globala utmaningarna klimat, biologisk mångfald och kemiska föroreningar.

För att kunna uppnå en kemikaliesäker framtid som också främjar samhällsomställningen, krävs ökad samverkan samt mer kunskap och kompetensutveckling inom flera områden. Forskning och innovation med tvärdisciplinära och breda samarbeten där forskare samarbetar med myndigheter, näringsliv och intresseorganisationer är centralt i detta arbete, och kommer även att stärka förmågan till beredskap och proaktivt arbete.

I samarbete med expertmyndigheter, näringsliv, intresseorganisationer och forskare har vi på Formas identifierat områden där forskning, innovation och samverkan kommer att bidra till förändring och utveckling mot en kemikaliesäker framtid både nationellt och internationellt. Tre områden bör prioriteras:

1. Nästa generations riskbedömning.
2. Stärkta förutsättningar för en kemikaliesäker cirkulär ekonomi.
3. Beredskap för klimatförändringarnas konsekvenser för en giftfri miljö.

Nästa generations riskbedömning

Kemisk riskbedömning är en förutsättning för regulatoriska beslut. Det gäller inte minst vilka kemiska ämnen som ska tillåtas på marknaden och vilka material som bedöms lämpliga för olika produkter. Riskbedömning är följaktligen av stor betydelse för industri så väl som för myndigheter och politiker, och i förlängningen för folkhälsan och tillståndet i miljön.

Den metodik som idag används vid kemisk riskbedömning har varit praxis länge. Med dagens situation med tusentals kemikalier på marknaden och där nya tillkommer i snabb takt, behöver metodiken för riskbedömning genomgå en betydande modernisering. Myndigheter och företag behöver kunna riskbedöma många kemikalier och andra ämnen i kombination, liksom kunna hantera nya ämnen som inte följer de traditionella toxikologiska mönstren. För att det ska vara möjligt behövs digitala tekniker och ökad användning av data, samt principer för hur osäkra eller bristande underlag ska hanteras. Samtidigt behöver kunskapsluckor fyllas, och det behövs data om exponering, spridning och effekter av kemiska ämnen, såväl som robusta metoder för att kunna mäta nivåer och effekter av dessa. För att kunna välja rätt styrmedel och andra åtgärder behövs större kännedom om vilka åtgärder som har effekt och vilka som kan användas även vid osäkerhet.

Det finns idag allt för lite vetenskapligt grundad kunskap om förvaltningssystemet och samhällsekonomiska analyser som berör kemikalieområdet. Mer forskning är därmed en förutsättning för att sätta in rätt åtgärd på rätt plats, och för att kunna agera proaktivt. Förflyttningen mot nästa generations riskbedömning kräver mer samverkan mellan forskare av olika discipliner, samt med myndigheter, näringsliv och andra behovsägare.

Stärkta förutsättningar för en kemikaliesäker cirkulär ekonomi

Jordens resurser behöver nyttjas med större försiktighet och effektivitet. Cirkulär ekonomi är ett viktigt verktyg för detta. Det är viktigt att förena målet en giftfri, och kemikaliesäker, miljö med arbetet för en ökad cirkulär och resurseffektiv ekonomi. Men att förena dem innebär också svårigheter, eftersom produkter och material som ska återanvändas eller återvinnas kan innehålla ämnen och substanser som inte är önskvärda i nästa användningscykel. Viktiga aspekter för en hållbar förflyttning mot resurseffektivitet inkluderar spårbarhet, en cirkulär ekonomis effekter på samhälle och andra hållbarhetsmål, incitament för förändring av arbetssätt och beteenden, samt styrmedel och tillämpning.

Både forskare, myndigheter, intresseorganisationer och näringsliv påtalar behovet av mer forskning på området, och att samhället måste agera och samarbeta för att öka både kemikaliesäkerheten och cirkulär ekonomi sida vid sida. Forskare, näringsliv och andra relevanta aktörer behöver samlas för att tillsammans diskutera och testa lösningar. Komplexiteten i frågan innebär att det behövs både breda tvärvetenskapliga forskningssamarbeten, liksom tvärssektoriella samarbeten.

Beredskap för klimatförändringarnas konsekvenser för en giftfri miljö

Klimatförändringarna förväntas påverka både förekomsten och spridningen av miljöföroreningar. Ett förändrat klimat kommer dessutom i sig att påverka hur miljöföroreningar sprids, men också leda till effekter som gör att det i framtiden kommer att behöva introduceras nya kemikalier eller nya användningsområden för kemikalier. Här finns stora kunskapsbrister kring vad som väntar, och därmed stora behov av forskning.

Direkta effekter på kemiska ämnen och andra miljöföroreningar blir verklighet när temperatur och nederbörd förändras, med torka, bränder, förändrade grundvattennivåer, översvämningar, ras, skred och erosion som följd. Kemiska ämnen och miljöföroreningar sprids då på nya sätt och kan därmed bidra till att människor och natur exponeras. Till det kommer också mer indirekta effekter av kemikalieexponering, som en följd av att behoven av kemiska ämnen förändras eller av att människor förändrar sina beteendemönster. Som exempel kan nämnas att behovet av andra typer av växtskyddsmedel kommer att öka i jordbruket när temperaturförändringar gör att nya skadedjur kommer till Sverige. Den gröna omställningen och teknikutvecklingen leder också till ett ökat behov av kemikalier, jordartsmetaller och mineraler som då behöver hanteras vid produktion och brytning, utsläpp och avfall. För att kunna agera proaktivt finns det stora behov av att öka kunskapen om vad människor kan förväntas exponeras för framöver.

För att möta framtiden kemikaliesäkert behövs en långsiktig satsning på forskning och innovation, med samverkan som en viktig beståndsdel, för att bygga upp kunskap och kompetens. En satsning på forskning och innovation för en kemikaliesäker framtid – för konkurrenskraft, beredskap och proaktiva åtgärder.

Formas föreslår en långsiktig satsning för en kemikaliesäker framtid, som fokuserar på forskning, innovation och samverkan för att uppnå:

- Nästa generations riskbedömning.
- Stärkta förutsättningar för kemikaliesäker cirkulär ekonomi.
- Beredskap för klimatförändringarnas konsekvenser för en giftfri miljö

1. Kemikalier – möjligheter och utmaningar i en föränderlig värld

Vi är i början av en omfattande samhällsomställning där grön teknik, resurseffektivitet och elektrifiering är centrala delar. Det innebär stora möjligheter för Sverige, men även ett ansvar för att omställningen inte ska innebära utsläpp av kemikalier och föroreningar som skadar människa och miljö. För att möta framtidens utmaningar och påskynda takten i den gröna omställningen behövs en långsiktig nationell satsning på forskning och innovation för en kemikaliesäker framtid.

1.1 Pågående samhällsomställning

Den gröna omställningen pågår redan. Det märks inte minst i Norrland, där det finns planerade satsningar i storleksordningen 1 000 miljarder kronor under de kommande 20 åren med fossilfri ståltillverkning, batterifabriker och fossilfri el. Industrin spelar en nyckelroll för att hitta innovativa sätt i omställningen till ett samhälle som är fossilfritt, biobaserat, cirkulärt och digitalt. Utvecklingen innebär många möjligheter när nya industrier och samhällen etableras och utvecklas med nya arbetstillfällen och samhällstjänster, ny byggnation och nya byggnader och bostäder. Den innebär även ett unikt tillfälle för svenska företag att bidra till ny teknikutveckling och till Sveriges konkurrenskraft.

Den teknikutveckling som nu sker för att göra omställningen till ett mer hållbart samhälle möjlig, kan inte genomföras utan kemikalier och andra resurser. Flera av de tekniska lösningarna för minskade klimatutsläpp innebär ett ökat behov av kemikalier. Elektrifieringen medför ett allt större behov av innovationskritiska metaller och mineral för batteritillverkning och kraftproduktion.¹ Omställningen till ett hållbart samhälle förutsätter också ett resurseffektivt och cirkulärt nyttjande av jordens resurser. En mer cirkulär hantering av material minskar värdeläcket i samhällets materialflöden. Det minskar både mängden avfall som skapas och hanteringen av avfall som inte kan användas som en resurs.

Antalet kemikalier på marknaden ökar i snabb takt. Såväl industri som konsumenter efterfrågar avancerade produkter med specifika egenskaper, som kan innehålla potentiellt farliga kemiska ämnen som riskerar att spridas. Parallellt med omställningen arbetas det aktivt för att minska användningen av farliga kemikalier och andra ämnen. Kemikalier som är reglerade i lagstiftning byts ut i produktion, material och produkter, genom så kallad substitution. Det leder till en minskad användning av reglerade ämnen, men också till att nya ämnen introduceras på marknaden.

Farliga kemikalier kan utgöra en risk i produktionsprocesser, vid användning och när varan eller produkten blir avfall. Spridning av dessa medför risker för människors hälsa och miljön, och leder till stora samhällsutgifter för sanering, hälso- och sjukvård och andra åtgärder för att lindra effekterna. Hur kemiska ämnen och miljöföroreningar sprids förändras också av klimatförändringen, i och med förändrade temperaturer och nederbördsmonster. Klimatförändringen kan därmed utgöra en risk för att nya, och gamla, föroreningar sprids på sätt vi idag har begränsad kunskap om.

Samhället behöver ha kapacitet att hantera både nya och redan kända kemikalier och material i omlopp, och samtidigt vara drivande i den gröna omställningen. Företag och myndigheter behöver kunna agera snabbt och effektivt för att skydda människa och miljö från farliga kemikalier, men även för att långsiktigt skapa ett alltmer resurseffektivt samhälle. För att möjliggöra proaktivt arbete behövs kunskap som kommer till användning, där forskning och innovation spelar en väsentlig roll. Med ökad samverkan kan relevanta aktörer tillsammans agera för en kemikaliesäker framtid.

1.2 Lärdomar från förr

År 2013 upptäcktes PFAS-ämnena i dricksvatten i Ronneby kommun, vilket ledde till att det vattenverk som försåg området med kommunalt vatten fick stänga. Invånarna hade exponerats för PFAS-ämnena genom dricksvattnet i många år. Källan visade sig vara brandskum från en brandövningsplats. Denna exponering har fått stor påverkan på människors fysiska och psykiska hälsa, och på miljön. Den har också medfört stora samhällsekonomiska kostnader för efterföljande sanering och andra åtgärder. PFAS, som sammantaget använts i mycket stora volymer i ett stort antal produkter och applikationer, har nu påvisats i vatten, jord och levande organismer över hela jorden.² Dessa persistenta kemikalier, ibland kallade ”evighetskemikalier”, kommer att finnas kvar i oss och i vår miljö i hundratals, kanske till och med tusentals år. PFAS är en skarp påminnelse om att vi måste granska de kemiska ämnena vi producerar och använder systematiskt och kritiskt, för att inte riskera att återigen orsaka stor skada på människors hälsa och miljön.

Blickar vi bakåt så ser vi också att det lönar sig att agera. Under många år steg nivåerna av miljögifter som DDT och PCB i miljön. Efter att användningen begränsats eller förbjudits har halterna sjunkit och negativa effekter i miljön har minskat. Riktade åtgärder i begränsade miljöer har också effekt. I uppföljningen av Stockholms stads projekt *Kemikaliesmart förskola*, har Svenska miljöinstitutet, IVL, kunnat se att åtgärder för att begränsa exponeringen för ett stort antal kemikalier i förskolor gjort att kemikaliehalterna har minskat.³ När kemiska ämnen förbjuds eller begränsas kan det ta lång tid för halterna i miljön att följa efter. Efter att fem PFAS-ämnena förbjudits inom EU och satts upp på EU:s lista av *substances of very high concern*, har volymen minskat med 95 procent mellan 2010 och 2021.⁴ Eftersom kemikalierna är mycket långlivade kommer det ta tid innan halterna i miljön kommer att sjunka.

Med kunskap och proaktiva åtgärder ökar samhällets förmåga att bygga ett kemikaliesäkert och hållbart samhälle, och öka Sveriges konkurrenskraft i den pågående gröna omställningen.

1.3 Prioriterade samhällsutmaningar

Strävan efter en kemikaliesäker framtid och en giftfri miljö är prioriterade samhällsutmaningar, såväl i Sverige, som i EU och resten av världen. FN räknar numera kemiska föroreningar som en av tre globala utmaningar, tillsammans med biologisk mångfald och klimat, och etablerar en global vetenskapspanel för hantering av kemikalier. Även inom WHO Europas miljö- och hälsoprocess pekas miljöföroreningar ut som ett prioriterat område. Under de senaste åren har frågan om en giftfri miljö (*a non-toxic environment*) uppmärksammats inom EU i flera policydokument och strategier. Detta samtidigt som det svenska miljö kvalitetsmålet om en giftfri miljö till 2030 kvarstår. Nedan följer en sammanställning av nationella och internationella mål, policydokument och strategier som kopplar till arbetet för en kemikaliesäker framtid.

Nationella mål, strategier och visioner

Sverige har arbetat aktivt för en giftfri miljö sedan det infördes som ett av våra 16 nationella miljö kvalitetsmål. Målet om en giftfri miljö handlar främst om att förebygga och minska spridningen av farliga, naturfrämmande, ämnen. Både för människors hälsa skull och för miljön och den biologiska mångfaldens skull. Riksdagens definition av miljö kvalitetsmålet giftfri miljö lyder:

Förekomsten av ämnen i miljön som har skapats i eller utvunnits av samhället ska inte hota människors hälsa eller den biologiska mångfalden. Halterna av naturfrämmande ämnen är nära noll och deras påverkan på människors hälsa och ekosystemen är försumbar. Halterna av naturligt förekommande ämnen är nära bakgrundsnivåerna.

Eftersom målet är ett riksdagsbeslut, kommer många aktörer att behöver agera för att vi ska närma oss. I miljömålssystemet ingår även det så kallade *Generationsmålet*, som innebär att målen ska nås utan att orsaka ökade miljö- och hälsoproblem utanför Sveriges gränser.

Forskning och innovation för att stötta arbetet mot målet om en giftfri miljö finansieras av både de statliga forskningsråden och privata forskningsfinansierande organisationer och företag. Som det statliga forskningsråd som bidrar med störst andel medel till detta område⁵ har Formas en särskilt viktig roll. I den senaste fördjupade utvärderingen av miljö kvalitetsmålet giftfri miljö bedöms målet delvis kunna nås till 2030. Det handlar då främst om att förväntad lagstiftning inom EU ska möjliggöra en positiv utveckling. När det kommer till forskning, innovation och samverkan så kvarstår dock stora behov.

Även andra nationella mål och strategier är kopplade till arbetet för en kemikaliesäker framtid. I den svenska regeringens strategi för cirkulär ekonomi från 2020, *Cirkulär ekonomi – strategi för omställningen i Sverige*, är vision och handlingsplan nära kopplat till arbetet med kemikalier och en giftfri miljö. Visionen för arbetet är *Ett sambälle där resurser används effektivt i giftfria cirkulära flöden och ersätter jungfruliga material*, och ett av fyra fokusområden lyder *Cirkulär ekonomi genom giftfria och cirkulära kretslopp*.^{6,7} Med många mål och strategier finns det synergier i arbetet för en kemikaliesäker framtid, men det finns även konflikter i att arbeta för olika syften där olika mål också kan försvåra arbetet för ett annat.

Europeiska mål, strategier och visioner

EU har en långtgående kemikalielagstiftning, REACH, som begränsar användningen av särskilt farliga kemiska ämnen i produktion och produkter inom EU. Under senare år har arbetet med hållbarhetsfrågor kopplat till kemikalier och giftfri miljö stärkts inom EU. EU:s *Gröna giv*⁸, som kom 2019, har en uttalad nollutsläppsvision för en giftfri miljö. Sedan 2020 har EU också en kemikaliestrategi, *Kemikaliestrategi för hållbarhet – På väg mot en giftfri miljö*, som handlar om hållbara kemikalier för den gröna och digitala omställningen. Den innehåller en ny, långsiktig, vision för EU:s kemikaliepolitik. Genom kemikaliestrategin från 2020 har kemikaliearbetet inom EU intensifierats. Samma år kom EU:s handlingsplan för den cirkulära ekonomin.¹⁰ Också där nämns giftfri miljö som en viktig aspekt, ett avsnitt handlar specifikt om att *förbättra cirkulariteten i en giftfri miljö*.

Sedan dess har EU bland annat publicerat flera rapporter med bäring på kemikalieanvändning och giftfri miljö, bland annat:

- Första övervaknings- och utsiktsrapporten om nollförening
- Den tredje utsiktsrapporten om ren luft
- Vägen till en frisk planet för alla – EU-handlingsplan: Med sikte på nollförening av luft, vatten och mark
- Europaparlamentets och rådets förordning om restaurering av natur
- Europe's Beating Cancer Plan.

EU:s *strategi för en biologisk mångfald*¹¹ poängterar vikten av att fullfölja visionen om nollutsläpp och EU:s kemikaliestrategi för en ökad biologisk mångfald. EU:s strategi *Från jord till bord*¹² poängterar bland annat vikten av att ha säkra livsmedelsförpackningar utan farliga kemikalier, och att reducera och optimera användningen av bekämpningsmedel. Ett nytt markdirektiv inom EU kommer under 2023, som bland annat tar upp föroreningar. Att minska föroreningar, inte minst luftföroreningar, utgör också en väsentlig del i EU-kommissionens uppdrag, så kallade missions, om klimatneutrala och smarta städer, inom EU:s forsknings- och innovationsprogram Horisont Europa. Inom WHO:s Europeiska process för miljö och hälsa tas nu fram en ny deklARATION. Den innehåller åtaganden för att påskynda arbetet med att hantera hälsoaspekter av klimatförändringar, miljöföroreningar, markförstöring och minskad biologisk mångfald.

Europeiska kommissionen har under 2022 tagit fram en strategisk forsknings- och innovationsagenda och plan för säkra och hållbara kemikalier och material, *Strategic Research and Innovation Plan for safe and sustainable chemicals and materials*.¹³ I den påtalas stora, och många, behov av forskning för att uppnå säkra och hållbara kemikalier och material. Inom ramen för EU-kommissionens tidigare forsknings- och innovationsprogram har en forskningsagenda för miljö, klimat och hälsa för EU 2021–2030 tagits fram, *Health Environment Research Agenda, HERA*. I HERA har 15 europeiska länder, med 24 partner, identifierat de forskningsbehov som bör prioriteras inom EU för en hållbar utveckling av miljö, klimat och hälsa. Den pekar bland annat på stora behov av att forska om kemikalier, föroreningar och riskbedömning för att uppnå en kemikaliesäker framtid.

Globala mål, strategier och visioner

Globalt har kemikalie- och föroreningsfrågor fått allt större fokus under senare år. FN prioriterade nyligen upp frågan genom att inkludera kemiska ämnen som en av de numera tre globala utmaningarna: klimat, biologisk mångfald och kemiska föroreningar. I FN:s regi håller också en global vetenskapspanel om kemikalier, avfall och föroreningar på att etableras, likt IPCC för klimat. En majoritet av FN:s globala hållbarhetsmål i Agenda 2030 har också bäring på användning av kemikalier, och för en giftfri miljö. De allra tydligaste kopplingarna finns, enligt en kartläggning av Kemikalieinspektionen¹⁴, i följande hållbarhetsmål: 2 ingen hunger, 3 god hälsa och välbefinnande, 6 rent vatten och sanitet för alla, 8 anständiga arbetsvillkor och ekonomisk tillväxt, 11 hållbara städer och samhällen, 12 hållbar konsumtion och produktion, 14 hav och marina resurser, samt 15 ekosystem och biologisk mångfald.

Flera globala överenskommelser finns också sedan tidigare, till exempel Stockholmskonventionen om långlivade organiska föroreningar, POPs, Minamatakonventionen om kvicksilver, Baselkonventionen om kontroll av transporter över nationsgränser och hantering av avfall, och Rotterdamkonventionen om information om farliga kemikalier och bekämpningsmedel vid import och export. Sedan 2006 finns också en FN-initierad global kemikaliestrategi *Strategic approach to international chemicals management, SAICM*, ett ramverk som syftar till att främja kemikaliesäkerhet i världen. Fokus i strategin är riskhantering vid kemikalieanvändning i hela livscykeln. Nytt mål och en ny strategi som ska ersätta SAICM är under diskussion.

1.4 Arbetet med att ta fram rapporten

Formas stödjer forskning, innovation och forskningskommunikation inom flera fält som hör samman med frågor om kemikalier och cirkulär ekonomi, och bevakar utvecklingen inom dessa områden.

År 2021 startade vi en översyn av forsknings- och innovationsbehov inom området giftfri miljö. Översynen utgick från resultatet av Formas regeringsuppdrag om giftfri miljö från 2015 som presenterades i rapporten *Forskning till stöd för att uppnå miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö – Analys och strategi*.¹⁵ Forskare från svenska universitet och högskolor samt riskbedömande myndigheter intervjuades för att bekräfta, revidera och komplettera den analys som genomfördes 2015. Resultatet publicerades i form av en rapport i juni 2022: *Formas arbete med miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö. En översyn och strategi framåt*.¹⁶

Inom resurseffektivitet och en cirkulär ekonomi färdigställde vi 2019 rapporten *Omvärldsanalys av cirkulär ekonomi*. Vi har också identifierat att frågor om cirkulär ekonomi och en giftfri miljö har stora och väsentliga beröringspunkter och därför, delvis, bör hanteras tillsammans.

Under 2022 genomförde vi ett antal dialoger med näringsliv och intresseorganisationer för att få en samlad bild av prioriterade kunskapsbehov kopplat till en giftfri miljö.

De myndigheter som vi har haft kontakt med är Kemikalieinspektionen, Naturvårdsverket, Länsstyrelsen, Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, Folkhälsomyndigheten och Statens Geotekniska Institut. Näringslivsaktörer som vi har haft dialog med är Jernkontoret, Teko, Svenskt Näringsliv, IKEM, Byggföretagen, Livsmedelsföretagen, Sweden Food Arena, Återvinningsindustrierna, LRF, Ragn-Sells. Intresseorganisationer som

deltagit är ChemSec, Naturskyddsföreningen och Svensk Handel. De forskare som deltagit var vid tillfället ledamöter i Toxikologiska rådet, en expertorganisation som har i uppgift att identifiera och utvärdera signaler på nya, potentiella och framväxande kemikalierisker för myndigheter och regering.

Innehållet i den här rapporten har också, i stora drag, förankrats med Formas forskarråd under våren 2023. Vi har också samlat in synpunkter på utkast av rapporten från experter från flera berörda myndigheter och andra organisationer.

2. Behov för framtiden

I omställningen mot en mer hållbar utveckling ska möjligheterna till ett gott liv för nuvarande och kommande generationer säkras. Samhällets alla aktörer, såsom politiken, myndigheter, näringsliv, andra organisationer och privatpersoner, är delaktiga i den här processen. Det innebär att de har ett stort ansvar och en unik möjlighet att bygga ett säkrare samhälle och en långsiktigt mer hållbar ekonomi.

Näringslivet är viktigt för omställningen, och allt fler företag prioriterar åtgärder för att förbättra sina verksamheters hållbarhet. Det gör de dels för att ta marknadsandelar på en marknad där kunderna efterfrågar miljöanpassade och hållbart producerade produkter, dels för att agera proaktivt och säkra långsiktig tillgång till det material, den energi och arbetskraft som krävs för tillväxt och lönsamhet. Att prioritera hållbarhetsfrågor är därmed en del i företagens proaktiva riskhantering. Det kan bland annat gälla hur de ska hantera farliga ämnen i material, produktionsprocesser och produkter, och att ta höjd för effekterna av ett förändrat klimat.

Politiker och myndigheter har också en viktig roll genom att ge incitament till en hållbar utveckling, men även att säkerställa att samhället har information om vilka kemiska ämnen som används och kan finnas eller finns i vår omgivning, och vilka effekter dessa har på människor och miljö. De har också ett ansvar att säkerställa att sådan information tas fram och delas, och att rätt styrmedel används när behov för det finns.

2.1 Resultat från våra underlag

Från våra möten med olika samhällsaktörer har det framkommit att myndigheter, forskare, näringsliv och intresseorganisationer i Sverige är överens om att vi måste sträva efter ett kemikaliesäkert samhälle med färre och lägre halter av farliga kemiska ämnen i material, produkter och omgivning. Alla är dock inte överens om vilka nivåer av olika ämnen som är hälso- och miljömässigt acceptabla och hur försiktiga samhället ska vara i relation till andra vinster, exempelvis resurseffektivitet eller klimatanpassning. Avvägningar om nivåer sker till exempel vid återbruk och återvinning av material och produkter. Inom livsmedelsproduktion kan växtskyddsmedel behövas för att produktionen ska vara lönsam, men hur mycket växtskyddsmedelsrester ska vi acceptera i livsmedlet, och hur stor påverkan på biologisk mångfald kan vi acceptera?

Formas tidigare rapport *Formas arbete med miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö – en översyn och strategi framåt* visar att behovet av forskning och innovation har ökat under de senaste åren inom bland annat giftfri cirkulär ekonomi, digitala verktyg i riskbedömning, substitution, sanering och klimatförändringens påverkan på kemikalier och exponering av miljöföroreningar.¹⁷

Flera av behoven som pekades ut redan 2015 i rapporten *Forskning till stöd för att uppnå miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö – analys och strategi*, kvarstår dessutom. Det handlar till exempel om forskning om metoder och riskbedömning av kombinationseffekter, riskbedömning och riskvärdering om samhällets prioriteringar av åtgärder, och om samhällsekonomi kopplat till kemikalier.¹⁸

Forskare och riskbedömmande myndigheter har påtalat ett behov av att satsa mot nästa generations riskbedömning. Samhället behöver utveckla riskbedömningsmetodikerna för att på ett effektivt sätt kunna riskbedöma det som finns

idag och i framtiden. Metoderna behöver således utvecklas, men behovet av att ge förutsättningar för att validera och implementera de metoder som tas fram är lika stort.

Behovet av kunskap om nya kemiska ämnen är stort och växer ständigt i takt med att nya ämnen introduceras på marknaden, liksom när befintliga ämnen får nya användningsområden. Samtidigt kvarstår behovet av att kontinuerligt utvärdera risker med redan befintliga ämnen. EU:s partnerskapsprogram *Partnership for the Assessment of Risk from Chemicals*, PARC, med fokus på att utveckla, förbättra och stärka EU:s och nationella myndigheters riskbedömning och riskhantering av kemikalier, bidrar till kunskapsutvecklingen. Samtidigt kvarstår stora behov av forskning, innovation och samverkan. I PARC begränsas det långsiktiga deltagandet av forskare i Sverige av avsaknad av finansiering. Svenska riskbedömande myndigheter som är aktiva i PARC understryker att det finns ett stort behov av en nationell satsning för att öka svenskt deltagande och utbyte i PARC, där samarbete mellan myndigheter och forskare är centralt.

Många av forskningsbehoven delas av de aktörer vi har haft kontakt med. I dessa samtal poängteras också ett annat område som mycket viktigt i arbetet mot en kemikaliesäker framtid, nämligen lagstiftning och tillämpning av lagstiftning. Här finns ett behov av att harmonisera olika lagstiftningar. Flera branschorganisationer vi har talat med har berättat om svårigheter i att arbeta mot ökad resurseffektivitet och cirkularitet med gällande kemikalielagstiftningar, eller tillämpningen av dem.

Både forskare, myndigheter och näringsliv berättar om utmaningar med att arbeta för en cirkulär ekonomi och samtidigt för en giftfri miljö, vilket i det sammanhanget handlar om att minimera farliga kemikalier och ämnen från material som ska återvinnas eller återanvändas. Ofta är innehållet i materialet som ska återvinnas inte känt, vilket förvärrar arbetet. De efterfrågar information om innehåll i hela produktionskedjan – från produktion till slutanvändning. För det behöver kunskap spridas, men också teknik för ändamålet tas fram genom både forskning och innovation.

De identifierade behoven är även i linje med Europeiska kommissionens strategiska forsknings- och innovationsagenda och plan för säkra och hållbara kemikalier och material, *Strategic Research and Innovation Plan for safe and sustainable chemicals and materials*.¹⁹

Det har också framkommit att det finns behov av forskning som undersöker effekterna av åtgärder och åtgärders faktiska implementering i lagstiftning, liksom samhällsekonomisk forskning som undersöker och väger nytta mot kostnad. Samhällsvetenskaplig och humanistisk forskning är eftersatt när det kommer till kopplingar till exponering för kemikalier och andra miljöföroreningar.

Samtliga vi har talat med är eniga om att det finns ett stort behov av ökad samverkan. Det behövs plattformar och instrument som uppmuntrar forskare, myndigheter, intresseorganisationer, näringsliv och andra aktörer att aktivt samarbeta och dela med sig av kunskap, framtidsutsikter, möjligheter och hinder. Det skulle göra ett lösningsorienterat arbetssätt framåt möjligt. Genom ökat samarbete och ökat utbyte kommer forskningen som bedrivs att ha stor potential att komma till användning.

3. Prioriterade områden

3.1 Nästa generations riskbedömning

I KORTHET

Samhället behöver hantera riskerna med det kraftigt växande antalet kemiska ämnen som produceras och används. För att göra detta behövs:

- Riskbedömningsverktyg för att hantera den stora mängden kemiska ämnen, inklusive metoder att riskbedöma nya typer av ämnen, och grupper och komplexa blandningar av ämnen. För detta behöver befintlig data användas mer effektivt och digitala tekniker utvecklas och implementeras. Ytterligare en viktig fråga är förmågan att hantera osäkra eller bristande underlag.
- Mer kunskap om exponering, spridning och effekter av kemiska ämnen, framför allt för ämnen där ansvaret för att ta fram kunskap inte redan är bestämt i regelverk.
- Mer kunskap om vilka åtgärder och styrmedel som är effektiva, och hur stora samhällsekonomiska kostnader de beräknas få.

Kemisk riskbedömning gränsar mellan vetenskap och policy, och utgör ett väsentligt underlag för regulatoriska beslut. Detta gäller inte minst vilka kemiska ämnen som tillåts på marknaden och vilka material som bedöms vara lämpliga för olika ändamål. Riskbedömning är följaktligen av stor betydelse för näringslivet, och ligger till grund för beslut om allt från materialval vid byggande till vilka produkter som finns att köpa i butiker och vilka bekämpningsmedel som tillåts i jordbruket.

I ett hållbart samhälle där grön teknik, resurseffektivitet och elektrifiering står i centrum, behöver man kunna förebygga, bedöma, och hantera risker som oundvikligen kommer att finnas. Samhället behöver vara förberett på att hantera både nya och redan kända kemikalier, andra ämnen och material i omlopp. I en önskvärd framtid har samhället förmågan att förutse kemikalierisker, och har kännedom om vilka ämnen som finns i omlopp och dessa ämnens potentiella effekter på människa och miljö. En effektiv riskbedömning är grunden för att samhället ska kunna uppnå detta.

Riskbedömning är ett väletablerat kunskapsområde i Sverige och här finns många etablerade forskare och starka forskargrupper inom området. Det finns därför stor kännedom om och kompetens att hantera de forskningsbehov som väntar, men det krävs en kraftfull och långsiktig satsning för att bibehålla den starka positionen som Sverige har. En viktig del i satsningen bör syfta till att stärka rekrytering av juniora forskare för att säkra framtida forskning, innovation och kompetens för en kemikaliesäker framtid.

Förändrad riskbedömningsmetodik

Det finns idag ett mycket stort och kraftigt växande antal kemikalier på marknaden. Enligt en uppskattning från 2020 fanns det då över 350 000 kemikalier och kemikalieblandningar registrerade för produktion och användning.²⁰ Den etablerade riskbedömningsmetodiken som används idag är inte anpassad för den situationen.

För att säkerställa ett samhälle där människa och miljö inte exponeras för farliga kemikalier, krävs en satsning mot nästa generations riskbedömning. En utveckling av riskbedömningsmetodiken innebär många utmaningar, bland

annat att kunna hantera stora mängder information. Det är viktigt att också kunna bedöma stora mängder kemiska ämnen, blandningar av ämnen, och ämnesgrupper som det tidigare inte funnits så stor kännedom om, till exempel hormonstörande ämnen, mikroplaster och nanopartiklar. Återvinning av material i en mer cirkulär ekonomi ställer också nya krav på riskbedömningsmetodik.

Grundläggande för en effektiv riskbedömningsmetodik är kunskap om exponering, spridning och toxicitet av specifika ämnen och ämnesgrupper. Med den explosiva utvecklingen av nya kemikalier krävs insatser för att ta fram denna information. Nästa generations riskbedömning behöver dock också kunna göra bedömningar trots brist på data om exempelvis toxicitet eller exponering.

EU:s partnerskap om riskbedömning av kemikalier, PARC, syftar till att ta ett gemensamt krafttag för att utveckla nästa generations riskbedömning, men det finns ett stort behov av att komplettera den europeiska satsningen på nationell nivå.

Digitala tekniker för riskbedömning

Idag finns det så pass stora mängder data om kemikalier att det är svårt att hantera vid en manuell riskbedömning. Nya digitala tekniker, inklusive artificiell intelligens, AI, skulle kunna underlätta och öka användningen av de data som finns tillgänglig. Europeiska kommissionens *Joint Research Centre*, JRC, har identifierat ett antal områden där AI skulle kunna bidra till både ökad kapacitet och kvalitet av regulatorisk riskhantering baserad på kemisk riskbedömning.²¹ AI skulle till exempel kunna användas för att underlätta vid urval och prioritering av kemikalier för riskbedömning, för att samla fakta, organisera data samt visa på mönster i stora datamängder, samt bidra till en snabbare process.

Digitala tekniker har potential att bidra till att utvecklingen av säker och effektiv riskbedömning kan ta stora kliv framåt. Ett skifte mot digitalisering och AI i riskbedömning är dock också förenat med flera utmaningar. Utvecklingen har bara startat, och det finns ett stort behov av forskning och innovation kring hur digitala tekniker kan användas och integreras i riskbedömning. Här finns ett behov av insatser för ökad kompetensförsörjning, att sammanföra olika kunskaper och arbeta tvärdisciplinärt och tvärsektorielt, där forskare och samhällsaktörer samverkar.

Öka användningen av data och hantera kunskapsluckor

Samtidigt som det finns stora mängder data gällande kemiska ämnen, finns det många ämnen där data är bristfällig eller saknas. Kunskapsluckor behöver därför fyllas genom bland annat forskning. I och med att den stora mängden ämnen också ökar när nya introduceras, innebär det dock att kunskapen kommer ha svårt att hinna ifatt, och riskbedömning kommer alltid att behöva hantera kunskapsluckor. Samhället behöver använda de data som finns till att göra bedömningar även för andra, liknande, ämnen där data är otillräcklig. Samhället behöver också kunna hantera situationer när beslut måste fattas utan att all fakta finns tillgänglig. Det finns idag ett behov av att se över vilka data som behövs, hur detaljerade dessa data behöver vara, vilka analysmetoder som ska ligga till grund för riskbedömning och hur kunskapsluckor ska hanteras. För att kunna göra det behövs tillämpad forskning, forskning om nya analysmetoder, validering av metoder samt ökad samverkan.

Några ämnesgrupper är idag extra utmanande att riskbedöma, eftersom deras miljö- eller hälsoeffekter skiljer sig från de antaganden eller krav som görs i nuvarande riskbedömningsmetodik. Hit hör bland annat hormonstörande ämnen, persistenta och rörliga ämnen, mikroplaster, nanopartiklar och blandningar av kemikalier och/eller andra föroreningar. Det finns ett stort behov av att anpassa och utveckla riskbedömningsmetodik för att kunna hantera sådana ämnen. Som exempel skiljer sig hormonstörande ämnen från mer traditionella kemiska ämnen genom att uppvisa toxiska effekter redan vid låga doser. Det innebär också att andra metoder behöver användas när effekter av hormonstörande ämnen analyseras, metoder som inte utgör standard för riskbedömning. Liknande svårigheter finns

för mikroplaster och nanopartiklar, där andra metoder än de som är praxis inom riskbedömning behöver användas vid analys av effekter och karaktärisering av partiklarna.

Utöver forskning och utveckling av metoder för analys av effekter av dessa ämnesgrupper finns också ett stort behov av att både nya och befintliga analysmetoder valideras för att kunna användas för riskbedömning. För att resultat från denna forskning ska vara regulatoriskt tillämpbara behöver samverkan mellan de regulatoriska myndigheterna och akademien öka.

I Formas kartläggning av forskningsbehov år 2015 såg vi ett stort behov av forskning om effekter av blandningar av kemikalier, så kallade kombinationseffekter, och hur dessa ska bedömas.²² Mot bakgrund av detta genomförde vi en större satsning för forskningsprojekt inom detta område. År 2019 färdigställdes utredningen *Framtidens kemikaliekontroll – hantering av kombinationseffekter och gruppvis bedömning av ämnen*.²³ I betänkandet rekommenderar utredarna bland annat att införa krav på riskbedömning av blandningar i all kemikalielagstiftning och att införa ett övergripande europeiskt regelverk för kemiska miljö- och hälsorisker som inkluderar blandningar. Utredarna rekommenderade även att Sverige bör inrätta ett nationellt forskningsprogram för ökad kunskap om exponeringsmönster för kemikalieblandningar. Det är tydligt att det fortsatt finns ett stort behov av forskning om hur blandningar bäst hanteras i riskbedömning.

Vissa grupper av kemiska ämnen liknar varandra i sin kemiska struktur. När det finns data för några av ämnena i en grupp kan ibland effekter av andra ämnen i gruppen förutses utan att de analyseras. Det finns en allt större konsensus om att hantera kemiska ämnen som i sina kemiska strukturer liknar varandra i grupp vid riskbedömning. Ett exempel är PFAS (per- och polyfluorerade alkylsubstanser), en grupp på mer än 10 000 ämnen, varav flera har konstaterats vara skadliga för både människa och miljö samt mycket svåra att bryta ner. För den stora majoriteten av dessa PFAS-ämnen saknas dock data om eventuella toxiska effekter. I dagsläget är omkring 200 olika PFAS-ämnen reglerade, och det finns just nu ett förslag hos EU-kommissionen om att förbjuda samtliga PFAS-kemikalier. Det är ett förslag på en form av gruppvis hantering trots avsaknad av tillräcklig toxikologiska data för majoriteten av ämnena, som bland annat Sverige ligger bakom.

Data för riskbedömning

För att kunna göra en robust och vetenskapligt baserad riskbedömning krävs det att man känner till vilka kemiska ämnen som finns i omlopp och var, det vill säga exponeringen, samt deras eventuella toxicitet individuellt och i kombination. Genom EU:s kemikalielagstiftning Reach läggs ett stort ansvar på företagen när det gäller att ta fram data om kemiska ämnen samt göra riskbedömningar och föreslå åtgärder för att hantera riskerna. Hur mycket information som ska lämnas beror på hur stor mängd av ämnet som företaget importerar eller producerar. För stora volymer krävs det att mer information rapporteras in. Reach bidrar till att samhället får tillgång till information om de kemiska ämnen som används, men är inte heltäckande. Forskningen behöver framför allt tillföra kunskap om ämnen och användningsområden som Reach inte redan täcker, eller inte kommer att täckas av Reach i framtiden.

Ökad kännedom om exponering

För att veta vilka kemiska ämnen som människa och miljö exponeras för behöver samhället känna till vilka ämnen som finns i exempelvis olika konsumentprodukter, i dricksvatten och livsmedel och i vår miljö. Den typ av information som bland annat Reach bidrar till ger en del av bilden. Utöver det krävs det också mätning av nivåer av kemiska ämnen för att följa exponeringsnivåer och spridningsmönster. Både forskning på området och miljö- och hälsoövervakning är därför viktig. Data från miljö- och hälsoövervakning är ett viktigt underlag för forskning samt för att identifiera potentiella risker. Inom forskningen används till exempel miljö-, hälso-, och exponeringsdata för att identifiera vilka blandningar av kemiska ämnen som är samhällsrelevanta och bör prioriteras i forskning om kombinationseffekter. Den kunskapen behövs för att det ska gå att hantera blandningar i riskbedömning och reglering.

Det finns stora kunskapsluckor och behov av forskning om vilka ämnen samt nivåer som finns i samhället. Likaså finns ett stort behov av att identifiera källorna och användningsområdena för dessa. Enligt den europeiska forskningsagendan *HERA research agenda* behövs utökad forskning om nivåer av kemiska ämnen i förorenade områden, i urban miljö och i människa, så kallad human biomonitorering. Det finns även ett behov av mer kunskap om förekomst, spridning och exponering av naturligt förekommande ämnen såsom tungmetaller i bergmaterial.²⁴

Miljö- och hälsoövervakning är viktig för att långsiktigt följa ämnen i omlopp. För att kunna arbeta proaktivt är det viktigt att också upptäcka kemiska risker i ett tidigare skede. Det är önskvärt att på ett effektivt sätt kunna identifiera nya kemikalierisker, så kallade *new and emerging risk chemicals, NERCs*. I syfte att identifiera nya kemikalierisker har regeringen givit expertorganet Toxikologiska rådet, som består av expertmyndigheter och forskare, i uppdrag att identifiera och utvärdera signaler på nya, potentiella och framväxande kemikalierisker. För att öka förutsättningarna för samhället att förutse kommande kemikalierisker krävs kunskap och information om vad människor och miljö exponeras för, och vad dessa ämnen kan ha för effekt.

Behov av mer forskning kopplat till exponering, identifiering och spridning av kemiska ämnen aktualiseras ytterligare i och med att ämnen används för nya ändamål till följd av både mer cirkulärt användande av resurser och substitution av kemiska ämnen. Den gröna omställningen och utveckling och etablering av industrier gör dessa behov än mer påtagliga.

Ökad kännedom om hälso- och miljöeffekter

För att kunna utföra en riskbedömning behövs information om ett ämnes, eller en kombination av ämnens, toxicitet. Trots att kunskapen har ökat markant i många år, saknas det idag information om humantoxicitet och ekotoxicitet för en stor mängd kemiska ämnen. Enligt Reach har företag ett ansvar för att fylla många av dessa kunskapsluckor. En viktig roll för forskning inom toxikologi blir då att fylla de kunskapsluckor som inte täcks av kemikalieregelverkens informationskrav. Det kan handla om vissa typer av effekter eller vissa ämnen. Till exempel ämnen som importeras i små volymer, eller som importeras i en vara och inte som enskild kemikalie, till exempel liquid crystal monomers i LCD-skärmar. Forskningen behöver också bidra med kunskap om hälso- och miljöeffekter av ämnen som oavsiktligt bildas under produktion, användning eller hantering av avfall.

För en ändamålsenlig riskbedömning krävs också mer forskning om hälso- och miljöeffekter av verkliga kemikalieblandningar som människor, djur och miljö utsätts för. Blandningarna kan bland annat innehålla olika kemikalier från produkter eller industri, läkemedel, växtskyddsmedel och metaller. I och med att nya kemiska ämnen tillförs marknaden, uppstår hela tiden nya forskningsbehov inom toxikologi.

Metodutveckling

För att möta samhällets behov av att kunna identifiera vilka ämnen som finns i miljön eller i våra kroppar och bedöma om dessa är farliga, måste metoder för att detektera, förutse och analysera dessa finnas på plats. I och med de många ”nya” ämnen som finns idag och som skiljer sig från mer etablerade, finns ett uppdämt behov av att utveckla nya metoder. Det handlar om att ta fram effektivare, billigare och snabbare metoder, men även regulatoriskt tillämpbara metoder för att undersöka hälso- och miljöeffekter som inte täcks av dagens tester. Det finns till exempel behov av forskning och innovation kring metoder för att mäta toxicitet av kombinationseffekter och nanopartiklar.

För att mer effektivt kunna identifiera vilka ämnen som finns i omgivningen behöver metoder utvecklas som brett och förutsättningslöst kan identifiera kemiska ämnen i okända blandningar, så kallad *non-target screening*. Därtill behöver så kallade *early warning systems* utvecklas så att screening och andra informationskällor går att använda för att upptäcka nya kemikalierisker tidigt, så kallade NERCs. Vidare forskning och utveckling av exponeringsmodellering är också viktig för att både upptäcka och kartlägga kemiska ämnen i människa såväl som i miljö, men också i varor och material.

Alla som arbetar med försöksdjur inom EU har en skyldighet att arbeta efter den så kallade 3R-principen, som handlar om att ersätta (replace), minska (reduce) och förfinna (refine) djurförsök. Principen kräver att nya metoder utvecklas. Inom toxikologi- och miljöforskning används både metoder med och utan djurförsök, och med fortsatt metodutveckling kan andra metoder i allt högre grad ersätta djurförsök. Ett målmedvetet arbete med 3R stärker också Sveriges konkurrenskraft när det gäller forskning och innovation.

För att de metoder som tas fram ska vara användbara för regulatorisk tillämpning finns också ett stort behov av att validera metoderna. Det behövs för att förflyttningen mot nästa generations riskbedömning med djurfria effektiva metoder ska bli verklighet. Sådana metoder kan användas var för sig eller som komplement till existerande djurbaserade metoder från OECD. Mer forskning och innovation om exponering och toxicitet, samt metodutveckling, är avgörande för nästa generationens riskbedömning, liksom för utvecklingen av metoder för ökad 3R.

Förutsättningar för att riskbedömning tillämpas i samhället

Samhället behöver kunna hantera de risker som identifieras i en riskbedömning. För det krävs kunskap om vilka åtgärder som har effekt, hur kostsamma olika åtgärder är och vilka styrmedel som kan bidra till att få de önskade åtgärderna genomförda eller åstadkomma beteendeförändringarna. Det finns därmed stora behov av forskning för att öka förutsättningarna för att resultat från riskbedömningar ska leda till lämpliga och vetenskapligt grundade samhällsåtgärder. Det behövs också mer forskning om förvaltningssystemet, däribland nationella och internationella mål och strategier, lagstiftning, styrmedel och åtgärder, för att säkerställa att framtida beslut om åtgärder är evidensbaserade och kan förväntas ha effekt.

Redan i Formas rapport *Forskning till stöd för att uppnå miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö – Analys och strategi* (2015), konstaterades att den samhällsvetenskapliga miljöforskningen relaterad till giftfri miljö och forskning kring systemanalytiska metoder behöver öka.

Åtgärder och styrmedel

När en risk har identifierats bedömer myndigheter eller företag om det behövs en åtgärd. Här vägs både den samhällsekonomiska nyttan samt kostnaden in. För att kunna avgöra om en åtgärd är motiverad behövs kunskap om vilka åtgärder som har effekt, hur stor nytta åtgärderna beräknas ha samt hur mycket de kostar att genomföra. För att göra evidensbaserade beslut möjliga behövs det forskning som tittar på hur effektiva olika åtgärder och styrmedel kopplade till kemiska risker är. Mer kunskap behövs också kring samhällsekonomiska analyser som kostnadseffektivitetsanalys och styrmedelsanalys. Dessutom behövs det utökad samhällsekonomisk forskning och hälsoekonomisk forskning för att öka kunskapen och evidensen bakom beslut vid riskhantering.

När en riskminskande åtgärd ska genomföras används ofta styrmedel som lagstiftning, skatter eller innehållskrav vid till exempel upphandling. Idag saknas ofta en grundläggande analys som motiverar valet av styrmedel. Det saknas också analyser av vilka effekter olika styrmedel har vid tillämpning var för sig, i kombination eller som komplement. När målet med att föreslå en åtgärd är att öka den samhällsekonomiska effektiviteten är det viktigt att göra en analys. Beslutsfattare behöver analysera många olika alternativ inför sina beslut. Det kan till exempel handla om vilka styrmedel som redan har implementerats, i vilken omfattning dessa styrmedel bidrar till målet utifrån kostnadseffektivitet, samhällsekonomisk lönsamhet och riskminskning, samt i vilken utsträckning ytterligare åtgärder behövs. Styrmedel behöver också vara kompatibla med andra befintliga ramar som lagstiftning eller riskbedömningsmetodik. Det finns med andra ord behov av forskning för att öka kunskapen inom dessa områden för att öka evidensen vid beslut om riskhanterande styrmedel.

Många beslut som baseras på information från riskbedömningar behöver fattas i situationer av stor osäkerhet, där det till exempel saknas data och beslutet är av brådskande karaktär. I andra situationer kan det finnas målkonflikter, exempelvis vid återvinning där svårigheter finns att väga risken för exponering för kemiska ämnen och samhällsnyttan med resursåtervinning.

Öka implementeringen av kunskap

Befintliga och nya riskbedömningsmetoder behöver leda till att riskhanterande åtgärder implementeras i praktiken i större utsträckning. Forskningen om riskbedömning behöver därför även utveckla metoder för att hantera riskerna i praktiken. Det är också viktigt att förstå varför riskhanteringsåtgärder inte implementeras i den utsträckning som behövs.

Så kallad implementeringsforskning kan ge djupare kunskap om vilka hinder och underlättande faktorer som finns när ny kunskap ska föras in i verksamheter. Det är viktig kunskap för att på ett effektivt sätt snabbt tillämpa och hantera ny kunskap om kemikalierisker i verksamheter som hanterar risker. Implementeringsforskningens vikt, liksom behov av fortsatt utveckling speciellt för miljöhälsa, lyfts som ett av sex huvudsakliga målområden för forskning i den europeiska forskningsagendan *HERA research agenda*.

3.2 Stärkta förutsättningar för en kemikaliesäker cirkulär ekonomi

I KORTHET

I arbetet för en kemikaliesäker cirkulär ekonomi behövs:

- Forskning om hur både miljökvalitetsmålet giftfri miljö och resurseffektiva och cirkulära flöden kan nå sida vid sida.
- Breda tvärvetenskapliga och tvärspektoriella forsknings- och innovationssamarbeten för att möta komplexiteten i arbetet.
- Samverkan mellan forskare, näringsliv, myndigheter och andra samhällsaktörer, för att tillsammans beskriva målbilden och diskutera lösningar. För detta behövs innovativa samverkansformer som är lösningsinriktade.

Med en allt större världsbefolkning och ökande konsumtion växer trycket på alla naturresurser, och jordens resurser måste nyttjas mer effektivt och med större hänsyn till planetens gränser. Det gäller allt från skog och vatten till atmosfären, marken, metaller, mineraler och energi. Den växande konkurrensen om vissa resurser skapar bristsituationer och stigande priser, vilket påverkar världsekonomin och ekonomin hos enskilda. För att förebygga bristsituationer och minska belastningen på miljön behöver utvinningen av naturresurser minska och resurserna nyttjas mer effektivt under hela livscykeln: från utvinning, transport, bearbetning, produktion och konsumtion till bortskaffande som avfall. Resurserna behöver återanvändas i större utsträckning och ekonomin behöver förflyttas från en ekonomi som grundas på linjära processer till en ekonomi med mer cirkulära kretslopp.

Cirkulär ekonomi har pekats ut som ett lämpligt verktyg för att bidra till att minska miljö- och klimatpåverkan i flera officiella strategier. *Den gröna givnen* är EU:s tillväxtstrategi och har som mål att göra EU till ett klimatneutralt, rättvist och välmående samhälle med en modern, resurseffektiv och konkurrenskraftig ekonomi. EU:s andra handlingsplan för cirkulär ekonomi²⁵, som antogs i mars 2020, är en viktig del av den. Samma år presenterade den svenska regeringen en nationell strategi för cirkulär ekonomi. Båda dokumenten betonar att det finns viktiga frågor kvar att lösa och att forskningen har en stor roll i detta. I EU:s handlingsplan konstaterar kommissionen att en uppskalning

av den cirkulära ekonomin kommer att vara avgörande för att uppnå klimatneutralitet senast år 2050 och för att frikoppla ekonomisk tillväxt från resursanvändning, samtidigt som man säkerställer EU:s långsiktiga konkurrenskraft.

Utvecklingen mot ett mer resurseffektivt och cirkulärt nyttjande av resurser pågår redan och innebär stora möjligheter, bland annat för teknikutveckling och export av innovationer. Olika värdekedjor har olika förutsättningar, EU har lyft fram textil, förpackningar, plast, samt batterier och fordon som prioriterade strömmar för olika åtgärder.²⁶ För att övergången till en mer cirkulär ekonomi ska bli möjlig i praktiken, måste en avgörande utmaning hanteras: att skapa ett resurseffektivt samhälle som också är kemikaliesäkert, och som då också uppfyller målet om en giftfri miljö. I Sveriges nationella strategi för cirkulär ekonomi är ett av fokusområdena beröringspunkterna mellan cirkulär ekonomi och giftfri miljö och hur dessa mål måste lösas tillsammans. Detsamma lyfts också i Kemikalieinspektionens underlag och rapport till regeringen gällande förslag på strategi och nya etappmål till 2030 för miljö kvalitetsmålet giftfri miljö²⁷, liksom i EU:s kemikaliestrategi. Dokumenten betonar behovet av cirkulära och giftfria materialflöden.

Framgång i arbetet mot en cirkulär ekonomi och miljö kvalitetsmålet giftfri miljö är beroende av kunskapsbyggande genom forskning och att nya lösningar som tas fram genom innovation och teknikutveckling tas i bruk. Arbetet påverkar alla delar av samhället och det är viktigt att sätta in olika åtgärder, trender och effekter i en helhetsbild.

Cirkulära giftfria materialflöden

Att förena målet giftfri miljö med arbetet för en ökad cirkulär och resurseffektiv ekonomi är förenat med svårigheter, eftersom produkter och material som ska återanvändas eller återvinnas kan innehålla ämnen och substanser som inte är önskvärda i nästa användningscykel. Dessa svårigheter behöver hanteras för att arbetet ska kunna ta kliv framåt. En del ämnen kan relativt enkelt undvikas, andra mindre enkelt. Vissa ämnen är medvetet tillsatta vid produktion för att ha en viktig funktion medan andra bildas under produktionsprocesser eller användning. Önskade ämnen kan också förorena en produkt under dess livstid, exempelvis vissa förpackningar, konstruktionsmaterial och arbetskläder. Ämnen som har en viktig funktion i vissa applikationer men är oönskade för andra användningsområden försvårar i en återvinningsprocess.

En ökad materialåteranvändning och materialåtervinning och ökat nyttjande av rest- och biströmmar från olika industriella processer, förutsätter att farliga ämnen som inte är tillåtna eller lämpliga att ingå i återvunna material kan identifieras och avlägsnas före avfallshantering och vid återvinning. Idag försvåras detta av en bristande tillgång till information om materials innehåll och av att det saknas gemensamma system för spårbarhet av återvunnet och återanvänt material.

En del i arbetet för giftfria cirkulära materialflöden är att designa giftfritt från början. Det innebär att produkter eller material som sätts ut på en marknad ska vara fria från farliga ämnen, och därmed möjliggöra en giftfri, cirkulär ekonomi. Giftfritt från början är dock inte hela lösningen eftersom det dels kommer ta lång tid innan allt som idag finns i materialkretsloppet fasats ut, dels inte inkluderar hantering av ämnen som idag är godkända men i framtiden kan visa sig vara icke önskvärda. Det finns också ämnen som anses för farliga och oönskade för vissa ändamål, till exempel i kontakt med livsmedel eller i leksaker för barn, men önskade för andra syften. Samhället vill exempelvis ha tillgång till flamsäkra material – medan vill undvika förekomst av flamskyddsmedel i miljön. Rätt kemikalie ska så att säga finnas på rätt plats, vilket också utgör en utmaning vid cirkulär användning av material.

Det behövs ett sätt att förena ambitionen om en cirkulär ekonomi tillsammans med målet om en giftfri miljö, så att materialflöden blir både resurseffektiva och kemikaliesmarta. Det behövs också mer kunskap, och det finns ett tydligt behov av forskning för att beskriva, kartlägga och lösa utmaningar och målkonflikter för att nå både en giftfri miljö och ett mer resurseffektivt samhälle.

Giftfritt från början och substitution av farliga kemikalier

Att återcirkulera material som innehåller farliga ämnen kan leda till stora problem för människors hälsa och miljön. För att minska den risken arbetar tillverkare och distributörer för att undvika farliga ämnen från första början och att aktivt välja icke-skadliga ämnen eller alternativa metoder eller tekniker redan i design- och produktionsfasen, ofta kallat "safe and sustainable by design". Samtidigt pågår ett arbete med att ersätta farliga ämnen med mindre farliga eller alternativa metoder eller tekniker i befintliga produktionsprocesser, genom så kallad substitution. Det är exempelvis vanligt att producenter av varor och material byter ut kemikalier som har blivit reglerade i EU-lagstiftning.

Det finns dock utmaningar med både giftfritt från början och substitution. Det kan vara svårt att hitta säkra kemikalier med samma önskvärda funktion att ersätta med och som inte skapar andra miljöproblem. Det händer också att reglerade kemikalier ersätts med kemikalier där det inte finns tillräcklig information om hälso- eller miljöeffekter, och som riskerar att i framtiden visa sig också vara skadliga. Det finns idag en ökad samsyn för att hantera vissa kemikalier gruppvis för att minska denna risk, och undvika så kallad falsk substitution. Också riskbedömningen behöver kunna hantera att ämnen byts ut till andra, och för det behövs tillräcklig kunskap om bland annat hälso- och miljöeffekter. Det handlar då både om redan kända ämnen och nytillkomna ämnen, men också när kända ämnen används för nya ändamål, där till exempel en ny målgrupp blir exponerad eller där ämnet blandas med nya typer av ämnen eller sprids på nya sätt. Allt det är aspekter som också är väsentliga för nästa generations riskbedömning att kunna hantera.

Återvinning och avfall

Om jordens resurser kan användas om och om igen, i stället för att det ständigt bryts nya som transporteras över jorden, kan det ge stora vinster för miljö och ekonomi. Hela världen arbetar idag för ökad återvinning, inte minst EU. Potentialen är stor. Bara i Sverige genererades 116 miljoner ton gruvavfall och cirka 36 miljoner ton annat avfall under 2020.²⁸

Många industrier ställer nu om sin produktion mot ökad cirkularitet. För att förbättra förutsättningarna är det centralt att redan i designfasen utforma produkter som har längre livscykler och som kan återvinnas i högre utsträckning än idag. Det som tidigare varit avfall kan då användas som en resurs och värdeläckaget i samhällets materialflöden minskas. När olika fraktioner kan separeras och avfallsflöden hållas så homogena som möjligt, kan mer material återvinnas innan det blir avfall.

En ökad återvinning minskar dessutom importberoendet och stärker miljö- och klimatarbetet. För många produkter sker den största påverkan, både på miljö och socialt, när de tillverkas. Att förlänga livslängden genom att ersätta engångsartiklar med flergångsprodukter, återanvändning, reparation eller förbättrad produktkvalitet är därför också mycket viktigt för att minska miljöpåverkan. Trots reningsåtgärder vid avfallshantering sker fortfarande utsläpp och spridning av farliga ämnen till luft, vatten och mark. Det sker exempelvis via rökgaser från förbränning, via lakvatten från deponier eller vid bränder i avfallslager.²⁹ Regleringen av avfallshantering är bristfällig i många delar av världen och illegala transporter av avfall till dessa områden innebär en stor negativ påverkan på människor och miljö.³⁰ Även vid återvinning av material finns risk för exponering av farliga ämnen i arbetsmiljö så väl som i utsläpp till luft, mark och vatten. En aktuell riskbedömning är därför viktig också vid återvinning.

En av många anledningar till att samhället inte återvinner allt material som konsumeras är att det saknas en marknad för många återvunna material. Sverige har nationella mål för förbättrad avfallshantering, minskade avfallsmängder och ökad återvinning av produkter och förpackningar, med underkategorierna plast, trä, järnhaltig metall, aluminium, glas, papper och papp. Det finns dock inga mål som har med efterfrågan på det återvunna materialet att göra. Om mer material ska återvinnas behövs det en större efterfrågan från offentliga och privata aktörer på just det återvunna materialet. Viktiga förutsättningar för cirkulär ekonomi är att det blir mer lönsamt att använda återvunna råvaror och att det införs fler marknadsmässiga lösningar och ökad konkurrens på avfalls- och återvinningsområdet.

I Formas dialoger om kemikaliesäkerhet och cirkulär ekonomi har flera aktörer lyft lagstiftning och tillämpningen av den som kärnfrågor för att kunna göra betydande framsteg i arbetet mot en mer cirkulär ekonomi. Naturvårdsverket har tagit fram en vägledning för ökad och säker materialåtervinning.³¹ Det behövs dock fortsatt analys och utveckling för att säkerställa att styrmedel förenar målet giftfri miljö med visionen om en cirkulär och resurseffektiv ekonomi så att produkter tillverkade av återvunnet material är säkra ur en kemikaliesynpunkt.

Spårbarhet

För att skapa ett mer resurseffektivt och cirkulärt samhälle finns det behov av att bättre känna till innehållet av material. Ett gemensamt system för spårbarhet av material, så väl nytt som återvunnet och återanvänt material, skulle underlätta för det. Delegationen för cirkulär ekonomi har definierat spårbarhet som att ”efterfrågad och verifierbar information finns till varje led i värdekedjan och under hela produktens livslängd, ända till den blir avfall”.³² Detta är en förutsättning för att kunna cirkulera material och produkter på ett kemikaliesäkert sätt. Att utveckla system för spårbarhet är viktigt för att ha tillförlitlig information om ett materials innehåll av kemikalier, exempelvis farliga ämnen och kritiska råmaterial, men det ger även spårbarhet när det gäller sociala och etiska faktorer i produktionen eller hanteringen av materialet. En ökad spårbarhet kan också bidra till förbättrad statistik om våra resursflöden. Med mer tillförlitlig statistik förbättras underlagen för att ta fram och göra konsekvensanalyser av styrmedel, och uppföljning av mål möjliggörs.

I Formas dialoger har både näringslivsrepresentanter och intresseorganisationer påtalat värdet av att ha ett fungerande informationsflöde om innehåll i material i alla producent- och produktionsled. Informationsflödet försvåras idag av att det finns olika regelverk och praxis på den globala marknaden. Utan en spårbarhet i alla led försvåras hanteringen av förbrukade material och produkter för en cirkulär användning eftersom det då inte går att uppfylla lagkrav om exempelvis kemikalieinnehåll för fortsatt nyttjande av resurserna. Ökad spårbarhet och transparens i hur produkter tillverkas och återanvänds ökar förutsättningarna för resurseffektivitet och cirkulär ekonomi samtidigt som kemikaliekrav kan uppfyllas.

Även EU ser behov av ökad information om varor. Konsumenter och företag saknar idag tillräcklig information om varor för att göra hållbara val. Det vill EU kommissionen ändra på genom en ny lagstiftning om digitala produktpass för artiklar och varor som säljs på den europeiska marknaden. Det innebär i praktiken att hållbarhets- och spårbarhetsdata kommer att delas direkt till konsumenter och mellan aktörer i värdekedjan. Produktpassens uppgift är att ge digital information om varor, till exempel om vilka komponenter som ingår och hur varan kan återvinnas. Digitala produktpass ingår i EU:s ramdirektiv *Ecodesign for Sustainable Products Regulation, ESPR*. Förslaget omfattar just nu ett trettiotal produktområden – allt från textil, elektronik och möbler till alla dagligvaror, men med undantag för livsmedel. Lagförslaget är ett steg i EU:s gröna giv som i sin tur kopplar till FN:s globala mål. EU förväntas fatta beslut om lagstiftningen under 2024 och därefter rullas reglerna ut successivt med trolig start 2025. Digital utveckling och annan forskning kommer att behövas för att detta ska kunna bli praktiskt möjligt.

Det pågår ett arbete med att ta fram system för spårbarhet inom ett antal branscher. Eftersom olika branscher kan ha olika strukturer och skilda behov, trots att de kan ingå i samma produktionskedja, så finns det svårigheter med att skapa gemensamma system. En annan faktor som försvårar är att olika marknader regleras olika. Dessutom kommer spårbarhet att kräva ny administration, och det kommer att behöva göras avvägningar mellan vilken och hur mycket information som ska spåras, och arbetsresurser. Avvägningarna försvåras också av att det inte är känt idag vad som kommer efterfrågas i framtiden, eftersom nya kemiska ämnen kan förknippas med problem.

I EU:s handlingsplan för cirkulär ekonomi från 2020 identifieras spårbarhet av information om produkter och material i värdekedjor som en viktig förutsättning för den cirkulära ekonomin. I slutrapporten från expertgruppen för stärkt spårbarhet inom Delegationen för cirkulär ekonomi poängteras bland annat följande:

- Ny information inom området behöver tas fram med hjälp av forskning och pilotprojekt.

- Identifiera vilka branscher eller resursflöden i Sverige som kan utgöra piloter för hur ett lärande kring spårbarhet kan stärkas, och utreda hur de påverkas av kommande styrmedel. Detta bör utgå från prioriterade material eller sektorer där stärkt spårbarhet är viktigast.³³

Genom att utveckla metoder för spårbarhet och informationsdelning görs en mer hållbar produktion och konsumtion möjlig. Detta skulle även innebära ökade möjligheter till återanvändning och återvinning av material och därmed minskad mängd avfall. Här har forskning och innovation en viktig funktion.

Hållbar övergång från linjärt till cirkulärt

En stor del av den forskning och utveckling som är relaterad till cirkulär ekonomi inriktas mot process- och affärsutveckling, affärsmodeller samt politik och styrning som ska främja sådan utveckling. Dessa frågor behöver kompletteras med mer forskning om den cirkulära ekonomins effekter i samhället i stort, inklusive hur andra mål påverkas av eller påverkar arbetet.

För att den cirkulära ekonomin ska fungera, behöver nuvarande strukturer och arbetssätt i samhället utvärderas och anpassas för det cirkulära. Ett förstärkt samarbete och en närmare dialog mellan olika aktörer är nödvändigt för att de tillsammans ska hitta lönsamma och effektiva lösningar framåt.

Den cirkulära ekonomins komplexitet

Omställningen till en mer cirkulär ekonomi innebär att vi behöver förändra vårt sätt att producera och konsumera varor och tjänster, minska resurs- och energianvändning, samt minska miljöpåverkan och hur mycket avfall vi orsakar. Samtidigt ska den cirkulära ekonomin göra hållbart ekonomiskt välstånd möjligt.

Nyttor och kostnader av cirkularitet beräknas ofta ur ett ekonomiskt perspektiv. En minst lika viktig aspekt för att den cirkulära ekonomin verkligen ska bidra till hållbar utveckling är att den gör nytta för samhället i bredare mening och är miljömässigt och socialt hållbar. Det kan exempelvis innebära att en cirkulär lösning gynnar flera olika aktörer och målgrupper på flera olika sätt och att de i sin tur inte motverkar andra initiativ och åtgärder i hållbarhetsarbetet.

Cirkularitet, det vill säga återanvändning eller återvinning, används i marknadsföring och kan vara svårt att värdera och verifiera. Det kan exempelvis handla om att delar av, men inte hela, produktionen av en vara använder cirkulära flöden, att återvunnet material kan ha en högre miljöpåverkan än nyproducerat, och att återvunnet material innehåller farliga kemikalier.

Det behövs mer kunskap om direkta såväl som indirekta effekter, nyttoeffekter och effekter på miljö och hälsa, arbetsmarknad, ekonomi samt sociala aspekter i samhället som kommer av innovationer, lösningar eller initiativ som syftar till att främja en cirkulär ekonomi.

Förutsättningar för att öka omställningstakten

En mer cirkulär ekonomi kan bidra till att flera hållbarhetsmål nås, varför frågan måste hanteras som en samhällsövergripande fråga. Trots stora framsteg vad gäller teknikutveckling och kunskap om vilken effekt olika cirkulära lösningar kan få på både klimat och miljö, implementeras inte lösningar i den takt som skulle behövas för en hållbar samhällsomställning. För att få utvecklingen att ta fart behövs det bättre marknadsförutsättningar för de cirkulära lösningarna.

Omställningen kan stärkas genom incitament för förändring, policyutveckling och investeringar i forskning och innovation. Det finns många starka forsknings- och innovationsaktörer i Sverige inom områden som kopplar till cirkulär ekonomi. För att också bidra till en kemikaliesäker framtid behöver samarbeten med forskare och experter inom andra forskningsområden förstärkas, till exempel inom riskbedömning, toxikologi och ekotoxikologi. En

förutsättning för att forskning och innovation ska driva på utvecklingen är just fler breda tvärvetenskapliga samarbeten och tvärssektoriella forsknings- och innovationsprojekt.

Styrmedel och tillämpning

Arbetet på EU-nivå är centralt för att åstadkomma cirkulära material- och produktflöden, och arbetet inom EU:s cirkulära handlingsplan för cirkulär ekonomi kan möjliggöra en positiv utveckling av den cirkulära ekonomin i Sverige och Europa. Lagar och policyer som möjliggör cirkulära lösningar är en mycket viktig del i att skapa incitament för att möjliggöra cirkulär ekonomi.

I Formas dialoger som ligger till grund för denna rapport har ett flertal aktörer lyft lagstiftning och tillämpningen av den som kärnfrågor för att kunna göra betydande framsteg i arbetet mot en mer cirkulär ekonomi. Detta gäller bland annat avfallshierarkin och gränsdragningen mellan avfalls- och kemikalielagstiftning. Det finns ett stort behov av samverkan och innovation kring policy- och beslutsprocesser.

Samverkan och samarbete

Hållbarhetsomställningen innebär en stor och genomgripande förändring inom många samhällssektorer. För att omställningen till en mer cirkulär ekonomi med giftfria cirkulära materialflöden ska ta de steg framåt som behövs, krävs samverkan och bred mobilisering. En avgörande faktor för att lyckas är förmågan att samarbeta över traditionella organisations- och sektorsgränser. Sveriges strategi för cirkulär ekonomi ger en övergripande gemensam målbild för det nationella arbetet. När beslutsfattare inom politiken, näringslivet, relevanta myndigheter och aktörer i samhälle, möts och tillsammans konkretiserar vägen framåt kan utvecklingen ta fart.

Fördjupad samverkan mellan aktörer i olika sektorer och branscher är viktig för att de ska kunna bidra till mer kunskap och hållbara lösningar för en genomgripande samhällsomställning. Bra samverkan och samarbeten som leder till resultat kan vara svåra att uppnå, framför allt när olika forskningsdiscipliner, expertområden och branscher möts. Det är därför viktigt att använda samlarbetsformer som ger bra och rättvis effekt, så att bästa möjliga utfall kan uppnås.

Staten har en viktig roll i att främja samarbeten. Genom incitament och reglering kan staten främja framväxten av cirkulära lösningar som bidrar till ökad hållbarhet. Näringslivet har också stor betydelse för utvecklingen, men även privatpersoner kan bidra till denna utveckling om de ges förutsättningar. Cirkulära lösningar tas även fram i föreningar eller genom samverkan direkt mellan privatpersoner, till exempel genom föreningar som anordnar loppmarknader och bytesdagar, idrottsklubbar som cirkulerar sportutrustning eller grannar som delar på verktyg och annat som används sällan. Vidare bedriver bland andra miljö- och konsumentorganisationer verksamhet som främjar en cirkulär ekonomi.

För en framåtsyftande cirkulär och kemikaliesäker ekonomi behövs också mer kunskap, både med hjälp av forskning och av innovativa lösningar. En förutsättning för att forskning och innovation ska driva på omställningen mer kraftfullt är fler breda tvärvetenskapliga samarbeten, och kanske framför allt tvärssektoriella forsknings- och innovationsprojekt där politiska beslutsfattare, myndigheter, företag och andra aktörer deltar.

Kompetensutveckling

Utvecklingen mot en mer cirkulär ekonomi påverkar arbetsmarknaden och medför förändringar för många yrkesgrupper. För att ha en stark position i omställningen krävs det ofta stärkt kompetens inom ett flertal områden. Inom produkt- och processindustrin kommer exempelvis behovet av kompetens inom produktdesign och utveckling av hållbara, reparations- och återvinningsbara material och produkter att öka. Behovet av kompetens som arbetar för att öka kemikaliesäkerheten i produkter och processer kommer att vara fortsatt stort både hos producenter och reglerande myndigheter.

3.3 Beredskap för klimatförändringens konsekvenser för en giftfri miljö

I KORTHET

För att stärka beredskapen för klimatförändringarnas konsekvenser för en giftfri miljö behövs kunskap om:

- Hur exponering och spridning av kemiska ämnen och andra miljöföroreningar kan förväntas förändras till följd av exempelvis förändringar av temperatur och nederbörd, och torka, bränder, översvämningar och ras.
- Hur användning och exponering av kemiska ämnen och miljöföroreningar kan förväntas förändras till följd av klimatanpassning och beteendeförändringar.

Även klimatförändringen förväntas påverka förekomsten och spridningen av miljöföroreningar. Ett förändrat klimat kommer i sig att påverka hur miljöföroreningar sprids, men det kommer också att leda till effekter som gör att nya kemikalier kommer att behöva introduceras i framtiden, eller att kemikalier för nya användningsområden kommer att behöva användas. Här finns stora kunskapsbrister.

Medan världen arbetar för att minska klimatförändringen, står mänskligheten också inför en verklighet där forskare och andra klimatexperter än eniga om att klimatet redan håller på att förändras. Samhället måste därför anpassa sig till klimatförändringen genom att rusta för de utmaningar som kommer, det vill säga klimatanpassning. Att beakta miljöföroreningar i det arbetet är viktigt för att kunna gå en kemikaliesäker framtid till mötes.

Klimatförändringens direkta effekter

Förändringar i klimatet orsakar temperaturhöjningar, torka, förändringar i grundvattennivåerna, kraftiga skyfall och översvämningar. Det kan inte bara leda till ökad risk för ras, skred och erosion, utan även till att det blir fler bränder och att isar smälter. När det sker finns det en tydlig risk för att nya och gamla miljöföroreningar sprids på sätt som vi idag inte känner till eller fullt ut kan förutse. Det är viktigt med ökad kunskap om vad vi kan förvänta oss framöver för att öka möjligheten till att vara förberedda, anpassa oss och agera proaktivt.

Myndigheters klimat- och sårbarhetsanalyser visar att en ökad risk för ras, skred och erosion hotar samhällen, infrastruktur och företag.³⁴ Bland mycket annat så kan de påverka och förstärka miljö- och hälsorisker från förorenade områden och deponier, liksom från andra miljöfarliga verksamheter. Exempelvis kan kraftig nederbörd leda till att industriområden och reningsverk översvämmas med spridning av miljöföroreningar som följd. Likaså kan ras, skred och slamströmmar göra att föroreningar sprids till vattentäcker.³⁵ Sveriges geotekniska institut konstaterar att ökad hänsyn till risker med förorenade områden i ett förändrat klimat behövs för att undvika konsekvenser för människors hälsa och miljö.³⁶ Vidare poängterar de att kunskapen fortfarande är bristfällig om graden av klimateffekternas påverkan på olika markförhållanden och möjliga konsekvenser. Det finns ett stort och samhällsviktigt behov av mer forskning om konsekvenserna för toxicitet, rörlighet och spridning av miljöföroreningar vid översvämningar, ras, skred och erosion.

En ökning av bränder i och med varmare temperaturer kan också vara en källa till spridning av både kända och okända miljöföroreningar och kemiska ämnen. Exponeringen av polycykliska aromatiska kolväten, så kallade

PAH:er, och luftburna partiklar från skogsbränder förväntas därför öka.³⁷ Med fler perioder av torka får vi torrare jordar som i sin tur ökar transporten av tungmetaller och således bidrar till förändrade spridningsmönster. Även spridningen av pesticider och andra miljöföroreningar förväntas påverkas. Dessutom kan miljöföroreningar som idag finns intakta i isar och tundra börja spridas på nytt när de smälter respektive tinar, och risker vi under lång tid inte har behövt agera på kan återigen bli aktuella. Kunskapen om vilka miljöföroreningar som kan förväntas i miljön till följd av klimatförändringar och hur de kan förväntas spridas är idag inte tillräcklig. Det behövs mer forskning.

Klimatförändringens indirekta effekter

Förändringar i klimatet leder till att människor behöver förändra sitt beteende, och att samhället behöver anpassas och ställa om. Flera av földeffekterna förväntas inverka på nivåerna av miljöföroreningar och andra kemiska ämnen i miljön, och då också på förutsättningarna för att uppnå miljö kvalitetsmålet giftfri miljö och en kemikaliesäker framtid.

Ett exempel har med jordbruk att göra: Med ökade temperaturer förändras förutsättningarna för jordbruk. I Sverige innebär det bland annat att förekomsten av vissa skadedjur förväntas öka, och därmed också behovet av att använda andra typer av växtskyddsmedel än vad som används och regleras idag. Ett annat exempel är när klimatförändringen leder till att vi förändrar våra levnadsmönster och matvanor, när vi börjar äta nya livsmedel kan det också innebära att vi exponeras för nya kemiska ämnen och miljöföroreningar. Naturvårdsverkets rapport *Human exposure to chemicals in Sweden in a changing climate*³⁸ från 2022 målar även upp en bild av att ett varmare klimat också kommer att öka efterfrågan på mer energieffektiva byggnader, och möjligen göra att människor vistas mer inomhus, vilket skulle kunna öka exponeringen för de föroreningar som finns där.

Det handlar om komplexa förändringar som sker på flera fronter där spridningen och exponeringen av miljöföroreningar kan tänkas påverkas. För att kunna agera och förhindra potentiella oönskade situationer behövs det därför mer kunskap om många samhällssektorer. För att göra det möjligt att arbeta proaktivt med riskbedömning och samhällsåtgärder finns det också ett stort behov av både forskning och kunskapsutbyte mellan forskare och olika behovsägare i samhället.

Stora ambitioner finns också för att minska klimatförändringen. En central del av den pågående gröna omställningen för att nå klimatmål, FN:s uppsatta hållbarhetsmål och Sveriges miljö kvalitetsmål kretsar kring samhällets elektrifiering och energiproduktion, där batterier, solceller, vindkraft och nu också kärnkraft utgör centrala delar. Nya industrier håller på att etableras där behovet av kemikalier och innovationskritiska jordartsmetaller och mineraler. Dessutom kommer gruvetableringen att öka. Utformningen av produktionsprocesser, återvinning och hantering av utsläpp kommer vara avgörande för hur stor påverkan produktionen kommer att ha på miljön. Vid väldesignade processer från start finns potential att också bidra till cirkulär ekonomi.

4. Instrument för forskning, innovation och samverkan för en kemikaliesäker framtid

Redan idag finns stora behov av kunskap och kompetens på kemikalieområdet. I och med den ökande användningen av kemiska ämnen, bland annat för den gröna omställningen, och den allt viktigare processen mot en mer cirkulär ekonomi växer sig behovet dessutom allt större. För att säkra en kemikaliesäker framtid är det centralt att samhället stimulerar nya samarbeten och ett ökat kunskapsutbyte mellan aktörer inom området. Samtidigt behövs stärkta resurser till forskning och innovation för att ta fram ny kunskap och innovativa lösningar. En satsning på forskning och innovation för en kemikaliesäker framtid bör vara långsiktig och bred. Den behöver inkludera olika typer av instrument, där det långsiktiga behovet styr när i tid ett visst instrument används. För att göra väsentliga framsteg inom de tre områdena *nästa generations riskbedömning*, *stärkta förutsättningar för en kemikaliesäker cirkulär ekonomi* och *beredskap för klimatförändringens konsekvenser för en giftfri miljö*, kommer det genomgående att krävas en kombination av dels mer forskning och innovation av hög kvalitet, dels ökat samarbete och samverkan. Ökad samverkan mellan en bredd av aktörer inom olika områden kommer att vara centralt. Instrumenten som används i satsningen behöver också främja tvärvetenskapliga och tvärsektorielle angreppssätt, såväl som kompetensutveckling och internationella samarbeten.

Som forskningsråd kan Formas stötta utvecklingen mot en kemikaliesäker framtid genom att finansiera forskning och innovation som stödjer arbetet. Med rätt förutsättningar kan vi även utgöra en viktig arena för att öka tillämpning av forskning och innovation, genom exempelvis gemensamma mötesplatser för forskare, myndigheter, näringsliv och andra behovsägare. Vi kan då även säkerställa att den forskning som stöds är efterfrågad och användbar för samhällets utveckling. Vi skulle också kunna använda oss av instrument som *policylab* för att göra det möjligt för en diskussion om specifika knäckfrågor för att arbetet ska komma framåt.

Lämpliga instrument för den breda och långsiktiga satsning vi föreslår inkluderar, men är inte begränsat till, forskningsprojekt, innovationsprojekt, mobilitetsstöd och *policylab*. Under satsningens gång kan även andra instrument identifieras som lämpliga för att fylla ett identifierat behov.

Samarbete och samverkan är inte enbart viktigt i forsknings-, innovations- och samverkansprojekt utan också i arbetet med att utforma satsningen för en kemikaliesäker framtid. I utformningen av satsningen kommer vi att både fortsätta och utöka våra redan etablerade samarbeten med myndigheter, näringsliv och intresseorganisationer och forma satsningen i samskapande med dessa.

4.1 Forskning och innovation av hög kvalitet

Det främsta instrumentet för forskning och innovation av hög kvalitet är att finansiera forsknings- och innovationsprojekt genom utlysningar där olika projekt prövas i konkurrens. Fokus vad gäller forskning bör läggas på tillämpningsbar och behovsmotiverad forskning av högsta vetenskapliga kvalitet. Innovations-satsningar behövs för att hitta nya lösningar, nya arbetssätt inom exempelvis riskbedömning, och nya sätt att samverka. Det vanliga är att vi finansierar treåriga projekt, men vi ser att det inom vissa områden finns behov av längre projekttid. Genomförandet av tvärdisciplinära och tvärsektorielle projekt gynnas av att det finns tid till att bygga upp gemensamma grunder för samarbetet och att de medverkande kan utveckla förståelse för de ingående disciplinernas och sektorernas språk och arbetsmetoder. För att bygga upp kompetens inom viktiga områden och skapa starka tvärvetenskapliga forskningsmiljöer behöver vi därför kunna stötta nätverks- och samarbetsuppbyggande projekt som har det primära syftet att bygga upp samarbeten som sedan kan bedriva forsknings- och innovationsprojekt.

Samhället behöver säkerställa framtida kunskapsutveckling och kunskapsförsörjning inom kemikaliesäkerhet och cirkulär ekonomi. Utlisningar behöver därför utformas så att det finns möjlighet att finansiera juniora forskare. Formas har en omfattande global verksamhet. Vi främjar och tar initiativ till internationella forsknings-samarbeten och medverkar i forsknings-samarbeten inom EU och andra internationella forskningsprogram. Utlisningar inom

satsningen behöver möjliggöra för internationella samarbeten för att bibehålla och stärka svenskt deltagande i internationella forskningsinsatser och i samarbeten med starka forskningsmiljöer i andra länder.

4.2 Mobilitet mellan sektorer

Både nationell och internationell forskarmobilitet anses driva kvalitet och främja mer dynamiska forskningsmiljöer och öka spridningen av forskning. Mobilitet mellan akademi och övriga samhället förbättrar den högre utbildningens relevans för arbetsmarknaden och stärker kompetensförsörjning. För att öka förutsättningarna för att utveckla nästa generations riskbedömning är alltså kunskapsutbyte och ökat nätverkande nödvändigt. Mobilitet är då ett viktigt verktyg. Likaså kan mobilitet bidra till både ökat kunskapsutbyte och ökad relevans och kvalitet på den forskning som ska bidra till att cirkulära materialflöden och miljö kvalitetsmålet giftfri miljö ska uppnås sida vid sida.

Mobilitet mellan olika sektorer, exempelvis mellan företag, myndigheter och akademi, ökar förståelsen för de olika behov och arbetssätt som finns och bidrar till förbättrade samarbeten mellan olika aktörer. Det bidrar även till att öka samhällsrelevansen i den forskning som bedrivs.

4.3 Policylabb för samskapande

Policylabb är en form av samskapande utvecklingsprocess som samlar en grupp aktörer för att testa, experimentera och lära inom policyutveckling, med fokus på exempelvis nya arbetssätt, riktlinjer och regelverk. Policylabb använder metoder som är designade för att integrera flera olika perspektiv och kompetenser. På så sätt är det ett användbart verktyg för att skapa träffsäkra policyer som kan hantera komplexitet och är väl förankrade hos såväl beslutsfattare som användare. Policylabb skulle göra det möjligt att ta sig an frågor som till exempel hur en kommun eller en bransch kan arbeta med cirkulär ekonomi och giftfri miljö med rådande lagstiftningar. I policylabb skulle behovsägare, forskare och andra aktörer utbyta kunskap och samarbeta i syfte att uppnå ett gemensamt mål. Instrumentet är lösningsinriktat.

Liknande instrument som också kan vara användbara för de behov som finns är *living labs*, *design labs* och *transition labs*³⁹, alla med liknande ambitioner av samverkan och medskapande som policylabb.

4.4 Stimulera nätverksbildande och nyttiggörande

Både mobilitetstöd och policylabb främjar nätverkansbildande och nyttiggörande av forskningsresultat. Utöver dessa instrument kan Formas bidra med samverkansytor för att ytterligare stimulera samtal och kunskapsutbyte och öka förståelsen för vilka behov och lösningar som kan finnas. Med rätt kontaktytor kan samhällsrelevanta forskningsfrågor ställas som kan vara starten på kommande forskning- eller innovationsprojekt och därmed öka samhällsrelevansen och nyttiggörandet av forskning och innovation.

Även på det internationella planet behöver nätverk och samarbeten bibehållas och stärkas. Med en långsiktig satsning på en kemikaliesäker framtid kommer vi att se över förutsättningarna för att finansiellt stötta forskare i olika internationella forskningssamarbeten. För att öka förutsättningarna för svenska forskare att delta i internationella expertgrupper och på så sätt stimulera nätverkande, samarbeten och kompetensutveckling finns det också behov av och möjlighet att finansiera deras medverkan.

Referenser

1. SOU 2022:56. Betänkande av Utredningen om en hållbar försörjning av innovationskritiska metaller och mineral. *En tryggad försörjning av metaller och mineral*. 2022.
2. Dagorn G, Horel S, Martinon L, Steffen T. 'Forever pollution': Explore the map of Europe's PFAS contamination. *Le Monde*, 2023.
3. Langer S, Jamtrot A, de Wit C, Fridén H, Giovanoulis G, Thorsén G. *Kemikaliesmart förskola - Kemikaliebelastning i tre förskolors innemiljö*. Rapport nr. C 550. IVL Svenska Miljöinstitutet AB, 2020.
4. European Chemicals Agency. *Changes of market volumes of chemicals subject to authorisation in 2010-21*. European Chemicals Agency, 2022.
5. Formas. *Forskning till stöd för att uppnå miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö - Analys och strategi*. Formas, 2015.
6. Regeringskansliet. *Cirkulär ekonomi - Strategi för omställningen i Sverige*. Miljödepartementet, editor: Regeringskansliet, 2020.
7. Regeringskansliet. *Cirkulär ekonomi - Handlingsplan för omställning av Sverige*. Miljödepartementet, editor: Regeringskansliet, 2021.
8. Europeiska kommissionen. *The European Green Deal*. Europeiska kommissionen, 2019.
9. Europeiska kommissionen. *Kemikaliestrategi för hållbarhet - På väg mot en giftfri miljö*. Europeiska kommissionen, 2020.
10. Europeiska kommissionen. *En ny handlingsplan för den cirkulära ekonomin - För ett renare och mer konkurrenskraftigt Europa*. Europeiska kommissionen, 2020.
11. Europeiska kommissionen. *EU Biodiversity Strategy for 2030 - Bringing nature back into our lives*. Europeiska kommissionen, 2020.
12. Europeiska kommissionen. *A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system*. Europeiska kommissionen, 2020.
13. Europeiska kommissionen. *Strategic research and innovation plan for safe and sustainable chemicals and materials*. Europeiska kommissionen, 2022.
14. Kemikalieinspektionen. *Så bidrar arbetet för Giftfri miljö till FN:s hållbarhetsmål*. Kemikalieinspektionen, 2016.
15. Formas. *Formas arbete med miljö kvalitetsmålet Giftfri miljö - En översyn och strategi framåt*. Rapport nr. R5:2022. Formas, 2022.
16. Wang Z, Walker GW, Muir DCG, Nagatani-Yoshida K. *Toward a Global Understanding of Chemical Pollution: A First Comprehensive Analysis of National and Regional Chemical Inventories*. Environmental Science & Technology, 2020.
17. Wittwehr C, Blomstedt P, Gosling JP, Peltola T, Raffael B, Richarz A-N, et al. *Artificial Intelligence for chemical risk assessment*. Computational Toxicology, 2020.
18. SOU 2019:45. Betänkande av Utredningen om Kombinationseffekter och gruppvis hantering av ämnen. *Framtidens kemikaliekontroll - Hantering av kombinationseffekter och gruppvis bedömning av ämnen*. 2019.
19. Toxikologiska rådet. *Toxikologiska rådets årsrapport 2022*. Kemikalieinspektionen, 2022.
20. Kemikalieinspektionen. *Giftfritt från början. Underlag till regeringen med förslag på strategi och nya etappmål för farliga ämnen till 2030*. Rapport nr. 1/2020. Kemikalieinspektionen, 2020.
21. Naturvårdsverket. *Avfall i Sverige 2020 - Uppkomst och behandling*. Rapport nr. 7048. Naturvårdsverket, 2020.
22. Naturvårdsverket. *Avfall – resursslöseri och negativ miljöpåverkan*. <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/avfall/avfall--bade-resurssloseri-och-negativ-miljopaverkan/>. (Hämtad 2023-09-08).
23. Naturvårdsverket. *Farligt avfall från Sverige påverkar människor och miljö utanför EU*. <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/avfall/avfall--bade-resurssloseri-och-negativ-miljopaverkan/farligt-avfall-fran-sverige-paverkar-manniskor-och-miljo-utanfor-eu/>. (Hämtad 2023-09-08).
24. Naturvårdsverket. *Giftfria och resurseffektiva kretslopp - Vägledning för ökad och säker materialåtervinning*. Naturvårdsverket, 2017.
25. Delegationen för cirkulär ekonomi. *Slutrapport 2020 Expertgruppen för stärkt spårbarhet*. Delegationen för cirkulär ekonomi, 2021.
26. Hjerpe K, Englund B, Jonsson A. *Myndigheters arbete med klimatanpassning 2020*. SMHI, 2021.

-
27. Konitzer K, Bendz D. *Klimat- och sårbarhetsanalys enligt förordning 2018:1428 för myndigheters klimatanpassningsarbete*. Statens geotekniska institut, 2020.
 28. Roth S K, Domercq P, Sobek A, Macleod M. *Human exposure to chemicals in Sweden in a changing climate*. Naturvårdsverket, 2022.
 29. Andersson L, Stoltz Ehn AK. *Från living labs till transition labs - En forskningsöversikt och kartläggning av innovationsmiljöer för hållbara städer*. Rapport nr. 2018:03. Vinnova, 2018.

Formas är ett statligt forskningsråd för hållbar utveckling. Vi finansierar forskning och innovation, utvecklar strategier, gör analyser och utvärderar. Våra verksamhetsområden finns inom miljö, areella näringar och samhällsbyggande. Vi genomför forskningssammanställningar som syftar till att underlätta för Sverige att nå våra miljömål. Därutöver kommunicerar vi om forskning och forskningsresultat.