# Material i byggnader

– en kunskapssammanställning



**Erica Bloom**
**Anders Sjöberg**
**Mikael Theorin**
**Mats Persson**

**2026-08-31**

# Förord

Denna sammanställning om material i byggnader har tagits fram med stöd från Boverket. I arbetet med rapporten har noterats att det finns många förgreningar och infallsvinklar. Förhoppningen är att kunskapssammanställningen ska kunna utvecklas i senare projekt.

Mats Persson

Malmö universitet

Denna rapport finns tillgänglig på https://bygglearn.uni.mau.se tillsammans med fler kunskapssammanställningar. Där finns även listor och länkar tillgängliga i en excel-fil.

Synpunkter och förslag från denna kompletterade förstudie samlas in för att kunna ingå i en uppföljande förbättrad utgåva om finansiering kan ordnas. Synpunkter och förslag mottas via epost: *mats.persson@mau.se*



Omslagsbild: Mats Persson

# Sammanfattning

Denna rapport är en kunskapssammanställning för att ge en översikt över material som används i byggnader och de risker, regelverk och branschstrukturer som påverkar hur dessa material väljs, används och hanteras. Byggmaterialens påverkan på hygien, hälsa, miljö och klimat sträcker sig över hela livscykeln – från råvaruutvinning och tillverkning till användning, underhåll, ombyggnad och slutligt omhändertagande. Rapporten belyser att både traditionella och moderna material, oavsett livscykelstadie, kan innebära betydande risker, särskilt när information om innehåll, emissioner eller långtidsegenskaper är bristfällig.

Nomenklaturen och innebörden av begreppet byggnadsmaterial varierar inom livscykeln. I lagstiftning och beskrivningar används flera begrepp: *byggprodukt, produkt, material, materialslag, byggmaterial, byggnadsmaterial, ämne, avfall, farligt avfall, farligt ämne* för att kategorisera ”material”. En sammanställning av centrala lagar, förordningar, standarder och branschverktyg som styr eller stödjer materialval, inklusive system för miljöbedömning, produktinformation och spårbarhet visar att regelverken är omfattande men inte heltäckande, särskilt avseende komplexa produkter, in situ material, nanomaterial och återbrukade byggprodukter. Byggprocessens uppdelade ansvarsfördelning och varierande kunskapsnivåer hos aktörer bidrar till att risker kan uppstå eller förbli oidentifierade.

Materialtillverkare och producenter av byggprodukter har viktigt ansvar för ingående ämnen, analys av möjliga konsekvenser och att göra information tillgänglig. Byggvaruhandel behöver förmedla information och tillhandahålla effektiva system för handel och spårbarhet. Fastighetsägare och beställare sätter ramar, ambitionsnivå och förutsättningar i arbetet med byggprojekt. Projektörer/konsulter behöver säkra goda kunskaper om inventering och val av material i byggnader. Entreprenörer behöver vara vaksamma på arbetsmiljöaspekter av material samt är viktiga för att dokumentera använda byggprodukter för spårbarhet i driften av den färdiga byggnaden. Privatpersoner som använder material i byggnader behöver kunna förlita sig på att material som marknadsförs är säkra när de används på anvisat sätt. Myndigheter i EU och Sverige sätter regler som ska ge säkra byggnader och god inomhusmiljö samtidigt som rättvis konkurrens ska finnas. Myndigheterna sammanställer via databaser och hemsidor information om både farliga material/ämnen och godkännande av byggprodukter.

Rapporten lyfter även fram exempel på farliga ämnen i byggmaterial, både i befintlig bebyggelse och i nyare produkter, samt beskriver hur dessa ämnen kan påverka hälsa och miljö. Sammanställningen visar att det finns ett tydligt behov av förbättrad dokumentation, ökad spårbarhet, utvecklade metoder för riskbedömning och stärkt samverkan mellan myndigheter, forskning och bransch. En mer systematisk och kunskapsbaserad hantering av byggmaterial bedöms vara avgörande för att minska risker, stödja cirkulära materialflöden och främja en långsiktigt hållbar byggd miljö.

# Förkortningar och förklaringar

ADR Accord européen relatif *au transport international des marchandises Dangereuses par Route* (franska) eller *European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road* (engelska). Det omfattar särskilda regler för transport i enlighet med GHS och CLP.

Akut toxicitet allvarliga hälsoskador som uppkommer kort tid efter oral, inandning eller dermal exponering av ett ämne eller en blandning.

Atopi Sensibilisering som innebär att specifika IgE-antikroppar bildas som svar på exponering för substanser, så kallade allergen.

BEAst Byggbranschens Elektroniska Affärsstandard.

BK04 BK04 är en varugruppsindelning för det sortiment som förekommer inom byggmaterialhandeln.

BPA Bisfenol A

BVD Byggvarudeklaration. Standardiserat dokument med miljö- och hälsoinformation om en byggprodukt, upprättat av tillverkaren. Pappersformatet BVD3 ersattes 2016 av det digitala formatet eBVD.

BYG-ERFA Dansk byggteknisk kunskapstjänst med erfaringsblade om byggskador, drivs av Fonden BYG-ERFA.

ByggaF Bygga Fuktsäkert, branschmetod för fuktsäker byggprocess, förvaltad av FuktCentrum vid Lunds tekniska högskola.

CLP Classification, Labelling and Packaging (förordning (EG) nr 1272/2008). EU:s regler för klassificering, märkning och förpackning av kemikalier enligt GHS.

CMR För att få benämningen CMR-ämne måste ett av kriterierna cancerframkallande, mutagent eller reproduktionstoxiskt vara uppfyllt.

CPR Construction Products Regulation (EU:s byggproduktförordning).

EAN European Article Number (visas ofta som en streckkod).

eBVD Elektronisk byggvarudeklaration. Digitalt format för miljö- och hälsoinformation om byggprodukter.

ECHA European chemicals agency.

EFSA European Food Safety Authority (Europeiska myndigheten för livsmedelssäkerhet).

EPD Environmental Product Declaration. Miljövarudeklaration i livscykelperspektiv enligt EN 15804.

ETA European Technical Assessment. Frivillig väg till CE-märkning där harmoniserad standard saknas.

GDSN Global Data Synchronisation Network.

GHS Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals. FN:s globala system för klassificering och märkning av kemikalier, grund för EU:s CLP-förordning.

GS1 Global Standards One. Internationell organisation för standarder för identifiering och spårbarhet i handeln, bl.a. GTIN och streckkoder.

GTIN Global Trade Item number, enligt standarden GS1.

Hormonstörande Ett ämne eller en blandning som orsakar förändringar i det endokrina störande systemets funktion och därmed ger upphov till skadliga effekter i en intakt organism, i dess avkomma eller i populationer eller underpopulationer. Skillnader i allvarlighet delas in i kategori 1 (ämnen med *kända* hormonstörande egenskaper) och kategori 2 (med *misstänkta* hormonstörande egenskaper).

| | |
|---|---|
| IARC | International Agency for Research on Cancer. |
| LCI | Lowest Concentration of Interest (lägsta halter som är av intresse). |
| LOAEL | Lowest Observed Adverse Effect Level (lägsta nivån där hälsoeffekter förväntas). |
| NOAEL | Non Observed Adverse Effect Level (koncentrationer under nivån där hälsoeffekter förväntas). |
| PBT/vPvB | Faroklassificering av ämne där samtliga kriterier för långlivat, bioackumulerande och toxiskt ska vara uppfyllda alternativ för att benämnas mycket långlivade och mycket bioackumulerande. Halveringstiden för ämnet ska överstiga vissa gränser; bioackumulation bestämt från biokoncentrationsfaktorn ska vara minst 2000, respektive 5000, och toxiciteten med faror som cancerframkallande, mutagent, reproduktionstoxiskt, organtoxiskt, hormonstörande ha en nolleffektkoncentration (NOEC) mindre än 0,01 mg/l. |
| PMT/vPvM | Faroklassificering av ämne där samtliga kriterier för långlivat, mobilt och toxiskt måste uppfyllas. Mobilitetskriterier är om log $K_{oc}$ < 3 för ämnet och om ämnet är joniserbart ska det lägsta värdet på log $K_{oc}$ vid pH-värde mellan 4 och 9 vara < 3. |
| POP | Persistent Organic Pollutants (långlivade organiska föroreningar). EU-förordning som förbjuder eller begränsar tillverkning och användning av POPs-ämnen, t.ex. PCB, PFOS, PFOA, PFHxS, SCCP, PBDE och HBCD. |
| PRIO | “PRIO - ett verktyg för substitution" är Kemikalieinspektionens verktyg för utfasning eller riskminskning av farliga ämnen. Verktyget hette "Prioriteringsguiden PRIO" före 2020. |
| REACH | Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals.<br>EU:s kemikalieförordning (EG nr 1907/2006) för skydd av hälsa och miljö. |
| SCIP | Substances of Concern In articles, as such or in complex objects (Products). Databas som drivs av ECHA. |
| SVHC | Substance of very high concern. Beteckning som används inom ECHA. |
| SVOC | Semi-Volatile Organic Compounds (svårflyktiga organiska ämnen). |
| TAB | Technical Assessment Board. |
| TEF | Toxicitetsekvivalenter. |
| VOC | Volatile Organic Compounds (flyktiga organiska ämnen). |
| VVOC | Very Volatile Organic Compounds (mycket flyktiga organiska ämnen). |

# Innehåll

**1 Inledning ..... 8**
1.1 Bakgrund ..... 8
1.2 Syfte och avgränsning ..... 9
1.3 Genomförande ..... 10

**2 Beskrivning av material i byggnader ..... 11**
2.1 Beskrivna utifrån tillverkningsmaterial ..... 11
2.2 Beskrivna utifrån egenskaper och funktion ..... 11
2.3 Beskrivna utifrån risk för skador på människors häls, miljö, klimat, arbetsmiljö m.m. ..... 12
2.4 Känslomässig indelning av byggmaterial ..... 13
2.5 Kemikalieinspektionens indelning ..... 14

**3 Byggmaterialvalens utveckling ..... 15**
3.1 Byggmästarens helhetsansvar och industrialiseringen ..... 15
3.2 Högre krav på material ..... 15
3.3 Komplex montering ..... 17
3.4 Löses på plats och experimentella lösningar ..... 18
3.5 Beskrivning av materialval i byggprocessen ..... 18

**4 Gällande lagar, regelverk och vägledningar ..... 22**
4.1 Lagar ..... 23
4.2 Förordningar ..... 24
4.3 EU-förordningar ..... 24
4.4 Myndigheters vägledning ..... 26

**5 Branschens stöd och verktyg ..... 29**
5.1 Aktörer kopplade till material, byggprodukter, innemiljö och hälsa ..... 29
5.2 Kvalitets- och prestandamärkning av byggprodukter ..... 29
5.3 Klassificering och varuidentifiering i byggsektorn ..... 31
5.4 Miljömärkning och miljöbedömning av byggprodukter ..... 32
5.5 Miljöcertifiering av byggnader ..... 33
5.6 Klassificering och beskrivning i byggprocessen ..... 35
5.7 Metoder för emissionsprovning och inomhusmiljö ..... 36
5.8 Verktyg för demontering, återbruk och återvinning ..... 37

**6 Byggmaterial - risker för hygien, hälsa & miljö ..... 39**
6.1 Byggmaterial och folkhälsa ..... 39
6.2 Forskningslitteracitet – förmågan att värdera forskning om exempelvis hälsa och innemiljö ..... 39
6.3 Exponering ..... 39
6.4 Hälsopåverkan av material i ett bredare perspektiv ..... 41
6.5 Hälsofaror & byggprodukters olika egenskaper ..... 42
6.6 Byggprodukter & faroklassificering ..... 43

**7 Olika material, ämnen och hälsorisker - exempel ..... 48**
7.1 Byggprodukter ..... 48
7.2 Beståndsdelar av eller från produkter ..... 51
7.3 Produkt, material eller tjänst? – komplexa gränsfall! ..... 53
7.4 Farliga ämnen i byggmaterial ..... 58
7.5 Livscykelskeden, återbruk och materialåtervinning ..... 70

**8 Slutsatser & framtida utmaningar ..... 74**
8.1 Material ska ha dokumenterade egenskaper ..... 74
8.2 Byggprocessens komplexitet skapar nya risker ..... 74
8.3 Regelverken är omfattande – men inte heltäckande ..... 74
8.4 Återbruk och cirkularitet kräver en robust riskbedömning ..... 75
8.5 Behov av samlat grepp om information och kunskap ..... 75
8.6 Sammanfattande slutsats ..... 76

**Referenser ..... 77**

**Bilaga 1 – Vanligt förekommande farliga ämnen i byggmaterial**
**Bilaga 2 – Övergripande systemanalys från förstudien**
**Bilaga 3 – Verktyg för fuktsäkerhet och byggnadsfysik**

# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Nomenklaturen och innebörden av begreppet byggnadsmaterial varierar inom livscykeln. I lagstiftning och beskrivningar används flera begrepp: *ämne, byggprodukt, produkt, material, materialslag, byggmaterial, byggnadsmaterial, avfall, farligt avfall, farligt ämne* för att kategorisera ”material”.

I byggsektorn används sedan några år standarden EN 15978 för livscykelanalys, se figur 1.1. Standardens uppdelning av byggprocessen kan också vara en utgångspunkt för att beskriva hur material i byggnader påverkar hygien, hälsa och miljö i ett genomförandeperspektiv.

*A0 Projektering:* Det är i samband med planering och projektering som val av material görs. Det gäller både materialtillverkarna som väljer råvaror till sina byggprodukter och arkitekt/konstruktör som väljer byggprodukter till byggnadsverket.

*A1–A3 Produktskede*: Materialens livscykel börjar med råvaruuttag och fortsätter med en tillverkningsprocess. Tillverkningen kontrolleras av tillverkaren och resulterar byggprodukter som säljs till byggarbetsplatser.

*A4–A5 Byggproduktionsskede*: Beställare och entreprenör väljer mellan byggprodukter och tillverkare för att tillskapa ett byggnadsverk som uppfyller beställarens krav till en rimlig kostnad och klimatbelastning. Byggproduktionen sker i öppen konkurrens där alla egenskaper hos byggprodukter bedöms men där det slutliga resultatet är beroende på kompetens och skicklighet hos utförarna.

*B1–B7 Användningsskede*: Material i byggnader byts ut vid underhåll, reparation och ombyggnad. Det innebär att kortare projekt med C1–C4 och A1–A5 som upprepas i olika omfattning.

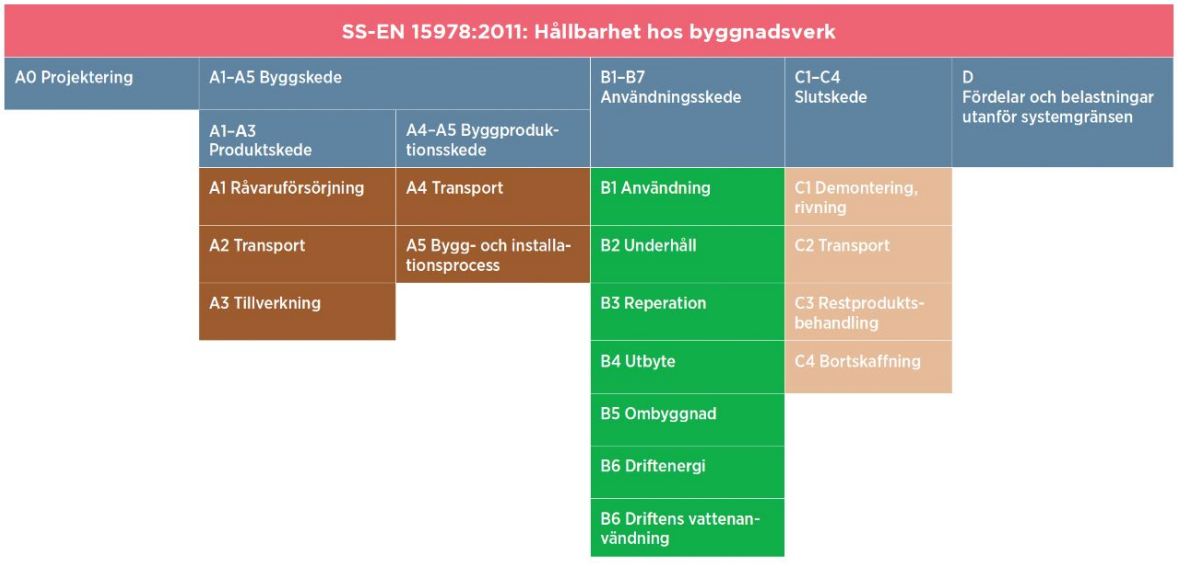
*C1–C4 Slutskede*: När en byggnad ska demonteras och rivas behöver restprodukter behandlas respektive bortskaffas enligt miljöbalkens avfallshierarki. För stora delar av det befintliga beståndet av byggnader återstår att genomgå detta slutskede.

### 1.1.1 Material och byggprodukter

Antalet material (byggprodukter, varor och fabrikat) som används inom byggsektorn är omfattande och det finns flera infallsvinklar och områden att beskriva. I Boverkets ”gamla” byggregler BBR och de nya byggreglerna är en viktig utgångspunkt att inte använda material, i våra byggnader, som kan vara farliga eller utgöra risker för människors hälsa. Förutsättningarna är olika för nyproduktion och vid ändring i befintliga byggnader.

Vid nyproduktion behöver de material som används vara lämpliga för den planerade användningen. Här gäller det att vara särskilt uppmärksam på ”innovativa” material som kanske inte är tillräckligt utprovade eller som kan ge upphov till negativa konsekvenser med tiden. En fråga är t.ex. hur nanomaterial och andra avancerade material som används i självrengörande ytskikt på fasader, fönsterrutor m.m. står sig över tid.

I befintlig bebyggelse finns redan ett flertal material som utgör risker för människors hälsa och miljön, exempelvis asbest, PCB, tungmetaller som kvicksilver och bly, fluorerade växthusgaser med flera. Det är viktigt att kunskap och erfarenheter kring dessa ämnen dokumenteras och förs vidare för att undvika negativa konsekvenser i samband med




Figur 1.1 Systemgränser för LCA (källa: Fossilfritt Sverige (2024)).

ändring av byggnad, renovering eller rivning. Det gäller såväl skyddsåtgärder vid arbeten där sådana ämnen finns, som den slutliga hanteringen av byggnadsdelar, t.ex. återanvändning, återvinning eller hantering som farligt avfall.

Det finns olika regelverk kring olika material och produkter utifrån märkningar eller certifieringssystem, exempelvis CE-märkning, typgodkännande eller certifieringar enligt t.ex. miljöbyggnad, svanen eller liknande. Materialdatabaser som BASTA, Vilma och eBVD, med flera, och arbetet med byggproduktförordningen CPR (EU 2024/3110) (EU 2024) kan också ingå i detta. För material i kontakt med dricksvatten finns en positivlista (Engdahl et al. 2025).

### 1.1.2 Fel, brister & skador

Hanteringen av byggprodukter genom livscykeln är avgörande för hur materialets egenskaper bibehålls över tid.

Boverket har låtit kartlägga fel, brister och skador inom byggsektorn (Boverket 2018) med enkätundersökningar och djupintervjuer. Resultatet av kartläggningen visar på att både när det gäller antal och kostnad för fel, brister och skador så dominerar fukt som orsak, se sammanställning i tabell 1.1.

Det är tydligt att fuktrelaterade skador är de vanligaste och orsakar de största skadekostnaderna. Skadorna är inte indelade efter skede.

### 1.1.3 Beskrivning av byggprodukters påverkan på hälsa & miljö

Byggmaterial kan påverka både hälsa och miljö på flera sätt. Byggmaterial kan avge skadliga kemikalier och partiklar som försämrar inomhusluftens kvalitet, vilket kan leda till retningar av slemhinnor och allergier. Dessutom har tillverkning och användning av byggmaterial en betydande miljöpåverkan, inklusive stora koldioxidutsläpp från cementproduktion och ekologiska skador från råmaterialutvinning. För att minska dessa negativa effekter är det rekommenderat att använda material med låg miljöpåverkan, implementera strikta regler för farliga ämnen, samt främja återvinning och återanvändning av byggmaterial (Huang et al. 2020).

## 1.2 Syfte och avgränsning

Det finns ett behov av att inventera kunskaper om de material som används i byggnader och de möjliga problem för hygien, hälsa och miljö som finns kopplade till dessa, samt att gå igenom vilka regelverk som styr och tillämpas. I denna studie sammanställs:

- en översikt över material i byggnader (byggprodukter) och var kunskaper om material i byggnader finns,
- exempel på litteratur, branschstandarder, och föreskrifter som berör olika material i byggnader,
- exempel på aktörer som på olika sätt ställer krav på byggprodukter,
- en översikt över risker för hygien, hälsa och miljö som byggprodukter kan medföra samt
- exempel på specifika material, ämnen och produktgrupper där risker kan förekomma.

Denna kunskapssammanställning kan utgöra ett verktyg för att stödja arbetet med att minimera hälso- och miljörisker med byggmaterial. Genom att identifiera specifika risker i olika skeden, föreslå säkrare alternativ och ge en översikt över gällande regelverk och standarder, kan den stödja arbetet med att skapa säkrare och mer hållbara byggda miljöer.

Den kan också bidra till att öka medvetenheten om riskhantering samt uppmuntra kontinuerlig övervakning och underhåll av byggnader för att tidigt upptäcka och åtgärda problem. Genom att använda en systematisk metod kan beslutsfattare fatta mer

Tabell 1.1 De tio vanligast förekommande felen, bristerna och skadorna (av 20 alternativ). Resultat från enkät (Boverket 2018). Sorterade efter vanligast förekommande.

| **Brister, fel och skador** | vanligast Rang (%) | kostsammast Rang (%) |
|---|---|---|
| Inträngande vatten genom tak, platta tak, terrasser och gårdsbjälklag | 1 (26 %) | 1 (24 %) |
| Utträngande vatten genom rör, exklusive i våtrum och kök | 2 (22 %) | 3 (19 %) |
| Fel, brister och skador i våtrum | 3 (22 %) | 2 (24 %) |
| Fukt i konstruktioner som uppstår under byggtiden p.g.a. dåligt väderskydd | 4 (20 %) | 4 (19 %) |
| Ventilationsproblem | 5 (13 %) | 9 (7 %) |
| Fukt- och vattenskador generellt | 6 (12 %) | 6 (9 %) |
| Inträngande vatten genom fasad | 7 (12 %) | 5 (11 %) |
| Fel, brister och skador i kök | 8 (8 %) | 8 (7 %) |
| Fel, brister och skador i bärande konstruktioner, dock ej fuktrelaterade | 9 (6 %) | 7 (8 %) |
| Transportskador | 10 (3 %) | 16 (1 %) |

informerade beslut och därmed stödja utvecklingen av säkrare byggda miljöer.

## 1.3 Genomförande

Arbetet har genomförts av en liten arbetsgrupp bestående av personer som tillsammans representerar både bred och djup kompetens. Arbetsgruppens huvuduppgift har varit att sammanställa relevanta och aktuella kunskaper. Arbetet har genomförts av en arbetsgrupp bestående av:

- Erica Bloom, Mycelium by Erica Bloom AB. Med bidrag främst till kapitel 1 & 6–8.
- Anders Sjöberg, AFEM Konsult AB. Med bidrag främst till kapitel 2–5 och bilaga 3.
- Mikael Theorin, Niras Sweden AB. Med bidrag främst till kapitel 2 & 4–8.
- Mats Persson, Malmö universitet. Projektledning & redaktionellt ansvar samt bidrag främst till kapitel 1, 4 & excel-listor som redovisas separat.
- I förstudien till denna rapport deltog Haddel Ali Shoker, Malmö universitet som bidragit med bilaga 1 och 2.

### 1.3.1 Till dig som läsare

Den här rapporten presenterar en översiktlig sammanställning av kunskap och erfarenheter om material i byggnader. Syftet är att ge en strukturerad introduktion till ett komplext område där byggmaterialens egenskaper, användning och påverkan på hygien, hälsa och miljö behöver förstås i ett livscykelperspektiv. Rapporten är resultatet av författarnas analyser och utredningar. Boverket har inte tagit ställning till innehållet.

Kapitel 2 ger en orientering över olika sätt att kategorisera byggmaterial, exempelvis utifrån tillverkningsmaterial, funktion, egenskaper och miljöpåverkan. Syftet är att visa hur material kan beskrivas och förstås ur flera perspektiv.

Kapitel 3 beskriver hur materialval och ansvarsfördelning har utvecklats i den svenska byggprocessen, från byggmästarens helhetsansvar till dagens mer specialiserade och fragmenterade struktur. Avsnittet belyser hur detta påverkar möjligheterna att säkerställa säkra och hållbara materialval.

Kapitel 4 redogör för centrala lagar, förordningar och myndighetskrav som berör byggprodukter och material. Här behandlas bland annat plan- och bygglagstiftningen, miljöbalken, EU förordningar som REACH och CLP samt vägledningar från berörda myndigheter.

Kapitel 5 sammanfattar branschens stödstrukturer, såsom standarder, certifieringssystem, databaser och verktyg för miljöbedömning, produktinformation, spårbarhet och byggnadsfysik. Avsnittet visar hur olika aktörer bidrar till att underlätta materialval och riskhantering.

Kapitel 6 behandlar risker för hygien, hälsa och miljö kopplade till byggmaterial. Här diskuteras bland annat exponering, emissionsfrågor, hälsoeffekter och faroklassificering av byggprodukter.

Kapitel 7 ger exempel på specifika material, ämnen och produktgrupper där risker kan förekomma, både i äldre och nyare byggnader. Avsnittet belyser även utmaningar kopplade till återbruk, återvinning och hantering av farliga ämnen i ett cirkulärt byggande.

Kapitel 8 innehåller en sammanfattande analys och slutsatser, med fokus på behovet av förbättrad dokumentation, spårbarhet, riskbedömning och samverkan mellan myndigheter, forskning och bransch.

Rapporten är avsedd att fungera som ett kunskapsstöd för aktörer inom bygg- och fastighetssektorn, myndigheter, utbildningsverksamheter och andra som arbetar med materialfrågor. Den kan även användas som utgångspunkt för vidare utveckling av vägledningar, standarder och forskningsinsatser inom området.

# 2 Beskrivning av material i byggnader

I Boverkets föreskrifter används begreppen *byggprodukter* och *material* för det som byggs in i byggnadsverk. Inom utbildningar och i branschen läggs ofta ”bygg” till material och produkter för att betona att de avser byggverksamhet. Det finns också en skillnad mellan begreppen byggmaterial och byggnadsmaterial. Byggnadsmaterial kan ses som begränsat till de material som används för byggnader, medan byggmaterial är de material som används för att bygga. I de fall det handlar om att bygga en byggnad kan orden nästan användas synonymt, vilket de också görs i många sammanhang. Här kommer en översyn av hur begreppet byggmaterial användas till största delen. Det finns även andra prefix som används för att beskriva ett materials egenskaper.

Byggmaterial kan grupperas på olika sätt beroende på syfte och sammanhang. Här beskrivs några olika sätt att dela in byggmaterial i olika kategorier.

## 2.1 Beskrivna utifrån tillverkningsmaterial

En naturlig uppdelning av byggmaterial är efter deras råmaterial – ”tillverkningsmaterial”. Traditionella byggmaterial som sten och trä är oftast rena produkter av ett enda tillverkningsmaterial. Nyare material som betong, stål och mineralullsisolering är tillverkade av några få delmaterial och eventuellt några funktionella tillsatser. Ofta tillverkas de från råmaterial till färdig produkt av en och samma aktör.

Polymerer, kompositmaterial och andra komplexa material består ofta av många delmaterial som förädlats i olika steg av olika aktörer. Delmaterialen är ofta handelsvaror som består av komplexa recepturer och processer.
Produkter består ofta av flera olika material.
Till exempel innehåller en blandare i ett kök flera olika metaller och även plastdelar. Här följer en vidare indelning utifrån tillverkningsmaterial.

### 2.1.1 Rena byggmaterial (råmaterial)

Trä, sten, makadam, grus, sand, lera, tegel, gips, koppar, aluminium, naturgummi och kork med flera kan betecknas som rena byggmaterial eller ”naturliga material”.

### 2.1.2 Byggmaterial tillverkade av ett fåtal råmaterial

Exempel på tillverkade byggmaterial som kan anses ligga relativt nära ”rena byggmaterial” är betong, puts och murbruk. De är i grunden en blandning av cement, olika fraktionsstorlekar av sten/grus/sand och vatten. Nuförtiden innehåller dessa produkter funktionella tillsatser av olika ämnen. Andra exempel är stålbalkar, armeringsjärn, plåtar etc. som tillverkas av stål, vilket är en legering av järn och kol samt ofta även med komponenter av mangan, nickel och krom m.fl. ämnen.

Mineralullsisolering är tillverkat av glas eller basaltsten som smälts och spinns till fibrer.
Dessa hålls ihop av ett bindemedel och ofta används ytterligare kemiska tillsatser för att öka hållbarheten och formstabilitet. Glas är i sin tur i huvudsak tillverkat av kiseldioxid (sand), soda (natriumkarbonat) och kalk (kalciumkarbonat).
Tillsatser används för att moderera egenskaper som färg, hållbarhet etc.

Linoljefärg innehåller i huvudsak olja som pressats ur linfrön och pigment, som kan vara naturliga material eller tillverkade produkter.
Det förekommer även tillsatser för att påskynda uttorkning eller förändra andra egenskaper.

Naturligt gummi tillverkas av mjölksaft från gummiträdet som blandas med syror för att koagulera, i senare processteg tillsätts olika ämnen såsom svavel, kol och oljor för att erhålla önskade egenskaper.

### 2.1.3 Komplext tillverkade grundmaterial (flera råmaterial/ komplexa processer)

Plaster och polymerer är exempel där komplexa tillverkningsprocesser resulterar i grundmaterial som består av flera råmaterial. De ingår som delmaterial i många nya byggmaterial. Grundmaterialet är råolja som ”krackas”, det vill säga att långa molekylkedjor bryts ner till minde/kortare kolväten. Genom kemiska processer skapas specifika polymerer som utgör delmaterial i plaster, färger, limmer etc.

Syntetiskt gummi tillverkas av petroleumprodukter i flera olika processteg.
Bland annat polymerisering och vulkanisering där kemiska ämnen tillsätts för att erhålla önskade egenskaper.

### 2.1.4 Produkter och prefabricerade byggmaterial

Produkter och prefabricerade byggmaterial tillverkas i en fabrik och transporteras sedan till byggplatsen för installation. Genom att förlägga tillverkningen till en fabrik går det att förbättra effektiviteten och minska byggtiden.

## 2.2 Beskrivna utifrån egenskaper och funktion

Att dela upp byggmaterial efter funktion och att dela upp dem efter egenskap är två olika sätt att kategorisera material, och dessa metoder har olika

syften och fokus. Material grupperas och benämns ofta utifrån sina egenskaper och de funktioner de avser att uppfylla. Under projekteringen är det viktigt att beskriva materialen utifrån deras önskade funktion. Indelning efter funktion handlar om användning och roll i byggprocessen, medan indelning efter egenskap handlar om de inneboende fysiska och kemiska egenskaperna hos materialen. Båda metoderna är viktiga för att göra informerade val inom byggnadsdesign och konstruktion, och de kompletterar varandra i praktiken.

### 2.2.1 Beskriva utifrån egenskap

Att dela upp byggmaterial efter egenskap innebär att fokusera på de fysiska och kemiska egenskaperna hos materialen. Det kan beskrivas som en systematisk metod för att kategorisera och klassificera material utifrån deras specifika fysiska, kemiska och mekaniska egenskaper.

Genom att systematiskt dela upp byggmaterial på detta sätt kan arkitekter, ingenjörer och byggare fatta mer informerade beslut och optimera val av material för att uppfylla specifika krav och förutsättningar i sina projekt: Exempel är:

- Brandbeständiga byggmaterial
- Genomskinliga byggmaterial
- Högisolerande byggmaterial
- Ljudisolerande byggmaterial
- Lågviktsmaterial (lätta byggmaterial)
- Vattenavvisande byggmaterial
- Ytbehandlade byggmaterial

### 2.2.2 Beskriva utifrån funktion

Vid indelning av byggmaterial efter funktion, fokuseras på hur materialet används i byggprocessen och vilken roll det spelar i en konstruktion. Det kan beskrivas som en metod för att kategorisera material baserat på specifika användningsområden och egenskaper i byggprocessen.

Genom att strukturera byggmaterial efter funktion underlättas både planering och utförande av byggprojekt, vilket kan leda till bättre kvalitet, kostnadseffektivitet och hållbarhet. Exempel är:

- Akustikdämpande byggmaterial
- Estetiska byggmaterial
- Fuktighetsreglerande byggmaterial
- Flexibla byggmaterial
- Högpresterande byggmaterial
- Luftiga byggmaterial
- Långlivade byggmaterial
- Stötdämpande byggmaterial
- Översvämningsresistenta byggmaterial

## 2.3 Beskrivna utifrån risk för skador på människors häls, miljö, klimat, arbetsmiljö m.m.

Material med låg miljöpåverkan eller som på annat sätt gynnar hållbarhet grupperas och benämns ofta utifrån denna synvinkel. Det går en trend i att använda material med låg miljöpåverkan och med allt annat lika så är det en fördel att kunna tillskriva materialet nedanstående epitet.

Ekologiska byggmaterial är material som är framställda på ett sätt som minimalt skadar miljön och som däremot kan bidra till att bevara resurser, minska avfall och minimera negativ påverkan på ekosystemen. Dessa material kan vara framställda av förnybara resurser, återvunna material eller på ett sätt som kräver mindre energi och kemikalier under tillverkning och användning.

Med införandet av krav på klimatdeklaration av byggnader har tillkommit EPD (Environmental Product Declaration) som är ett informationssystem för att faktamässigt beskriva miljöegenskaper hos produkter och tjänster i ett livscykelperspektiv.

### 2.3.1 Biologiskt nedbrytbara material

Biologiskt nedbrytbara byggmaterial är material som kan brytas ner av naturliga processer, oftast genom mikroorganismer som bakterier och svampar. Dessa material har fördelen att de kan återgå till naturen utan att orsaka långsiktig miljöpåverkan, vilket gör dem till ett miljövänligt alternativ till traditionella byggmaterial. Dessa material är ofta känsliga för fukt i de nivåer där mikroorganismer lever och därför kan brytas ner i fuktiga miljöer, vilket påverkar hållbarhet och livslängd.

### 2.3.2 Förnybara och cirkulära byggmaterial

Förnybara byggmaterial är material som kommer från naturresurser som kan återväxa eller regenereras inom en relativt kort tidsram, vilket gör dem mer hållbara än icke-förnybara material. De bidrar ofta till att minska koldioxidutsläpp och energiförbrukning under hela livscykeln. Många av dessa material kan brytas ner naturligt efter att de har använts, vilket minskar avfall.

Biobaserade byggmaterial är material som tillverkas av förnybara biologiska resurser, såsom växtfibrer, trä, jordbruksprodukter eller andra organiska material. Dessa material erbjuder ett hållbart alternativ till traditionella byggmaterial vilket kan bidra till att minska koldioxidavtrycket.

Cirkulära byggmaterial syftar på material som är en del av en cirkulär ekonomi, där fokus ligger på att minimera avfall och maximera resursanvändningen. Till cirkulära byggmaterial räknas material som kan återanvändas eller återvinnas efter att de har tjänat sitt syfte. Detta innebär att material kan demonteras,

renoveras och användas på nytt i nya byggprojekt. Materialen är ofta framställda med hållbara metoder och använder förnybara resurser. De kan inkludera naturliga material som trä, bambu eller återvunna material som glas, metall och plast.

Med utvecklad avfallshantering innebär det att en mycket stor andel av byggmaterialen kan räknas som cirkulära i viss utsträckning om man tänker att t.ex. kan en uttjänt fläkt i ett ventilationssystem demonteras så att plastdelar skiljs från elektriska delar, metall och eventuell isolering. De olika avfallskomponenter kan sedan ingå i olika återanvändnings- och återvinningsprocesser där de utgör en ingående delkomponent.

Ekologiska byggmaterial är material som är framtagna med hänsyn till miljön och hållbarhet. Dessa material syftar till att minimera negativ påverkan på naturen under hela livscykeln – från produktion och transport till användning och avfallshantering.

### 2.3.3 Hållbara, klimatsmarta, miljövänliga och giftfria byggmaterial

Hållbara byggmaterial är material som är miljövänliga och har en minimal negativ påverkan på miljön genom hela sin livscykel, från utvinning och produktion till användning och avfallshantering.

Klimatsmarta byggmaterial är material som är utvalda eller framtagna med hänsyn till deras miljöpåverkan och förmåga att bidra till hållbarhet inom byggsektorn. Hit räknas också energieffektiva byggmaterial som bidrar till att minska energiförbrukningen i byggnader, både under byggprocessen och under byggnadens livscykel. Egenskaper som lyfts fram är hög isoleringsförmåga, återvinningsbarhet och lång livslängd.

Miljövänliga byggmaterial avser material som har en låg negativ påverkan på miljön både under tillverkning och under hela livscykeln. Dessa material är ofta hållbara, återvinningsbara eller biologiskt nedbrytbara, och de kan bidra till att minska koldioxidutsläpp och energiförbrukning.

Giftfria byggmaterial är material som inte innehåller skadliga kemikalier eller toxiner som kan påverka människors hälsa eller miljön negativt. Dessa material används för att skapa en säkrare och mer hållbar miljö.

### 2.3.4 Farliga material

Till farliga material räknas alla material som skadar miljön/naturen och kan leda till ohälsa. Det kan många gånger röra sig om material som utgör en liten beståndsdel i byggmaterialet/produkten.
Det kan vara t.ex. tungmetaller, PFAS-ämnen eller fluorerade växthusgaser som används vid tillverkningen av byggmaterial.

### 2.3.5 Närproducerade byggmaterial

Närproducerade byggmaterial är material som har tillverkats eller utvunnits i närheten av byggplatsen, vilket ofta innebär inom samma region eller land. De promotas för de minskade koldioxidutsläppen vid transport, stöd till lokala producenter och företag, bättre förståelse för de specifika klimat- och miljöförhållandena men också att bära med sig lokala traditioner och hantverk.

## 2.4 Känslomässig indelning av byggmaterial

Många gånger delas byggmaterial in efter en känslomässig uppfattning om klassificering av materialet. Det kan vara t.ex.:

- **Historiska byggmaterial** som refererar till de material som användes i specifika tidsperioder eller kulturer. Dessa material kan variera beroende på tillgång, teknik och byggnadstraditioner under den aktuella tiden.
- **Innovativa byggmaterial** beskriver en mer radikal förändring eller nyhet inom byggmaterialteknologi. Dessa material är inte bara nya, utan de kan också innebära en ny användning av befintliga material, en helt ny tillverkningsprocess, eller en ny lösning på ett gammalt problem. Exempel på innovativa byggmaterial kan vara biobaserade material som minskar koldioxidavtrycket, smarta material med egenskaper som förändras baserat på omgivande förhållanden, och modulära system som möjliggör snabba montage och minskat avfall.
- **Multifunktionella byggmaterial** är material som har flera användningsområden eller funktioner inom bygg- och anläggningssektorn. Dessa material kan bidra till att förbättra byggnaders prestanda, hållbarhet och energieffektivitet. Exempelvis lättbetong som kombinerar olika egenskaper, som isolering, ljuddämpning, brandmotstånd, och strukturell styrka i ett och samma material.
- **Smarta byggmaterial** är material som har förmågan att reagera på omgivande förhållanden eller stimuli, vilket gör dem mer funktionella och effektiva jämfört med traditionella byggmaterial. Smarta byggmaterial kan anpassa sig till förändringar i omgivningen, såsom temperatur, fuktighet och ljus.
  Till exempel en ångbroms som ändrar täthet utifrån fuktnivån eller självläkande betong.
- **Sunda byggmaterial** syftar på material som är hållbara, miljövänliga och hälsosamma att använda i byggkonstruktioner. Termen "sund" används ofta för att beskriva material som har

en låg negativ påverkan på miljön och människors hälsa.

- **Traditionella byggmaterial** hänvisar till de material som har använts i en viss region eller kultur under en längre tid och som fortfarande används i viss utsträckning idag. Dessa material är ofta förknippade med lokala byggtraditioner och kan vara mer hållbara och anpassade till det specifika klimatet. Trä, sten och tegel är några traditionella material som fortfarande används flitigt i normalt byggande. Medan andra traditionella material som lera, halm och vass inte används i större utsträckning.
- **Vanliga byggmaterial** hänvisar till sådana byggprodukter som finns hos byggmaterialhandeln.

## 2.5 Kemikalieinspektionens indelning

Byggprodukter på den svenska marknaden delas in i olika grupper och särskilt fokus har legat på byggprodukter vars innehåll och emissioner påverkar brukarmiljön. De identifierade produktgrupperna är: golvbeläggningar och mattor; tapeter; färg; skivmaterial; isoleringsmaterial; lim, fönsterkitt, fogar m.m.; interiör- och snickerivaror (dörrar och fönster); puts och murbruk samt rör och slangar. (Kemikalieinspektionen 2015a).

# 3 Byggmaterialvalens utveckling

I detta kapitel görs ett försök att beskriva hur den svenska byggprocessen har moderniserats sedan byggmästarnas tid. Förr användes lokala material i stor utsträckning. Idag är det både billigt och enkelt att transportera material långa sträckor samt att använda komplexa material och system i byggnader. Dessa kräver i många fall specialkunskap och en noggrann projektering för att dimensioneras och samordnas i byggnaden.

Byggprocessen har också blivit mer komplex och svår att överskåda med miljöpåverkan av materialval, kompatibilitet mellan material och system samt komplexa utformningar av konstruktioner som inte är intuitivt förståbara. Det behövs många discipliner och specialiserad kunskap att projektera en byggnad. Därefter sker monteringen av specialiserade material och komplexa system på byggarbetsplatsen enligt detaljerade anvisningar. När det visar sig att det finns problem och avvikelser behöver de ofta lösas direkt och det finns en acceptans att byggarbetsplatsen kan lösa avvikelser och problem på bygget. Det accepteras också att material och leverantörer kan bytas ut mot likvärdiga.

Detta är ett kapitel som betraktar hur ansvaret för materialval utvecklats genom åren.

## 3.1 Byggmästarens helhetsansvar och industrialiseringen

Fram till mitten av 1900-talet besatt de klassiska byggmästarna den kunskap som behövdes för att bygga ett hus. I mångt och mycket tog de ansvaret för hela processen från att inhämta beställarens önskemål i form av fysiska behov och estetiska värden etc. till att leverera den färdiga byggnaden. De ansvarade många gånger för hela kedjan med dimensionering av konstruktioner, materialval, kompatibilitet, beständighet, detaljutformning, montering och färdigställande av ytskikt och estetik.

Projektering och ritningar innehöll övergripande information och utförandet löstes på plats genom byggmästarna kunskap och hantverkarnas skicklighet (fackmässigt). Byggmästarna verkade huvudsakligen lokalt och hade god personlig kontakt med fastighetsägare och förvaltare. De hade god kunskap gällande material och detaljutformning av konstruktionslösningar, det fanns en hantverksskicklighet som byggmästaren tillhandahöll på byggarbetsplatsen. Flertalet beslut togs därmed på byggarbetsplatsen. En byggmästare som inte höll vad som utlovats och förväntades göras, blev sannolikt snabbt illa sedd.

Under 1960-och 1970-talets snabba utveckling av bostadsbyggandet i Sverige skedde en övergång från det klassiska helhetsansvaret till industrialiserade produktionsmetoder, med strikt uppdelat ansvar mellan design, projektering med dimensionering och byggnadsproduktion. Arkitekter och ingenjörer började rita och designade produktionsanpassade bostadsområden där byggarbetsplatsens behov av hantverksskickliga arbetare reducerades. Gjutning av så kallade bokhyllestommar i betong skedde utmed långa linjära banor för byggkranar. Montage av prefabricerade väggelement minskade behovet av yrkesskickliga timmermän och murare.

Byggmästarnas övergripande ansvar och yrkesskicklighet ersattes med en industrialiserad process där design och projektering är skild från produktionen. Många stora byggarbetsplatser övergav i mångt och mycket det hantverksmässiga yrkeskunnandet och blev montagestationer där krav på produktivitet och ekonomi sattes i första rummet.

## 3.2 Högre krav på material

I och med utfackningsväggar med träregelstommar skapades möjligheten för material med ”specialiserade” egenskaper som tillverkas både billigare och bättre. De specialiserade materialen begränsades inte av de homogena konstruktionerna krav på att alla, eller åtminstone de flesta, egenskaper skulle uppfyllas av ett och samma byggmaterial, så kunde en snabb utveckling av material ske.

Flerskiktkonstruktioner har en större komplexitet och kunskapshöjd än de klassiska homogena konstruktionerna. En flerskiktskonstruktion behöver dimensioneras så att alla materialskikten samverkar och tillsamman uppfyller de krav som ställs på konstruktionen. De behöver också monteras på korrekt sätt så att de uppfyller den funktion de är ämnade att ha. Under tiden kan funktionen hos ett material komma att ändras, det uppfyller en ny funktion i konstruktionen som det inte var tänkt från början.

Generationer av svenska ingenjörer har fått lära sig stationära fuktberäkningar med GLACER-metoden, där har de räknat ut att PE-foliens täthet mot fukttransport är avgörande för att inte skapa kondens i ytterväggar med träregelstommar. Det har visat sig på senare tid att PE-foliens främsta uppgift är att skapa tillräcklig lufttäthet hos ytterväggar med regelstommar. Samt att det är lufttätheten som är den viktigaste faktorn för att inte få fuktproblem, genom konvektion av fuktig luft. Diffusion av fukt ger sällan eller aldrig några problem i dessa konstruktioner eftersom verkligheten är dynamisk,

vintern tar slut och konstruktionen hinner börja torka ut innan kondens blir ett problem.

### 3.2.1 Bättre prestanda hos material och komplex projektering

Med volymökningen av specialiserade material lades grunden för en snabbare materialutveckling. Varje leverantör koncentrerade sig på att utveckla material med tanke på specifika egenskaper. De behövde inte ta hänsyn till alla andra egenskaper som konstruktionen för en komplett yttervägg behöver uppfylla.

Specialiserade material möjliggjorde även en prissättningsstrategi där tillverkare och leverantörer kunde ta ut ett högre pris (per vikt eller volym) för nya effektivare material eller produkter, eftersom produktens värde kan anses proportionellt med den önskade egenskapen. Boendestandarden kunde höjas samtidigt som kostnaden hölls konstant eller minskade. Exempelvis genom att ytterväggens värmeisolering ökade och luftläckaget, ”draget” minskade, utan att väggarnas tjocklek eller produktionskostnad ökade märkbart.

Projektering blev mer komplicerad varefter kraven från byggherrar, brukare och samhället ökat, och att byggnadens system blivit mer specialiserade. Komplexitet i systemen ökar och mångfalden av material och system innebär ytterligare en svårighet att välja rätt.

En yttervägg utgör idag ett system där ett flertal system samverkar. Det finns ett system av produkter som står för brukarnas yta, de ”ytmaterial” och lister etc., som gränsar mot vistelsezonen. Väggens lufttätande system består ofta av PE-folie, åldersbeständig tejp, stosar, genomföringar och klämlister. Det bärande systemet, alltså husets stomme, värmeisolerande systemet, och fasadsystemet etc. Alla dessa system behöver projekteras var för sig, och tillsammans, till en helhet som beskrivs i bygghandlingar.

Beroende på vad som anges i bygghandlingarna kan det finnas en frihet för byggentreprenören att välja leverantör av ett byggmaterial till ett likvärdigt. Föreligger det materialbrist hos leverantör kan det vara tillåtet att byta till likvärdigt material enligt entreprenadavtalet. Som tidigare nämnts finns också en acceptans att lösa problem och anomalier (ungefär; avvikelser, orimligheter) på byggarbetsplatsen. Bygget stoppas inte för mindre avvikelser.

Krav på produktivitet, ekonomi, god boendemiljö och energihushållning etc. har bidragit till att skapa byggnader med komplexa konstruktioner, ofta i flera lager och skikt. I och med att flera material ska samverka, i en konstruktion med flera skikt, så ökar kraven på projekteringen. Det vill säga val av material och dimensionering av deras storlek och egenskaper.

> **Exempel – bärförmåga och värmeisolering**
> Bärförmåga av laster är den viktigaste egenskapen för att en homogen konstruktion eller ett stomsystem i en skiktad konstruktion inte ska kollapsa. Den murade tegelväggen på 1890-talet bestod ofta på bottenvåningen av 2 lager stortegel, och högre upp i byggnaden 1,5 lager och på vindsvåningen 1 lager. Eftersom teglet även utgjorde byggnadens värmeisolering så innebar det att den undre våningen var 50 % bättre isolerad än övriga våningsplan. (Björk et al. 2022)

Med en skiktad konstruktion är den bärande stommen separerad från isoleringen och kan dimensioneras separat. Förutom värmeisolering behöver lufttäthet, bullerdämpning och fuktsäkerhet etc. dimensioneras separat. Detta kan medföra konstruktionsutföranden som till en början inte är intuitiva. Fogar mellan prefabricerade fasadelement är ett exempel där icke intuitivt utförande är nödvändigt. Det visade sig att dessa fogar inte kunde tätas med ett enda material, på det sättet som tegelstenar fogades med ett bruk.

> **Exempel – icke intuitiv projekteringslösning**
> För stora fasadelement behövs så kallad tvåstegstätning. Där fungerar den yttre tätningen som ett väderskydd, som en regnkappa och den inre tätningen är vindtät. Utrymmet mellan dessa tätningar behöver tryckutjämnas, dräneras och i viss mån även ventileras. Vilket lämpligtvis görs med ett så kallat TDV- eller TVD-rör. (Olsson 2022)

> **Exempel – förenkling som ibland orsakad skada**
> Projektering av fönsterbleck ser i princip likadant ut för alla fasadtyper och alla väderstreck, det är en och samma utformning oberoende av fasadens krav och belastningens storlek. Det finns en fara med slentrianmässig utformning, detta då hantverkaren kanske inte tar hänsyn till yttre förutsättningar i utsatta lägen. Exempelvis har det funnits en attityd att det var OK att klippa upp fönsterhörnen i stället för att kuvertvika dem. Detta förenklade utförande ökar produktiviteten och minskar produktionskostnaden. Det utgör dock vanligtvis ett avsteg från projektering, branschpraxis samt förväntad utförandenorm. I de fall regnet faller rakt ner fungerar denna förenkling utan problem, men i de fall slagregn eller luftvirvlar trycker regnvattnet uppför fönsterblecket, upp mot fönsterkarmen så kan fuktproblem uppstå.

Hos homogena fasader av trä eller tegel blir eventuella fuktproblem snabbt synliga, det handlar då främst om avflagnad färg eller puts. I en tvåstegstätad dränerande och ventilerad fasad kan inläckaget bli betydligt och ändå inte orsaka nämnvärd skada. Detta beror på att vattnet kan dräneras ut och spalten ventileras och torka.

Om fasaden är enstegstätad kan läckaget inte torka, det uppstår ofta höga fuktnivåer i vindskyddsskivor och träregelstommar precis under fönstervinkeln, där fönsterblecket är felaktigt utfört. Detta problem uppdagades av RISE (dåvarande SP) 2006 och rapporterades i dagspress.

## 3.3 Komplex montering

Inom den fasta tillverkningsindustri av exempelvis datorkomponenter, köksutrustning och bilar är det självklart att monteringen innebär montering av komponenter till en helhet samt att avvikelser och de problem som uppkommer hanteras på ett systematiskt sätt med adekvat lösning. Problem som härrör från projektering eller materialinköp skickas tillbaka till dessa instanser. Materialflöden styrs upp med logistikplanering till det löpande bandet. Maskiner och robotar utför lyft och vissa delar av montaget. Montagepersonalen upprepar likadana montage flera gånger per dag.

En byggarbetsplats kan betraktas vara en montageplats där byggnaden uppförs enligt projekterade handlingar. System och material monteras fackmässigt enligt projektörens och tillverkarens anvisningar. Montering av komplexa byggnadskonstruktioner kräver planering av material- och arbetsflöden samt kunskap om hur montaget ska ske och varför det behöver ske på det viset.

Det finns en svårighet i samordning av materialflöden och arbetsflöden, som också är en utmaning till och med för den fasta industrin. Byggindustrin skiljer sig från den övriga tillverkningsindustrin genom att förutsättningarna varierar mellan olika byggen, samt att förutsättningarna på ett och samma bygge ändras med tiden. På byggarbetsplatser för unika byggnader är det näst intill omöjligt att vid varje tillfälle endast ha rätt material på plats. I realiteten finns det ofta ett överskott av vissa material och ibland kan det hända att det saknas material.

Inom byggindustrin genomförs varje bygge på en unik plats och arbetsmomenten behöver anpassas till den utformning och de omständigheter som råder. Detta innebär i praktiken att avvikelser och problemlösning är vardagligt. Om det uppdagas grava projekteringsfel eller det sker felleveranser, löses dessa inte av arbetsplatsen utan skickas tillbaka och hanteras av respektive part.

Det har också visats vara en svårighet för byggarbetsplatser att utföra komplexa montage. Toleranser på förtillverkade delar i bygget och måttavvikelser behöver hanteras på bygget för att uppnå avtalad noggrannhet i slutprodukten. Montageanvisning visar ofta ideala förutsättningar




Figur 3.1 Exempel på skadornas utbredning efter friläggning in till träregelstommen (flerbostadshus). Röd färg markerar synlig mikrobiell påväxt eller rötskador. Grå färg markerar betongstomme (från Jansson 2011 RISE).

och det krävs att yrkesarbetare och arbetsledningen på byggarbetsplatsen genomför arbetsberedningar och säkerställer den kunskap som krävs för ett korrekt slutresultat. Exempelvis har det visat sig ofta förekomma monteringsfel av tätningslister där en putsad fasad ansluter till ett fönster, eller av ett fönsterbleck.

En svensk yttervägg behöver tåla att det finns monteringsfel som gör att vatten kan läcka in till träregelstommen. Den behöver utformas så att byggarbetsplatsen tillåts arbeta med de toleranser, avvikelser och åtgärder som de är vana vid. Figur 3.1 visar skador i fuktiga partier som huvudsakligen finns i anslutning till och under fönster, där tätningsband och fönsterbleck monterats felaktigt. Följande rapporter beskriver problemen:

- SP Rapport 2007:36 beskrev konstruktionen som en känslig, eftersom fukt som på ett eller annat sätt kommer in i konstruktionen tar lång tid att torka. (Samuelsson et al. 2007).
- SP Rapport 2009:16 sammanfattar en inventering med att de flesta skador har orsakats av att vatten har trängt in vid otätheter. Flera detaljer har varit bristfälligt projekterade så det varit svårt att utföra dem på ett bra sätt. Andra har varit bristfälligt eller felaktigt utförda. (Jansson et al. 2009).
- SP Rapport 2011:61 beskriver att främsta orsaken till inläckage i aktuell konstruktion är otäta detaljer som t.ex. fönster, fönsterbleck, dörrar, balkonger, skärmtak, plåtdetaljer, ventiler m.m. (Jansson 2011).

## 3.4 Löses på plats och experimentella lösningar

På en väl fungerande byggarbetsplats är det tillåtet att lösa problem på plats, det är underförstått och accepterat att avvikelser och problem hanteras och löses på adekvat sätt. Arbetsledning och yrkesarbetare förväntas ha skicklighet och förmåga att hantera det som inte specificerats i projekteringen och att t.ex. hantera material i olika årstider och vädersituationer. Underentreprenörer som är specialiserade på vissa arbeten anlitas för att bidra med sina kompetenser och arbetsinsatser inom deras områden.

Arbetsplatsen har styrts att prioritera ekonomin och produktiviteten och därmed har det utvecklats en kultur inom byggbranschen och på byggarbetsplatser som är hjälpsam för att uppfylla kraven på ekonomi och produktivitet. Byggarbetsplatsen är anpassningsbar och lär sig det effektivaste sättet att använda kreativa lösningar, och när problemet behöver skickas tillbaka till projekteringen eller leverantören för att lösas.

Arbetsberedningar är byggbranschens metod att förbereda personalen inför olika arbetsmoment och att se till att nödvändiga verktyg, maskiner och förutsättningar är på plats samt att rätt material levereras till rätt plats. Men om det exempelvis saknas fästskruvar i en leverans så kan detta lösas genom att använda likvärdiga skruvar. I slutändan är det yrkesarbetaren eller arbetsledningen som beslutar vad som kan accepteras som likvärdigt. Ju mer bråttom det är desto större är incitamentet att acceptera större avvikelser, speciellt om det bara handlar om några få skruvar.

Inom bilindustrin eller flygplansindustrin skulle detta beteende aldrig accepteras. Där kan inte montören på eget bevåg välja en annan kvalitet på skruvar om de föreskrivna tar slut. Här skiljer sig byggarbetsplatsen från tillverkningsindustrin.

Människan är påhittig till sin natur och de problem som uppstår skapar grogrund för olika typer av lösningar. Personer som jobbar med att lösa problemen kan ibland få insikter om nya lösningar på befintliga problem, och i vissa fall även produktifiera denna. Det har då uppstått en ny innovativ och experimentell lösning som löser problemet på den nivån det har uppstått. Uppfinnaren söker därefter av terrängen och lär sig vilka andra krav som ställs på lösningen samt ser till att lösningen uppfyller alla lagar och förordningar. Produkten kan komma att blir en unik lösning som uppfyller samtliga krav och regler rimligt bra. Det är dock inte en projekterad lösning, det vill säga en lösning som en projektör skulle ha godkänt i projekteringsskedet. Det är lite grann som att sätta på ett plåster.

Detta medför en rad olika utmaningar som behöver lösas på olika nivåer i företagen och i olika skeden i byggprocessen.

## 3.5 Beskrivning av materialval i byggprocessen

De övergripande valen av byggsystem och huvudsakliga material görs tidigt i byggprocessen. Projektörens erfarenheter och beställarens krav på inriktning och egenskaper, t.ex. miljöcertifiering. Kanske väljs inriktning mot betongbyggnad eller träbyggnad. Valet av byggmaterial sker stegvis genom hela byggprocessen.

Tidiga val av ytskikt avgör om det ska vara t.ex. tegeltak eller sedumtak, och funktionsval såsom stora öppna ytor som kan kräva viss akustik eller visst klimat. Alla val i tidiga skeden styr så att de kommande materialvalen har vissa begränsningar och går i vissa riktningar. Att välja den slutliga produkten är fortfarande öppet men typen av material begränsas. Först längre fram i byggprocessen bestäms exakt vilket material och tillverkare/leverantör.

Under projekteringen väljs lösningar för att byggnaden ska uppfylla krav och funktioner. Nödvändiga system väljs och materialegenskaper beskrivs i projekteringshandlingar, ofta som specificerade byggmaterial och produkter.

Under upphandlingen väljs leverantörer och utförare utifrån projektets anvisningar, projekteringshandlingar samt övriga lagar och regler för t.ex. upphandlingsformer.

Under byggskedet monteras de material som tidigare valts, i överenstämmelse med ritningar, projekterade handlingar samt lagar och förordningar. Entreprenörens kultur, med rutiner, erfarenheter och upparbetade relationer kan ofta vara avgörande för de slutliga materialvalen.

Under driftskedet ersätts material varefter de skadas eller livslängden tar slut av annan anledning.

Alla val som görs i tidigare skeden styr kommande materialval genom att sätta begränsningar så att de går i vissa riktningar. Att välja den slutliga produkten eller leverantören kan vara öppet till sena skeden men typen av material kan begränsas tidigt.

### 3.5.1 Projektering

I projekteringsfasen väljs och konstrueras de funktioner byggnaden ska ha. Bland annat klimatskärmen som är själva byggnadens ytterväggar, tak och golv. I byggnaden finns innerväggar och alla installationer, värme, vatten, el och belysning. Projekteringen handlar om att välja de produkter och material som ingår i systemen så huset får rätt funktioner. Dessa val görs på ett genomtänkt och smart sätt som är i överenstämmelse med lagstiftning, branschregler och den övergripande tanken med byggnaden.

**Rambeskrivning**

I rambeskrivningen redovisas övergripande val av system och materialtyper. Olika ställningstaganden leder in projektet i olika riktningar där vissa material blir föreskrivna medan andra utesluts redan i detta skede.

Exemplet i figur 3.2 gäller en platsgjuten betongstomme där innerväggar ska utföras av stålreglar, plywoodskiva samt en yttre väggskiva. Det betyder att redan i detta skede är byggmaterialen låsta till platsgjuten armerad betong, stålreglar samt plywoodskivor. De andra materialen, såsom väggskivan, våtrumsskivan samt fuktskyddet i våtrummet kan fortfarande väljas fritt i senare skede.

I detta skede styrs även projektet mot val av konstruktioner och material med hög respektive låg risk. Medvetna val som göras i tidiga skeden kan undvika risker, minska skador och användandet av skadliga material. I exemplet föreskrevs stålreglar vilket kraftigt reducerar risken för mögelskador men ger högre klimatbelastning än trä. Väggskivor bakom vattentäta skikt, ska utföras enligt adekvata och aktuella branschregler.

**Detaljprojektering**

Under detaljprojektering utformas byggnadens konstruktioner, system och funktioner. Resultatet redovisas i datormodeller, ritningar och andra dokument som mer eller mindre i detalj beskriver hur byggnaden ska uppföras för att säkerställa alla funktioner. Ritningarna och beskrivningarna har den detaljnivå som projektören anser nödvändig för att uppfylla samtliga krav som ställs på byggnaden.

**Råmaterial**

I rumsbeskrivning (figur 3.3) beskrivs några av materialen som ”råmaterial”, exempelvis foder av massiv ek och smygar av MDF. Det innebär att det i praktiken står byggaren fritt att välja både produkt, kvalitet och leverantör så länge produkten saluförs som, och rimligen kan anses vara ek respektive MDF.

Detta passar för att beskriva material med en låg nivå av specialiserade krav. Alla material som är ek respektive MDF anses kunna klara av alla önskemål och krav på funktion och myndighetsutövning etc. Det fungerar bra om materialgruppen är välkänd och homogen och alla produkter har likartade och tillräckligt bra egenskaper. Traditionella byggmaterial som trä, sten och glas kan ofta beskrivas på detta sätt i de flesta enkla tillämpningar.

Det fungerar också bra att använda denna metod i de tillämpningar där kraven är så pass låga att alla produkter inom materialgruppen kan uppfylla de önskemål och krav som ställs. Fel kan uppstå i det fall det förekommer en produkt på marknaden som saluförs med rätt benämning men inte uppfyller kraven som ställs i den specifika användningen. En billigare produkt med lägre kvalitet eller importerad produkt tillverkad med delmaterial eller processer som inte leder till den kvalitet på egenskaper som efterfrågas.

Innerväggar utföres som stålregelväggar med skivbeklädnad med skivbredd 90 cm. Inre skiva skall vara plywoodskiva min densitet 450 kg/m$^2$.
Skivor bakom vattentäta skikt på väggar skal vara med utförande enligt BKR (Byggkeramikrådet)

Figur 3.2 Exempel på text ur rambeskrivning.

**Typprodukter**

Ett annat sätt att beskriva vilket material som önskas är med typprodukter. Det används en högre grad av specialiserade önskemål, funktionskrav eller

| Ytor | Material | Behandling |
|---|---|---|
| Golv | Plastmatta typ Gerflor Taralay Forum 4328 Yanko Comfort - plan 01.<br>Plastmatta typ Gerflor Taralay Forum 4324 Kamelik Comfort - plan 02, 03, 04, 05. | |
| Sockel | Plastmatta uppvikt bakom kakel. Synlig del minst 10 cm. | |
| Vägg | | Helkaklas - kakel vit 20x20 matt. Fondvägg bakom wc-stol samt rand från golv till tak bakom tvättställ - Mosaik MN277A 2x2. Fogkulör: ljusgrå. |
| Foder | Massiv ek, bredd 56 mm. | Klarlackerad |
| Smygar | MDF | Målad i kulör NCS S-0502-Y. |
| Fönsterbänkar | Laminat typ Formica kulör K5579. | |
| Tak | Demonterbart akustikundertak Ecophon Gedina A, T 24, 600x600, kulör vit enligt standard. | |
| Inredning | Spegel typ BxH 450x900 mm. BB 9004504 med spegelklammer BB203K11.<br>Krok typ Detra, nr 14865 naturanodiserade aluminium.<br>Papperskorg pulverlackad vit typ BB 6836675.<br>Sanitetspåshållare, typ BB 227000. | |
| Övrigt | | |

Figur 3.3 Exempel på rumsbeskrivning med specifikation av material.

myndighetsutövning. I rumsbeskrivningen (figur 3.3) beskrivs ”typprodukter” för exempelvis golvbeläggningen: *Plastmatta typ Gerflor Taralay Forum 4328 Yanko Comfort*. Genom att namnge en specifik produkt exemplifierar projektören vilka önskemål och krav som behöver uppfyllas, och visar samtidigt hur detta kan uppfyllas med en specifik produkt. En likvärdig produkt innebär med nödvändighet att det inte är exakt samma produkt, utan i stället en produkt som har samma egenskaper som den namngivna produkten. Det anses vara underförstått, och anges sällan vilka av produktens egenskaper och värden som behöver vara lika då den ersätts. Det är som om det är upp till den aktören som byter produkten att veta och förstå vad som behöver vara lika och vad som får skilja hos den nya produkten, och hur mycket. Många gånger krävs också att beställaren godkänner vad som är likvärdig produkt.

**Risk för felaktiga byten**
Fel kan uppstå om aktörer i senare led byter ut typprodukten mot vad de anser vara likvärdig. Detta kan ofta förekomma då byggaren har en leverantör som åtar sig att offerera likvärdiga produkter till en lägre kostnad. I detta fall är inte leverantören oberoende utan försäljaren har ofta ett starkt incitament att bedöma sina produkter som likvärdiga.

Det är inte ovanligt att säljare av byggsystem och byggmaterial har prestationsbaserad lönesättning eller bonusprogram. Med ett incitament att se de egna produkterna som likvärdiga finns en risk att bedömningen görs utifrån de vanligaste egenskaperna eller produktindelningarna.
En importerad produkt tillverkad med andra delmaterial eller processer kan klassificeras som likvärdig, speciellt om det finns ett ekonomiskt incitament.

**Namngivna produkter**
Ett tredje sätt är att namnge en precis produkt. I detta fall har ett ”Demonterbart akustikundertak Ecophon Gedina A, T 24, 600x600” angetts. Denna produkt är inte utbytbar eftersom ljudmiljön och estetiska värden i rummet har dimensionerats utifrån denna produkt.

**Fel vid ersättningsprodukter**
Fel kan uppstå om produkten i fråga finns i flera utföranden och varianter, om den har ersatts med en annan produkt eller om den inte längre finns tillgänglig på marknaden. I detta fall kan aktörer i senare led uppmanas av leverantörerna att montera en produkt som är uppföljaren till den namngivna produkten. Detta kan då ses som en förbättring, vilket är fallet om samtliga viktiga egenskaper stämmer.

### 3.5.2 Upphandling
Byggentreprenören handlas upp för att med godtagbar säkerhet uppföra en byggnad (med eller

utan projektering) på den tiden och till den kostnaden som står till förfogande. Med val av entreprenör följer också dennes rutiner och standardmaterial, om inte annat föreskrivs. Byggentreprenören söker kostnadseffektiva alternativ enligt specificerade egenskaper för att kunna erbjuda beställaren billiga lösningar och vinna kontraktet.

När byggentreprenören upphandlar material är valet av leverantörer ofta avgörande för vilka produkter som kommer levereras. Ett fasadsystem kan exempelvis innehålla en grundputs, ett armeringsnät samt en ytputs. I och med valet av fasad-leverantör har man begränsat sig till de material och produkter denna leverantör säljer. I många fall anger leverantören av systemet, eller utföraren (ofta i samråd med leverantören) de produkter som anses lämpliga, ofta för att de omfattas av leverantörens systemgaranti.

Detta innebär att med de val som görs i upphandlingen följer en rad konsekvenser i form av låsta produkt- och systemval, och att de material utföraren normalt använder sannolikt även kommer användas i projektet, om inte annat föreskrivs.

Upphandlingen av byggentreprenör etc. påverkar valet av byggprodukt. Åtminstone i den utsträckning att olika byggare har olika leverantörer av system och material som de föredrar i sin process. Där det finns möjlighet för byggaren att välja en byggprodukt kommer detta ske enligt de rutiner och leverantörer företaget har. När det förekommer typprodukter i beskrivningen kommer likvärdigheten hos dessa bedömas i samråd med byggarens leverantörer, som ofta har incitament att se sina egna produkter som likvärdiga.

### 3.5.3 Byggproduktionsskede

I byggproduktionsskedet (produktionsfasen) uppförs byggnaden utifrån bygghandlingar. Beslut som tagits i tidigare skeden av arkitekter, konstruktörer och inköpare med flera sätter ramarna för det arbete och de material som används på byggarbetsplatsen, men under byggskedet sker det slutliga valet och leveranserna av de byggmaterial som faktiskt används vid uppförandet av byggnaden.

Det händer dagligen en rad saker på en byggarbetsplats som behöver beslut för att ordnas så att processen ska kunna drivas vidare. Det kan exempelvis vara felaktigt projekterade eller levererade produkter som inte stämmer med förutsättningarna. Det kan även vara utsättningsfel och toleranser som leder till höjdskillnader eller en skadad fästpunkt. Detta kan ge upphov till springor, höjdskillnader eller infästningssvårigheter. Dessa behöver ofta åtgärdas innan nästa arbetsmoment kan utföras. Ofta behöver de lösas inom några dagar för att inte skapa onödig påverkan av byggskedet.

På en fast arbetsplats, det vill säga montagearbete i fabrik finns ofta möjlighet att förbättra rutiner och processer så att fel inte uppkommer vid montage etc. På en byggarbetsplats uppkommer i stället unika situationer i varje byggnad och dessa unika situationer behöver hanteras med unika lösningar. Lösningarna innebär många gånger att ett alternativt material eller system behöver tillföras byggnadsprocessen. Ibland finns utrymme att projektera en lösning på problemet som uppkommit, men ofta löses det på arbetsplatsen med de resurser som finns till buds. Det finns en problematik med att snabbt välja en lösning till ett unikt problem. Tillföra byggnaden ett nytt material eller ett nytt system som inte ingår i den genomtänkta projekteringen där varje system utformats att samarbeta.

Material som valts i projekteringen ska vara granskade och väl fungerade material. Projekteringen är en process där stor kunskap tillförs för att uppfylla alla regler och krav som ställs. Både generella regler från samhället och speciella krav för att uppnå rätt funktion. Att ad hoc välja en lösning på ett problem på byggarbetsplatsen innebär en inkörsport för lycksökare som lovar guld och gröna skogar.

# 4 Gällande lagar, regelverk och vägledningar

Det finns en rad olika lagar och regler i Sverige. Dessa delas in i fyra olika kategorier, grundlagar, lagar, förordningar och föreskrifter. Med ett samlingsnamn kallas de för författningar. Lagar, förordningar och föreskrifter är alltid bindande. Allmänna råd, som kan följa med föreskrifter eller vara fristående, ska vägleda och ibland visa på goda exempel. De allmänna råden och rekommendationer är förtydligande för hur de olika regelverken ska tolkas.

Vissa områden påverkas även av överstatliga organisationer. EU utfärdar bland annat direktiv för att harmonisera medlemsländernas lagstiftning. Därefter överlämnar EU till respektive medlemsland att bestämma formerna och tillvägagångssätten för att implementera direktiven i respektive lands lagstiftning. EU:s förordningar har däremot direkt rättsverkan i samtliga EU-länder och behöver inte föras in i nationell lagstiftning. Se tabell 4.1 för en översikt om styrande lagar och regelverk.

Tabell 4.1 Styrande författningar för byggprojekt (baserad på Byggföretagen 2025a).

| Nivå | Organisation | Ansvarar för | Exempel på styrdokument |
|---|---|---|---|
| Europa | EU | Förordningar, direktiv, beslut, yttranden, rekommendationer | EU-förordning om byggprodukter<br>EU-direktiv om byggnaders energiprestanda, miljökonsekvensbeskrivning<br>EU:s taxonomi, CSRD |
| Nationellt | Riksdag | Grundlagar<br>Lagar | Plan- och bygglagen (2010:900) (PBL), miljöbalken (1998:808) (MB) m.fl. |
| | Regering | Förordningar | Plan- och byggförordning (2011:338) |
| | Myndigheter: Boverket, Folkhälsomyndigheten, Kemikalieinspektionen, Arbetsmiljöverket m.fl. | Föreskrifter och regler, råd och rekommendationer | Boverkets föreskrifter om skydd med hänsyn till hygien, hälsa och miljö samt hushållning med vatten och avfall; (BFS 2024:8) |

Utifrån lagar och regelverk arbetar myndigheter och organisationer i byggsektorn. Styrande dokument för byggprojekt redovisas i tabell 4.2.

Tabell 4.2 Styrande dokument för byggprojekt (baserad på Byggföretagen 2025a).

| Nivå | Organisation | Ansvarar för | Exempel på styrdokument |
|---|---|---|---|
| Internationellt | FN, WHO, IPCC | | |
| Regionalt | Länsstyrelser | Samordning region och kommuner | Planeringsunderlag<br>Prövning av PBL och MB |
| Lokalt | Kommuner | Översikts- och detaljplanering | Översiktsplan, detaljplan |
| Beställare/ fastighetsägare | Bostadsbolag, privatpersoner | Bygghandlingar, finansiering, miljöhandlingar | Ritningar, byggnadsbeskrivning, miljökonsekvensbeskrivning, byggarbetsmiljösamordning |
| Utförare | Byggföretag | Byggproduktionen | Kalkyl, budget, produktionstidplan, APD, kvalitets-, miljö- och arbetsmiljöplan |
| Leverantörer | Material- och systemleverantör | Byggprodukter och systemlösningar | Montageanvisningar, drift och skötselinstruktioner. |
| Bransch- eller intresse-organisation | Branschföreningar, certifierings-företag, SGBC m.fl. | Verifiering av branschens vedertagna krav | Certifieringar: Miljöbyggnad, Leed, Breeam-se, Svanen, Miljöbyggnad iDrift |
| Den boende | Kund | Boendevanor, egna önskemål | Önskemål om god inomhusmiljö. Specifika användningsförutsättningar |

## 4.1 Lagar

### 4.1.1 Miljöbalken

I miljöbalken (SFS 1998:808) används begreppen *ämnen, material, produkter och avfall*, med bestämningar som farligt material, återvinna material och fyllnadsmaterial.

Bestämmelserna i kapitel 2 beskriver hänsynsreglerna vilka är avsedda att vara generellt tillämpliga oavsett om det förekommer andra specifika bestämmelser eller ej. Kraven gäller alla som bedriver verksamheter eller har som avsikt att bedriva en verksamhet med tillämpning i planerings-, prövnings- och tillsynsprocesser. Konkret innebär det att verksamhetsutövare ska leva upp till att samtliga hänsynsregler följs med exempel som miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd, kemikalier och avfallshantering. Faktorer som kan påverka betydelsen av hänsynsreglerna kan vara vilken verksamhet som bedrivs och recipientens känslighet dvs. om känsliga skyddsobjekt riskerar att drabbas av skada. Hänsynsreglerna omfattar följande delar:

- 2 kap. 2§ kunskapskravet
- 2 kap. 3§ försiktighetsprincipen
- 2 kap. 4§ utbytesprincipen
- 2 kap. 5§ hushållningsprincipen
- 2 kap. 6§ lokaliseringsprincipen
- 2 kap. 7§ rimlighetsavvägning
- 2 kap. 8§ ansvar för skadad miljö.

Innebörden av hänsynsreglerna är att försiktighet ska tillämpas om det råder osäkerheter kring risker att skada människors hälsa, krav på att skaffa relevant kunskap om faror för människors hälsa, bedöma rimligheten i omfattning på riskminimerande åtgärder samt använda den bästa teknik som finns tillgängligt så att skador på människors hälsa minimeras. Vidare ska lämpliga platser väljas vid byggnation, hushållning med resurser ska tillämpas och hälsoskadliga egenskaper hos material ersättas med mindre skadliga alternativ om det finns.

### 4.1.2 Plan- och bygglagen

Plan- och bygglagen (2010:900) - PBL innehåller bestämmelser som ställer krav på byggnadsverk och dess underhåll, vilket indirekt berör skydd för hälsa och säkerhet. PBL innehåller regler om t.ex. typgodkännande och CE-märkning för materialslag och byggprodukter. Här definieras bl.a.:

- *byggnadsverk*: en byggnad eller annan anläggning,
- *byggprodukt*: en produkt som är avsedd att stadigvarande ingå i ett byggnadsverk,

I 1 kap. 4 § PBL definieras också "byggnad" som "en varaktig konstruktion som består av tak eller av tak och väggar och som är varaktigt placerad på mark eller helt eller delvis under mark eller är varaktigt placerad på en viss plats i vatten samt är avsedd att vara konstruerad så att människor kan uppehålla sig i den".

PBL innehåller krav på rivningslov eller rivningsanmälan och en kontrollplan vid rivning (9 och 10 kap.). Kontrollplanen ska ange vilka byggprodukter som kan återanvändas och hur avfallet, särskilt farligt avfall, tas om hand. Byggherren ansvarar, och rivning får inte påbörjas förrän byggnadsnämnden gett startbesked.

### 4.1.3 Arbetsmiljölagen

Arbetsmiljölagen (1977:1160) – AML fokuserar på att förebygga ohälsa och olycksfall i arbetet och att skapa en god arbetsmiljö. Genom att betona vikten av att förebygga ohälsa refererar arbetsmiljölagen indirekt till arbetsgivarens skyldighet att tillhandahålla en arbetsmiljö som inte leder till hälsoproblem för de anställda. Kraven på säkerhet mot skador på miljön beaktas ej i arbetsmiljölagen. Gällande risker för skador på människors hälsa så har arbetsmiljölagens krav på verksamhetsutövarens kunskapsnivå och användning av personlig skyddsutrustning. Vilka skadliga ämnen som tillåts och i vilka nivåer som tillåts i arbetsmiljön kontrolleras av verksamheterna. Toleransen är betydligt högre för riskkällor i arbetslivet jämfört vistelse utanför arbetsplatser varför det är av stor betydelse att kraven i arbetsmiljön ej tillämpas utanför densamma.

### 4.1.4 Lag om kemikaliesäkerhet

Inom Sverige och EU finns lagstiftning om kemikaliesäkerhet som gäller enskilt (Kemikalieinspektionens föreskrifter) och gemensamt för medlemsländerna (EU-förordningar). EU-direktiv kräver att medlemsländerna ska införliva lagstiftningen i den nationella lagstiftningen inom två år efter publicering.

Alla kemiska ämnen och produkter som förekommer på den EU-gemensamma marknaden ska utvärderas enligt kraven i de olika lagstiftningarna om kemikaliesäkerhet som REACH (1907/2006/EC) och CLP ((EG) 1272/2008).
Även lagar om varor, byggprodukter och avfall har krav som pekar direkt mot kemikalielagstiftningen och kraven däri. Dessa inkluderar risker för att skador inte ska uppkomma på människors och djurs hälsa, miljön och arbetsmiljön.
Förordningarna beskriver hur kemiskt innehåll ska redovisas, vilka risker som föreligger, hur riskerna ska klassificeras, märkas upp, hur förpackningar ska utformas. Ämnen med särskilt farliga egenskaper regleras genom olika lagar som SVHC-listan under REACH samt giftiga-organiska-föroreningar (POPs-förordningen).

När det gäller kemisk och biologisk bekämpning av organismer som kan skada människors och djurs hälsa samt egendom så finns lagarna om bekämpningsmedel vilka inkluderar skydd vid livsmedelsproduktion (växtskyddsmedel/pesticider) och övriga produkttyper (biocider).

## 4.2 Förordningar

### 4.2.1 Avfallsförordningen

Lag SFS 2020:614 om klassificering och hantering av avfall är den svenska implementeringen av EU:s ramverk för avfall. Farliga egenskaper hos avfall ska provas och utvärderas mot särskilda krav i lagstiftningen om avfall och gällande innehåll av farliga kemiska ämnen och material så ska lagen om kemikaliesäkerhet appliceras.

### 4.2.2 Plan- och byggförordningen

Plan- och byggförordningen (2011:338) preciserar plan- och bygglagens krav. Den reglerar kontrollplan och avfallshanteringsplan vid rivning och kräver att förekomst av farligt rivningsmaterial framgår av rivningsanmälan.

Plan- och byggförordningen 3 kap. 9 § lyfter fram att byggnader ska vara projekterade och utförda på ett sådant sätt att det inte medför en oacceptabel risk för användarnas eller grannarnas hygien eller hälsa. Hänvisningen till hygien- och hälsorisker ges i t.ex. 6 kap. 3a§ som definierar klimatskärmens funktion:

- *klimatskärm*: en byggdel bestående av ett eller flera skikt som isolerar det inre av en byggnad från omvärlden när det gäller sådant som temperatur, ljud och fuktighet.

### 4.2.3 PCB-förordningen (2007:19)

PCB-förordningen (2007:19) kräver att ägare till byggnader uppförda eller renoverade 1956–1973 inventerar PCB i fog- och golvmassor och sanerar massor över fastställda halter före rivning eller renovering.

## 4.3 EU-förordningar

EU-förordningar gäller direkt i Sverige och blir bindande lag från det datum de träder i kraft. De behöver inte omvandlas till svensk lag.

En rad EU-förordningar reglerar produkter, kemiska ämnen och märkning med bäring på material i byggnader. Flertalet av dem administreras av EU-organet ECHA (Europeiska kemikaliemyndigheten).

### 4.3.1 Byggproduktförordningen

Byggproduktförordning CPR (EU) 2024/3110 (som ersätter 305/2011/EU) kravställer byggprodukters prestanda och rörlighet inom EU:s marknad. I CPR definieras bl.a.:

- *byggprodukt*: varje format eller formlöst fysiskt föremål, inklusive 3D-utskrivna produkter, eller en byggsats som släpps ut på marknaden, inbegripet genom att levereras till byggarbetsplatsen, för att permanent infogas i byggnadsverk eller delar därav, med undantag för föremål som först måste integreras i en byggsats eller någon annan byggprodukt innan de permanent infogas i byggnadsverk.
- *prestanda*: den grad i vilken en produkt har vissa skalbara väsentliga egenskaper.
- *väsentliga egenskaper*: de egenskaper hos produkten som hänför sig till de grundläggande krav för byggnadsverk som anges i bilaga I, och de som är förtecknade som förhandsbestämda väsentliga miljöegenskaper i bilaga II.
- *byggnadsverk*: byggnader och anläggningsarbeten, oavsett om de är belägna över eller under mark eller vatten, inbegripet men inte begränsat till vägar, broar, tunnlar, pyloner och andra anläggningar för elöverföring, kommunikationskablar, rörledningar, akvedukter, dammar, flygplatser, hamnar, vattenvägar och anläggningar som ligger till grund för järnvägsrälsnivå: resultatet av en bedömning av en byggprodukts prestanda i förhållande till dess väsentliga egenskaper, uttryckt som ett numeriskt värde.
- *klass*: en uppsättning nivåer för en produkts prestanda som avgränsas av ett lägsta och ett högsta värde.
- *tröskelvärde*: en produkts lägsta eller högsta prestandanivå med avseende på en viss väsentlig egenskap.
- *byggsats*: en produkt som släppts ut på marknaden av en enda ekonomisk aktör som en uppsättning av minst två separata föremål, som ingendera behöver vara en produkt i sig, avsedda att tillsammans infogas i byggnadsverk.
- *begagnad produkt:* en produkt som inte är avfall eller som upphört att vara avfall i enlighet med direktiv 2008/98/EG och som minst en gång har installerats i ett byggnadsverk, och som
  a) inte har genomgått en process som går utöver återvinningsförfaranden som går ut på kontroll, rengöring eller reparation genom vilka produkter eller produktkomponenter bereds så att de kan återanvändas för byggändamål utan någon annan förbehandling, eller
  b) har genomgått en omarbetningsprocess som går utöver återvinningsförfaranden som går ut på kontroll, rengöring och reparation och som enligt den tillämpliga harmoniserade tekniska

specifikationen klassificeras som icke väsentlig för produktens prestanda.

- *återtillverkad produkt:* en produkt som inte är avfall, eller som upphört att vara avfall i enlighet med direktiv 2008/98/EG, som har installerats minst en gång i ett byggnadsverk och som har genomgått en omarbetningsprocess som går utöver kontroll, rengöring och reparation och som enligt den tillämpliga harmoniserade tekniska specifikationen klassificeras som väsentlig för produktens prestanda.
- *produkttyp*: en abstrakt modell av enskilda produkter vilken bestäms av den avsedda användningen och en uppsättning egenskaper som utesluter alla variationer i fråga om prestanda eller uppfyllande av produktkrav som fastställs i eller i enlighet med denna förordning, medan identiska produkter från andra tillverkare tillhör andra produkttyper.

För miljö- och hälsorisker med byggprodukter så hänvisar CPR till att kraven på kemikaliesäkerhet ska uppfyllas i enlighet med REACH- och CLP-förordningarna. Det är således aktören som sätter en byggprodukt på marknaden som ska säkerställa att risker för skador på människors hälsa uppfyller kraven på kemikaliesäkerhet.

### 4.3.2 REACH förordningen (1907/2006/EC)

REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of CHemicals) är en EU-förordning om kemikalier. REACH-förordningen gäller i alla medlemsländer utan krav på att införlivas genom nationella regler och fungerar därmed som gemensam lagstiftning i hela EU.

ECHA inrättades genom REACH och är en självständig myndighet, inte en del av EU-kommissionen, och administrerar de tekniska, vetenskapliga och administrativa delarna av EU:s kemikalielagstiftning. Myndigheten ansvarar ett flertal förordningarna, t.ex. REACH, CLP, POP och biocidförordningen. ECHA tar emot registreringar och anmälningar, för kandidatförteckningen över särskilt farliga ämnen (SVHC) och driver SCIP-databasen, och tillhandahåller informationen. Vetenskapliga yttranden från kommittéerna för riskbedömning (RAC) och socioekonomisk analys (SEAC) utgör underlag för de beslut om riskhantering som fattas av EU-kommissionen

- ECHA:s kandidatförteckning listar SVHC-ämnen (Substances of Very High Concern) enligt REACH. Administreras av ECHA och är fritt tillgänglig.
- SCIP-databasen innehåller produkter som släppts ut på EU-marknaden och som innehåller SVHC. Administreras av ECHA och är fritt tillgänglig.

### 4.3.3 CLP-förordningen (EG 1272/2008)

CLP-förordningen (Classification, Labelling and Packaging) handlar om regler för klassificering, märkning och förpackning av kemiska produkter. Förordningen är harmoniserad på en global nivå (GHS) med den metod som ska användas vid klassificering av faror för människors hälsa och miljön. För varor och produkter som har en faroklassificering gäller att ett säkerhetsdatablad ska upprättas och hållas uppdaterat så att användaren får kunskap om exempelvis kemiskt innehåll, risker, säker användning, vilka personliga skydd som ska användas och hur avfallet ska klassificeras och hanteras.

### 4.3.4 POPs-förordningen (EU 2019/1021)

POPs-förordningen (Persistent Organic Pollutants), förbjuder eller begränsar tillverkning och användning av POPs-ämnen. Förordningen innehåller också bestämmelser om ämnen som bildats oavsiktligt samt avfallshantering och miljöövervakning.
Den som lagerhåller produkter som innehåller POPs-ämnen kan också behöva lämna uppgifter till Kemikalieinspektionen.

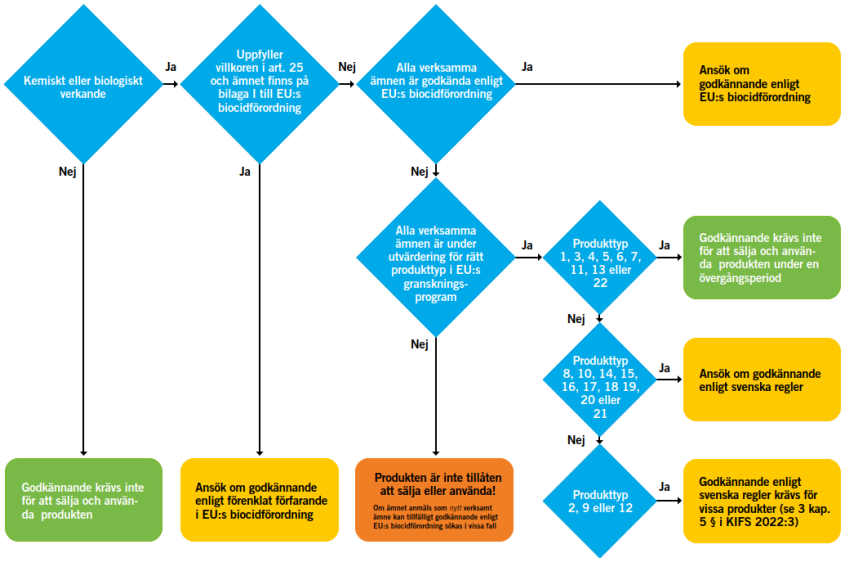
### 4.3.5 Produktsäkerhetsförordningen (EU 2023/988)

Produktsäkerhetsförordningen innehåller övergripande regler som gäller produktsäkerhet för varor och kemiska produkter som säljs till konsumenter och då inte får utgöra en risk för skada på människors hälsa eller säkerhet som brand och förstörelse av egendom. Ansvar för marknadskontroller finns hos exempelvis Boverket, Konsumentverket och Kemikalieinspektionen.

### 4.3.6 Biocidförordningen (EU 528/2012)

Biocidförordningen behandlar produkter/ bekämpningsmedel, med innehåll av kemiska ämnen och biologiska organismer, som ska ge skydd mot eller stoppa skada på människors och djurs hälsa samt egendom. Reglerna är harmoniserade inom EU och bygger på försiktighetsprincipen vilket innebär att enbart produkter som godkänts får sättas på marknaden och användas vid bekämpning. Byggprodukter och varor som innehåller biocider och som förekommer i byggnader inkluderar olika produkttyper för desinfektion, konservering, bekämpning av skadedjur och övriga biocidprodukter. Kraven på säkerhet, bevisad funktion, effektivitet och behov är rigorös och principen för godkännande sker enligt figur 4.1.

Både det aktiva ämnet och biocidprodukten måste vara godkända för den specifika produkttypen eller ingå i något av de undantag som gäller.




Figur 4.1 Flödesschema för ansökningsförfarandet att få godkännande för ett aktivt ämne eller en biocidprodukt enligt den EU-gemensamma biocidförordningen (hämtad från kemi.se).

### 4.3.7 EU:s direktiv (2008/98/EG) om avfall

EU:s direktiv (2008/98/EG) om avfall är ett överordnade regelverk som bl.a. fastställer avfallshierarkin. Det är infört i svensk rätt genom miljöbalken (15 kap.) och styr därigenom prioritetsordningen för allt bygg- och rivningsavfall. Direktivet anger även återvinningsmål och krav på avfallsplaner.

POPs-förordningen och SCIP-databasen styr också materialhanteringen vid rivning. Båda beskrivs tidigare i rapporten.

### 4.3.8 EU:s direktiv (2020/2184) om kvalitet på dricksvatten

Det omarbetade dricksvattendirektivet består av bestämmelser som reglerar kvaliteten på dricksvatten för alla inom Europeiska unionen. Målen är att skydda människors hälsa från skadliga effekter av alla slags föroreningar av dricksvatten genom att säkerställa att det är hälsosamt och rent samt att förbättra tillgången till dricksvatten. Till direktivet finns kopplat positivlista med material/ämnen som får användas vid tillverkning av produkter i kontakt med dricksvatten. (Engdahl et al. 2025)

## 4.4 Myndigheters vägledning

### 4.4.1 Arbetsmiljöverket

Arbetsmiljöverket utfärdar föreskrifter om bland annat kemiska arbetsmiljörisker och hygieniska gränsvärden på arbetsplatser. Reglerna styr skyddsåtgärder vid hantering av material som innehåller farliga ämnen, särskilt vid bearbetning, rivning och sanering. För byggverksamhet finns föreskrifter om arbete med och hantering av byggmaterial och byggavfall. I föreskrifterna regleras bland annat lagkraven kring risker i arbetsmiljön, krav på medicinska kontroller i arbetslivet samt hygieniska gränsvärden för kemiska ämnen i luften på arbetsplatser. I detalj finns således krav på hur hanteringen av farliga ämnen och material som asbest, bly, kadmium, kvicksilver och radon ska ske så att människors hälsa inte skadas i arbetsmiljön. Centrala, för byggprojekt, är framför allt följande föreskrifter och allmänna råd från Arbetsmiljöverket:

- Projektering och byggarbetsmiljösamordning – grundläggande skyldigheter (AFS 2023:3)
- Utformning av arbetsplatser (AFS 2023:12)
- Risker vid vissa typer av arbeten (AFS 2023:13)
- Gränsvärden för luftvägsexponering i arbetsmiljön (AFS 2023:14).

### 4.4.2 Boverket

Boverket ger vägledning om PBL, PBF och utfärdar bland annat bygg- och konstruktionsreglerna samt regler om byggprodukter, radon i byggnader och klimatdeklaration.

I Boverkets byggregler (2011:6), BBR 31, som inte längre får användas när bygglov söks efter juni 2026 finns krav liksom i Boverkets nya byggregler (som omfattar BFS 2024:4, BFS 2024:6, BFS 2024:7, BFS 2024:8, BFS 2024:9, BFS 2024:10, BFS 2024:11, BFS 2024:12 och BFS 2024:13) t.ex. i BFS 2024:8, *Boverkets föreskrifter om skydd med hänsyn till hygien, hälsa och miljö samt hushållning med vatten och avfall* preciseras kraven i 3 kap. 9 § PBF. Här hanteras frågorna om skydd med hänsyn till hygien, hälsa och miljö. (samma formulering finns i t.ex. BFS 2024:6).

Under rubrikerna definitioner, byggprodukter och material samt projektering och utförande i 1 kap. i BFS 2024:8 anges:

**Definitioner**

6 § Med *byggprodukter* med förhandsbedömda egenskaper avses i denna författning produkter som tillverkats för att permanent ingå i byggnadsverk och som antingen

1. är CE-märkta,

2. är typgodkända eller tillverkningskontrollerade enligt bestämmelserna i 8 kap. 22–23 §§ plan- och bygglagen (2010:900),

3. har certifierats av ett certifieringsorgan som ackrediterats för uppgiften och för produkten i fråga enligt förordning (EG) nr 765/2008 av den 9 juli 2008 om krav för ackreditering och upphävande av förordning (EEG) nr 339/93, eller

4. har tillverkats i en fabrik vars tillverkning och produktionskontroll och utfallet därav för byggprodukten fortlöpande övervakas, bedöms och godkänns av ett certifieringsorgan som ackrediterats för uppgiften och för produkten i fråga enligt förordning (EG) nr 765/2008.

Såsom bedömning i enlighet med alternativ 3 eller 4 godtas även en bedömning utfärdad av ett organ inom europeiska ekonomiska samarbetsområdet eller i Turkiet om organet på annat sätt än genom ackreditering för uppgiften enligt förordningen (EG) nr 765/2008, erbjuder motsvarande garantier i fråga om teknisk och yrkesmässig kompetens samt garantier om oberoende.

**Byggprodukter och material**

7 § Byggprodukter och material ska ha kända och dokumenterade egenskaper i de avseenden som har betydelse för byggnadens förmåga att uppfylla kraven i denna författning.

Byggprodukter med förhandsbedömda egenskaper ska anses ha kända och dokumenterade egenskaper i de avseenden som de är förhandsbedömda.

Egenskaper hos andra byggprodukter än byggprodukter med förhandsbedömda egenskaper ska provas eller bedömas genom annan vedertagen metod. Inom Europeiska unionen vedertagen metod ska användas där sådan finns.

**Projektering och utförande**

8 § Byggnader ska projekteras

1. På ett fackmässigt sätt,
2. Så att arbetet kan utföras på ett sådant sätt att kraven i denna författning uppfylls, och
3. Så att förutsatt underhåll kan ske.

…

10 § Byggnader ska utföras

1. på ett fackmässigt sätt, och
2. enligt gällande handlingar.

Boverkets allmänna råd om rivningsavfall (BFS 2013:15) – RIV 1 – preciserar vilka uppgifter om farligt avfall och materialinventering som bör ingå i kontrollplanen vid rivning enligt plan- och bygglagen.

### 4.4.3 Folkhälsomyndigheten

Folkhälsomyndigheten ger allmänna råd om inomhusmiljö – ventilation, fukt och mikroorganismer, temperatur och radon – som vägledning för kommunernas tillsyn enligt miljöbalkens hälsoskyddsregler. Råden används för att bedöma olägenhet för människors hälsa i byggnader (Folkhälsomyndigheten 2026).

### 4.4.4 Kemikalieinspektionen

Kemikalieinspektionen är tillsynsmyndighet för kemikalielagstiftningen, däribland REACH och CLP. Kemikalieinspektionen arbetar med att minska risken för att människor och miljö ska skadas av kemikalier och utfasning av farliga ämnen och påverkar därmed vilka ämnen som accepteras i byggprodukter.

Under kemikalieinspektionen finns **toxikologiska råde**t som är en expertorganisation med uppgift att underlätta snabb identifiering av kemiska ämnen som kan vara skadliga för människans hälsa eller för miljön. Toxikologiska rådet identifierar och utvärderar signaler på nya, potentiella och framväxande kemikalierisker och rapporterar fynden till Samordningsgruppen för nya toxikologiska kemikaliehot, **SamTox**.

Kemikalieinspektionen förvaltar PRIO-databasen som är ett verktyg för substitution för att identifiera och prioritera bort farliga ämnen i produkter som också kan användas för att hitta och byta ut hälso- och miljöfarliga ämnen i produkter.

### 4.4.5 Livsmedelsverket

Livsmedelsverket ansvarar för dricksvatten och fastställer gränsvärden, bland annat för radon och andra radionuklider, samt regler för material i kontakt med dricksvatten. Materialreglerna styr vilka produkter som får användas i dricksvatteninstallationer (Engdahl et al. 2025).

### 4.4.6 Naturvårdsverket

Naturvårdsverket ger vägledning om avfallslagstiftningen, däribland klassificering av bygg- och rivningsavfall, farligt avfall och POP-avfall. Vägledningen styr hur material hanteras i byggnadens slutskede och beskriver hur byggprodukter för återanvändning och avfall, inklusive farligt avfall, identifieras och sorteras före rivning. Vägledningen tolkar kraven i miljöbalken och avfallsförordningen och följer avfallshierarkins prioritetsordning.

Förorenade områden med fastigheter och byggnadsmiljö inkluderat ligger inom Naturvårdsverkets ansvarsområde på en vägledande nivå. Myndighetens föreskrifter, vägledningar och handböcker syftar till att farliga ämnen och material som med sitt innehåll eller via spridning från andra källor riskerar att skada människors hälsa ska undersökas, utvärderas och riskbedömas enligt kraven i miljöbalken. Utvärderingar och riskbedömningar av kemiska ämnen i byggprodukter som riskerar att spridas och exponera människor så att skador på hälsan ska enligt Naturvårdsverkets föreskrifter baseras på hälsorisker och tröskeleffekter.

### 4.4.7 Riksantikvarieämbetet

Riksantikvarieämbetet är förvaltningsmyndighet för kulturarv och vägleder om varsamhet och materialval i kulturhistoriskt värdefulla byggnader. Vägledningen påverkar val och hantering av traditionella material vid ändring och renovering. Riksantikvarieämbetet utfärdar föreskrifter och allmänna råd om bevarande av byggnader och utformning av museer samt inomhusmiljö för bevarande av byggnader och föremål. PRE-MAL är de svenska museernas, bibliotekens och arkivens skadedjursgrupp.

### 4.4.8 Strålsäkerhetsmyndigheten

Strålsäkerhetsmyndigheten samordnar Sveriges radonarbete och driver den nationella radonhandlingsplanen, och har föreskrifter (SSMFS 2018:4) *Strålsäkerhetsmyndighetens föreskrifter om naturligt förekommande radioaktivt material och byggnadsmaterial* som bl.a. tar upp aktivitetsindex för t.ex. alunskifferbaserad blåbetong. Radon från byggmaterial är en av de stora innemiljö- och hälsofrågorna.

### 4.4.9 Sveriges geologiska undersökning

Sveriges geologiska undersökningar kartlägger berggrundens och jordens naturliga radioaktivitet och ger underlag om markradon. Myndighetens verksamhetsområde rör främst markförhållanden snarare än byggmaterial, men markradon påverkar inomhusmiljön tillsammans med material och vatten.

### 4.4.10 Upphandlingsmyndigheten

Upphandlingsmyndigheten ger stöd och hållbarhetskriterier för offentlig upphandling, däribland krav på byggprodukters kemikalieinnehåll och miljöprestanda. Kriterierna påverkar vilka material som efterfrågas i offentligt finansierade byggprojekt.

Upphandlingsmyndigheten har en tjänst som beskriver hållbarhetskriterier som ska ställas, på produkter och funktion, i samband med offentlig upphandling.
https://www.upphandlingsmyndigheten.se/kriterier/

# 5 Branschens stöd och verktyg

## 5.1 Aktörer kopplade till material, byggprodukter, innemiljö och hälsa

Branschens aktörer – bransch- och arbetsgivarorganisationer, paraplyorganisationer och ideella föreningar – företräder sina medlemmar inom bygg-, material- och återvinningsledet. De tar fram standarder, riktlinjer, certifieringssystem och kunskapsunderlag som kompletterar lagstiftningen och i flera fall går längre än dess miniminivå, och medverkar genom remissvar och expertarbete i regelutvecklingen. Tillsammans påverkar de vilka krav som ställs på byggprodukters egenskaper, kemiska innehåll och inverkan på inomhusmiljö och hälsa – från materialval och tillverkning till återvinning i byggnadens slutskede.

### 5.1.1 Byggföretagen

Byggföretagen är en bransch- och arbetsgivarorganisation som samlar bygg-, anläggnings- och specialföretag som vill bygga Sverige på schyssta grunder. Byggföretagen ger bland annat ut Resurs- och avfallsriktlinjer vid byggande och rivning och Byggarbetsplatsens teknikhandbok som innehåller information hantering av material, avfall och återbruk. (Byggföretagen 2025a, 2025b)

### 5.1.2 Byggmaterialhandlarna

Byggmaterialhandlarna är en branschorganisation för byggmaterialhandeln i Sverige som samlar elva stora kedjor samt ett femtiotal fria handlare runt om i landet. Byggmaterialhandlarna och BASTA lanserade i juni 2026 ett strategiskt partnerskap som ska tillgängliggöra branschägd och öppen hållbarhetsdata för byggmaterialhandeln med målet att tillhandahålla rätt data där besluten tas.

### 5.1.3 Byggmaterialindustrierna

Byggmaterialindustrierna är en paraplyorganisation för företag och branschorganisationer som tillverkar och arbetar med byggmaterial.
Byggmaterialindustrierna ser som sin främsta uppgift att samordna, stärka och verka för de frågor som är gemensamma för hela byggmaterialindustrin.

### 5.1.4 Sweden Green Building Council

Sweden Green Building Council (SGBC) är en förening som äger och utvecklar de svenska certifieringssystemen Miljöbyggnad, Miljöbyggnad iDrift och NollCO2, och är ”national scheme operator” för BREEAM-SE enligt avtal med brittiska BRE. Föreningen utbildar och auktoriserar samordnare och assessorer för dessa system och publicerar manualer, kriterier och vägledningar.

### 5.1.5 SWESIAQ

SWESIAQ är en ideell förening som utgör den svenska delen av föreningen International Society of Indoor Air Quality (ISIAQ). Medlemmarna är representanter och aktörer från myndigheter, forskning, ingenjörer m.fl. som arbetar för hälsosammare byggnader.

### 5.1.6 Återvinningsindustrierna

Återvinningsindustrierna är branschorganisationen för privata återvinningsföretag i Sverige. Medlemmarna hanterar drygt 10 miljoner ton avfall och återvinningsmaterial vid anläggningar i hela landet.

## 5.2 Kvalitets- och prestandamärkning av byggprodukter

Byggprodukter – från rena byggmaterial till sammansatta produkter, byggsystem och hela byggnadsverk – märks och verifieras för att redovisa kvalitet och prestanda. Märkningarna utgår från byggregler, funktion, energieffektivitet eller miljö, men har det gemensamma syftet att styrka utvalda egenskaper. En fungerande kvalitetsmärkning bär både kunskap om produkten och ett system för kvalitetssäkring, så att kontroller som annars sköts i det enskilda projektet redan är hanterade.

Enligt plan- och bygglagen (2010:900) 8 kap. 19 § får en byggprodukt ingå i ett byggnadsverk endast om den är lämplig för den avsedda användningen – det vill säga har egenskaper som låter byggnadsverket uppfylla de tekniska egenskapskraven, rätt projekterat och uppfört. Verifierade och märkta produkter är därmed underlag för att styrka myndighets- och beställarkrav genom projektering, kontrollplan och slutbesked. I Boverkets byggregler preciseras detta (se kap. 4.4.2).

### 5.2.1 CE-märkning

CE (Conformité Européenne) anger att en produkt överensstämmer med tillämplig EU-lagstiftning. För byggprodukter regleras CE-märkningen av byggproduktförordningen (CPR) (se kap. 4.3.1). CE-märkning är obligatorisk för produkter som omfattas av en harmoniserad standard och frivillig, via europeisk teknisk bedömning (ETA), där sådan saknas. Tillverkaren upprättar en prestandadeklaration (DoP) för sin produkt.

CE-märkningen är ett handelsmärke som ger byggprodukten fri rörlighet inom EU och EES, inte en kvalitetsmärkning av produktens funktion.

Den innebär inte att svenska krav automatiskt är uppfyllda – varken för produkter under harmoniserad standard eller vid frivillig märkning.

### 5.2.2 DoP

Prestandadeklarationen (Declaration of Performance, DoP) redovisar en byggprodukts prestanda för de väsentliga egenskaper som anges i tillämplig harmoniserad standard eller i en europeisk teknisk bedömning (ETA). Den upprättas av tillverkaren, som ensam ansvarar för uppgifterna; ingen oberoende part verifierar innehållet. Kravet följer av byggproduktförordningen (CPR).

Varje CE-märkt byggprodukt på marknaden har en DoP. I projekteringen är den underlag för att verifiera att produktens deklarerade prestanda motsvarar de egenskaper byggnadsverket kräver, och knyter därmed samman CE-märkningen med produktvalet.

### 5.2.3 ETA – Europeisk teknisk bedömning

ETA (European Technical Assessment) är den frivilliga vägen till CE-märkning för byggprodukter som inte omfattas av en harmoniserad standard, och regleras av CPR. En ETA utfärdas av ett tekniskt bedömningsorgan (TAB) på grundval av ett europeiskt bedömningsdokument (EAD); i Sverige är RISE utsett TAB. Tillverkaren initierar och bekostar processen.

ETA anger produktens prestanda och ligger till grund för prestandadeklarationen (DoP) vid CE-märkning. Den är produkt- och tillverkarspecifik och används i projekteringen för att verifiera egenskaper hos produkter utan harmoniserad standard.

### 5.2.4 P-märkning

P-märkning av produkter (material, konstruktioner och anordningar) är ett kvalitetsmärkningssystem där utgångspunkten är god funktion som drivs av RISE. P-märkning är frivilligt och kan utföras inom produktområden där harmoniserad standard/ specifikation enligt CE-märkning saknas. P-märket står för att produkten är granskad och kontrollerad enligt kraven i certifieringsregler som finns upprättade inom respektive produktområde där P-märkning erbjuds. P-märkta produkter står under kontinuerlig tillverkningskontroll på samma sätt som typgodkända, det vill säga egenkontroll och övervakande kontroll av tillverkning och produkter.

P-märkningsregler finns för många olika byggproduktområden och fuktsäkerhet är i regel ett av flera väsentliga egenskapsområden som ingår.

### 5.2.5 Typgodkännande

Typgodkännande är ett nationellt märkningssystem som funnits sedan lång tid tillbaka i Sverige. Utgångspunkten i märkningssystemet är att bekräfta att produkten uppfyller de tekniska egenskapskraven i PBL, PBF och Boverkets byggregler i den omfattning som märkningen avser. De krav som ställs på typgodkända produkter får inte vara högre än vad som finns i gällande byggregler (Boverket 2026).

Typgodkännande ger rätt att använda Boverkets gaffelmärke. Detta upphör för de produkter där CE-märkning är möjlig med hjälp av en harmoniserad standard eller om produkten omfattas av ett ETA, europeisk teknisk bedömning.
För produkter som omfattas av en harmoniserad standard ska CE-märkning vara den enda märkningen som styrker en byggprodukts överensstämmelse. Det innebär att sådana produkter inte får typgodkännas och att märkningen av redan typgodkända produkter ska upphöra att gälla. (8 kap. 22 a § PBL)

En produkt som är typgodkänd står under tillverkningskontroll, dels i form av egenkontroll från tillverkarens sida, dels vanligtvis genom övervakande kontroll av en oberoende tredje part. Det är tillverkaren som bestämmer om byggprodukten ska typgodkännas.

### 5.2.6 PRIO

PRIO är ett verktyg för substitution som ägs och drivs av Kemikalieinspektionen, kostnadsfritt och fritt tillgängligt. Det riktar sig till företag och offentliga aktörer som vill fasa ut farliga ämnen och gå längre än gällande lagstiftning. Verktyget består av kriterier, en sökbar databas med fler än 10 000 ämnen som uppfyller kriterierna, och vägledning i fyra steg (inventera, söka, prioritera, substituera).
Kriterierna utgår från miljökvalitetsmålet Giftfri miljö, REACH och CLP samt internationella konventioner. Ämnena delas in i två prioritetsnivåer: utfasningsämnen (högst prioritet, bör ersättas först) och prioriterade riskminskningsämnen.

I projekteringen används PRIO för att kontrollera om ämnen i byggprodukter omfattas av utfasnings- eller riskminskningskriterier. PRIO ligger till grund för kriterierna i bedömningssystem som BASTA och SundaHus, och knyter an till REACH genom att utfasningsämnen är sådana som kan komma att identifieras som SVHC och bli tillståndspliktiga.

### 5.2.7 SINTEF Teknisk Godkjenning

SINTEF Teknisk Godkjenning (TG) är ett norskt frivilligt certifikat som anger att en byggprodukt bedömts lämplig för angiven användning och uppfyller kraven i den norska byggtekniska föreskriften (TEK). Certifikatet utfärdas av SINTEF, som även är utsett tekniskt bedömningsorgan (TAB) i Norge och därigenom kan utfärda europeisk teknisk bedömning (ETA) som grund för CE-märkning.

Tillverkaren ansöker om och bekostar certifieringen, och SINTEF utövar löpande övervakande kontroll.

I Sverige saknar SINTEF Teknisk Godkjenning formell status i byggreglerna och ersätter därför inte CE-märkning eller typgodkännande som verifiering. Den används som teknisk referens för produkter och lösningar inom främst fuktsäkerhet, tätskikt och fasadsystem, där svensk eller europeisk certifiering saknas. SINTEF ger även ut erfarenhetsbaserade byggdetaljblad i Byggforskserien, som används som kunskapsunderlag i projektering.

## 5.3 Klassificering och varuidentifiering i byggsektorn

I byggsektorn beskrivs och identifieras material och produkter genom flera parallella system – dels för teknisk beskrivning i projektering och bygghandlingar, dels för varuidentifiering i handel och logistik. Systemen avgör hur en produkt benämns, klassificeras och spåras genom byggprocessen. Teknisk beskrivning vilar på AMA, BSAB och CoClass, medan handelns varuidentifiering bygger på varugruppskoden BK04 och artikelidentiteten GTIN enligt GS1. Bedömnings- och deklarationssystem som BASTA och eBVD knyter an till produkten via GTIN och BK04 och kopplar samman teknisk klassificering, handelsdata och miljöinformation.

### 5.3.1 Byggtekniska beskrivningar – AMA, BSAB och CoClass.

I byggsektorn finns flera standardiserade sätt att beskriva utförande och byggmaterial i olika delar av en byggnad. I tekniska beskrivningar och på ritningar används AMA-systemet med uppdelningar enligt BSAB och CoClass (Svensk Byggtjänst 2026). CoClass är ett klassificeringssystem för byggd miljö som startades 2015 för att integrera AMA och BSAB-systemet med andra klassificeringar i ett gemensamt system enligt internationell standard. De tidigare tabellerna för *Byggdelar* och *Produktionsresultat* från AMA och BSAB finns med i CoClass.

### 5.3.2 Byggmaterialhandel - Vilma, BASTA och eBVD

För byggmaterialhandel och byggmaterialindustrin använder system för att ge byggprodukter unika beteckningar för spårbarhet och beskrivning av egenskaper. För att ge olika produkter unik identitet används GTIN (Global Trade Item number) enligt standarden GS1 samt EAN (European Article Number) som ofta visas som en streckkod.

I Sverige finns Vilma, BASTA och eBVD som samlar och tillhandahåller information om egenskaper hos byggmaterial på ett standardiserat sätt. I dessa system finns klassificering enligt BK04 som är en femsiffrig kod uppdelad i cirka 875 rader (Byggmaterialhandlarna 2025). BASTA och eBVD använder GTIN och BK04 för att klassificera och identifiera produkter och byggmaterial.

BASTA och eBVD ger stöd för att fasa ut farliga material.

### 5.3.3 Valido och GS1

Validoo är en datapool för lagring, kvalitetssäkring och delning av artikelinformation och produktbilder, driven av GS1 Sweden AB. Den ingår i det globala produktdatanätverket GDSN (Global Data Synchronisation Network), som bygger på GS1-standarder. Leverantörer registrerar artikelinformation i Validoo, där den valideras mot GS1:s regler innan den delas; mottagare som återförsäljare och handel hämtar informationen till sina affärssystem. Produkter identifieras med GTIN och företag med GLN (GS1-lokaliseringsnummer). Genom GDSN-kopplingen kan informationen delas både inom och utanför Sverige.

Validoo används brett inom dagligvaruhandel, apotek och fler branscher, och blir genom GDSN tillgänglig internationellt. Byggmaterialhandeln övergår till Validoo som ersättning för Vilmastandarden och flödet via Finfo; övergången planeras vara genomförd under fjärde kvartalet 2027. För byggsektorn innebär det att produkt-, miljö- och prisinformation framöver registreras en gång i Validoo och delas standardiserat till handeln.

### 5.3.4 Vilma och Finfo (ersätts av Valido och GS1 fjärde kvartalet 2027)

Vilmastandarden ägs och förvaltas av Byggmaterialhandlarna och reglerar leverantörers krav på produktinformation för att få sälja byggprodukter via svensk byggmaterialhandel. Den består av ett regelverk för artikelinformation och varugruppsindelningen BK04. Tillverkare och leverantörer ansvarar för att registrera och hålla informationen uppdaterad enligt standardens krav. Vilma-data används i byggmaterialhandelns affärssystem och är en förutsättning för att en produkt ska kunna säljas via de stora byggmaterialkedjorna. Tillsammans med GTIN möjliggör BK04 spårbarhet och jämförelse av byggprodukter i upphandling.

Finfo är databasen för artikelinformation inom byggmaterial enligt Vilmastandarden. Innehållet är logistikdata, prisinformation, tekniska egenskaper, dokumentation samt miljö- och klimatdata, kopplat till produkternas GTIN och varugruppskoden BK04. Finfo är därmed en teknisk infrastruktur bakom byggmaterialhandelns affärssystem och e-handel. För projekterande konsulter och inköpare är tillverkarnas produktinformation därmed tillgänglig och sökbar i de system som används i upphandling.

Miljöbedömningar från andra system är kopplade till Finfos artiklar via GTIN.

Byggmaterialhandlarna har beslutat att ersätta Vilma med GS1:s globala standard och datapoolen Validoo; övergången planeras vara genomförd under fjärde kvartalet 2027, varefter flödet via Vilma och Finfo ska upphöra.

### 5.3.5 BEAst

BEAst står för ”Byggbranschens Elektroniska Affärsstandard” och är en förening som tar fram gemensamma standarder och arbetssätt för digital kommunikation i samarbete med nordiska och internationella organisationer. Framför allt fokuseras arbetet på processerna för upphandling, inköp, logistik och fakturering.

BEAst är en överenskommen, branschdriven informationsstandard som gör information maskinläsbar så det kan förmedlas effektivt. Informationsstandarder möjliggör automatisering och minskar på så sätt kostnader och ökar effektivitet. Informationsstandarder ändrar inte vad som rapporteras, utan bara hur det rapporteras.

## 5.4 Miljömärkning och miljöbedömning av byggprodukter

På produktnivå bedöms och redovisas enskilda byggprodukters miljö- och hälsoegenskaper – kemiskt innehåll, emissioner och påverkan i livscykeln – som underlag för materialval i projektering och upphandling. Systemen är av två slag. Miljömärkningar som Svanen och EU Ecolabel är selektiva: en oberoende part fastställer kriterierna, och endast produkter som klarar tröskeln får märket (typ 1 enligt ISO 14024). Bedömnings- och deklarationssystem som BASTA, SundaHus, eBVD och EPD placerar i stället produkten på en skala eller redovisar dess innehåll, utan utmärkelsetröskel. Verifieringen varierar – från leverantörens egendeklaration till oberoende tredjepartsgranskning – vilket skiljer systemens tyngd åt.
Bedömningarna knyts till produktens identitet via GTIN och utgör underlag både i upphandling och i byggnadscertifieringen, där de avgör om materialkraven uppfylls.

### 5.4.1 BASTA

BASTA är ett egendeklarationssystem för bygg- och anläggningsprodukter som drivs gemensamt av IVL Svenska Miljöinstitutet och Byggföretagen. Leverantörer registrerar själva sina produkter och ansvarar för att de uppfyller kriterierna; uppgifterna kvalitetssäkras genom stickprovsvisa revisioner. Kriterierna utgår från REACH och CLP samt Kemikalieinspektionens PRIO-verktyg, och bygger på ämnens egenskaper snarare än namngivna ämneslistor, så att alla ämnen med en viss farlig egenskap fångas oavsett beteckning. Systemet har betygsnivåerna BASTA (begränsar både utfasnings- och riskminskningsämnen) och BETA (enbart utfasningsämnen), samt nivån Deklarerad. Registret är öppet och fritt tillgängligt.

BASTA används för att ställa och verifiera kemikaliekrav i upphandling och projektering, och som underlag vid miljöcertifiering – BETA-nivån motsvarar kravnivån i Miljöbyggnad. Informationen kopplas till andra system i byggmaterialkedjan, exempelvis via eBVD.

### 5.4.2 Byggvarubedömningen

Byggvarubedömningen (BVB) drivs av ekonomisk förening. Tillverkare och leverantörer ansöker om bedömning mot avgift, och BVB:s personal granskar inskickad dokumentation mot kriterier framtagna av en kriteriegrupp med sakkunniga.
Kriterierna baseras på kemikalielagstiftningen REACH och CLP-förordningen samt internationella konventioner för arbetsvillkor, mänskliga rättigheter och anti-korruption. Bedömningen omfattar kemiskt innehåll, livscykelaspekter och sociala kriterier i leverantörskedjan, och produkter klassificeras som Rekommenderas, Accepteras eller Undviks.

BVB används av fastighetsägare och byggherrar för att ställa krav i upphandling och projektering, och som underlag vid miljöcertifiering enligt såväl Miljöbyggnad som BREEAM-SE.
Genom samarbetsavtal med Finfo matchas BVB:s bedömningar på artikelnivå mot Finfos databas för byggmaterial via produkternas GTIN.

### 5.4.3 eBVD

eBVD (elektronisk byggvarudeklaration) är ett standardiserat digitalt format för miljö- och hälsoinformation om byggprodukter. Formatet ägs av Byggmaterialindustrierna, som tillsammans med IVL Svenska Miljöinstitutet äger bolaget som driver systemet – eBVD i Norden AB. Tillverkaren upprättar och ansvarar för deklarationen utan oberoende granskning. Innehållet omfattar kemiskt innehåll, farliga ämnen, miljöpåverkan i livscykeln samt hantering vid rivning och avfall.

Publicerade eBVD:er är fritt sökbara utan inloggning och kan användas som underlag för materialval i tidiga skeden och dokumentation av inbyggda produkter, vid miljöcertifiering enligt såväl Miljöbyggnad som BREEAM-SE. Informationen utgör grund för registrering i andra bedömningssystem, exempelvis BASTA, och kan överföras digitalt mellan eBVD och andra system.

### 5.4.4 EPD

EPD (Environmental Product Declaration) är en standardiserad miljövarudeklaration som redovisar en byggprodukts miljöpåverkan i ett livscykelperspektiv. Den är en typ III-miljödeklaration enligt ISO 14025 och bygger för byggprodukter på EN 15804 som gemensam produktkategoriregel (PCR). Tillverkaren upprättar EPD:n utifrån en livscykelanalys, och en oberoende tredje part verifierar innehållet före publicering.
Boverkets klimatdeklaration tillåter specifika klimatdata i form av en tredjepartsgranskad EPD enligt EN 15804, som alternativ till generiska data ur Boverkets klimatdatabas.

I projekteringen används EPD som produktspecifikt underlag för klimatdeklaration av byggnader och i miljöcertifieringssystem som Miljöbyggnad, BREEAM-SE och LEED. En EPD kan även redovisa uppgifter om kemikalieinnehåll och emissioner, en användning som i dag är begränsad men under utveckling.

### 5.4.5 EU Ecolabel

EU Ecolabel (tidigare EU-Blomman) är EU:s officiella miljömärkning, beslutad av Europeiska kommissionen. Den är en typ 1-märkning enligt ISO 14024, där produkter granskas i ett livscykelperspektiv mot kriterier som omfattar bland annat kemikalieinnehåll och emissioner. I Sverige förvaltas EU Ecolabel av det statligt ägda bolaget Miljömärkning Sverige AB, samma organ som ansvarar för Svanen, på regeringens uppdrag och utan vinst- eller branschintresse.

Byggrelevanta produktgrupper omfattar färg, golvbeläggningar och möbler. För projekterande konsulter fungerar en EU Ecolabel-märkt produkt som underlag vid materialval på samma sätt som Svanen, men spridningen i Sverige är begränsad eftersom Svanen dominerar marknaden. Märkningen saknar motsvarighet till Svanens byggnadscertifiering.

Byggherren initierar certifieringen med stöd av en NollCO2-samordnare, och beräkningarna görs i SGBC:s redovisningsverktyg. En preliminär certifiering ges i projekteringen, medan den slutliga verifieringen sker efter två års drift. EPD används för att redovisa klimatpåverkan från byggmaterial, vilket kopplar systemet till materialval och klimatdeklaration.

### 5.4.6 SundaHus

SundaHus Miljödata är ett miljöbedömningssystem för byggprodukter, drivet av SundaHus i Sverige AB. Tillverkare och leverantörer lämnar dokumentation om produktens innehåll, och SundaHus egna kemister bedömer den mot systemets kriterier. Kriterierna omfattar bland annat kemiskt innehåll, emissioner och avfallshantering och utgår från CLP-förordningen och Kemikalieinspektionens PRIO-verktyg. Produkter klassificeras i fem nivåer där A anger lägst risk. Bedömningarna är fritt sökbara, medan registrering och projektfunktioner kräver licens.

SundaHus används för att välja produkter med låg kemisk risk, dokumentera inbyggda produkter i loggbok och som underlag vid miljöcertifiering enligt såväl Miljöbyggnad som BREEAM-SE, samt i offentlig upphandling.

### 5.4.7 Svanen

Svanen är Nordens officiella miljömärkning, införd av Nordiska ministerrådet 1989 och i Sverige förvaltad av det statligt ägda bolaget Miljömärkning Sverige AB. Märkningen är en typ 1-märkning enligt ISO 14024: kriterierna beslutas av Nordiska miljömärkningsnämnden, oberoende av de företag som licensieras. Tillverkare ansöker mot produktspecifika kriteriedokument med krav på kemikalieinnehåll, emissioner och råvaror, och Miljömärkning Sverige kontrollerar att kraven uppfylls innan licens beviljas.

Svanen finns för byggprodukter som färg, lack och golv samt för hela byggnader. För projekterande konsulter dokumenterar en Svanenmärkt produkt sitt kemikalieinnehåll mot fastställda kriterier och kan användas som underlag vid materialval. Till skillnad från bedömningssystemen BASTA och SundaHus är Svanen en produktmärkning.

### 5.4.8 The International EPD System (Environdec)

The International EPD System är ett globalt program för miljövarudeklarationer (EPD) av typ III enligt ISO 14025 med webbplatsen environdec.com. Programmet drivs av EPD International AB, helägt dotterbolag till IVL Svenska Miljöinstitutet. Programmet är ett av flera EPD-programoperatörers register där produktspecifika klimatdata publiceras.

Programmet är ett av flera EPD-programoperatörers register där produktspecifika klimatdata publiceras. Boverkets klimatdeklaration tillåter specifika klimatdata i form av en tredjepartsgranskad EPD enligt EN 15804, som alternativ till generiska data ur Boverkets klimatdatabas. EPD åberopas även i miljöcertifieringssystem.

## 5.5 Miljöcertifiering av byggnader

För miljöcertifiering bedöms en byggnads miljöprestanda mot ett system av indikatorer – energi, klimatpåverkan, materialval, inomhusmiljö och vatten – som vägs samman till ett samlat betyg. Certifiering är frivillig och initieras vanligen av byggherren tidigt, varefter en oberoende granskare

verifierar dokumentationen innan betyget fastställs. Systemen ägs och förvaltas av nationella, nordiska och internationella organisationer, vilket styr kravnivåer och verifieringssätt.
Materialindikatorerna förutsätter att byggprodukternas innehåll dokumenteras och bedöms, och hänvisar därför till verktyg på produktnivå som BASTA, SundaHus, eBVD och EPD; valet av certifieringssystem avgör vilka av dessa krav som blir bindande i projektet. Information om de system som tillämpas i Sverige finns på Sweden Green Building Councils webbplats, www.sgbc.se.

### 5.5.1 BREEAM-SE

BREEAM-SE är den svenska anpassningen av det brittiska certifieringssystemet BREEAM (BRE Environmental Assessment Method), utvecklat och ägt av Building Research Establishment (BRE). Anpassningen till svenska lagar, standarder och praxis förvaltas av Sweden Green Building Council (SGBC). Byggnaders miljöprestanda bedöms inom indikatorkategorier som energi, materialval, vattenhushållning, inomhusmiljö och föroreningar, och aggregeras till betygsnivåerna Pass till Outstanding.

Byggherren initierar certifieringen och en licensierad assessor registrerar projektet, granskar dokumentationen och tilldelar poäng. Bland de svenska indikatorerna finns krav på fuktsäkerhet och redovisning av farliga ämnen, framtagna för att harmonisera med Miljöbyggnad. BREEAM-SE används främst för nyproducerade byggnader – bostäder, kontor, handel och offentliga lokaler – ombyggnader kan certifieras via en projektunik manual.

### 5.5.2 GreenBuilding (nedlagt)

GreenBuilding (2004–2025) var ett energiklassificeringssystem med fokus på låg energianvändning och energieffektivisering.
Det startade som ett EU-program (2004–2014) för energieffektivisering i bygg- och fastighetssektorn. I Sverige övertog Sweden Green Building Council (SGBC) ansvaret (2010–2025). Certifieringen ställde främst krav på byggnadens energiprestanda. Registrering och certifiering skedde via SGBC:s verktyg Building Green Online (BGO).

SGBC har avvecklat GreenBuilding till förmån för andra system. För projekterande konsulter är systemet därför relevant främst som dokumenterad erfarenhet.

### 5.5.3 LEED

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) är ett internationellt certifieringssystem utvecklat av US Green Building Council (USGBC) och används främst för kommersiella fastigheter med internationella ägare eller hyresgäster. Certifieringen administreras av USGBC och verifieras av en oberoende LEED-assessor.

Byggherren initierar certifieringen och projektteamet dokumenterar uppfyllda krav mot poängsatta kategorier. LEED ställer krav på materialval med låga emissioner och begränsat kemikalieinnehåll, med hänvisningar till certifieringssystem som GREENGUARD Gold och GEV EMICODE. EPD används i LEED för att dokumentera klimatpåverkan från byggmaterial. Den oberoende verifieringen utförs av Green Business Certification Inc.

### 5.5.4 Miljöbyggnad

Miljöbyggnad är ett svenskt certifieringssystem som ägs och förvaltas av Sweden Green Building Council (SGBC), anpassat till svenska byggregler och branschförhållanden. Certifieringen bygger på indikatorer inom energi, inomhusmiljö och material, med betygsnivåerna Brons, Silver och Guld.

Materialindikatorerna omfattar dokumentation och utfasning av farliga ämnen, där kemikalieinnehållet redovisas via bedömningssystem som BASTA, Byggvarubedömningen eller SundaHus.

Byggherren initierar och bekostar certifieringen och redovisar varje indikator i SGBC:s verktyg Building Green Online (BGO). En oberoende granskare bedömer underlaget och SGBC fattar certifieringsbeslutet. Miljöbyggnad är det mest använda miljöcertifieringssystemet för byggnader i Sverige.

### 5.5.5 Miljöbyggnad iDrift

Miljöbyggnad iDrift är ett svenskt certifieringssystem för befintliga byggnader, förvaltat och utvecklat av SGBC (2020). Certifieringen bedömer hur en byggnad presterar i drift och omfattar områdena resurser, skick, klimatpåverkan, inomhusmiljö och utomhusmiljö, med betygsnivåerna Brons, Silver och Guld.

Fastighetsägaren initierar certifieringen med stöd av en certifierad samordnare, och oberoende specialister granskar underlaget. Återcertifiering sker vart tredje år. Systemet riktar sig till fastighetsägare som vill arbeta strukturerat med hållbar förvaltning och följa upp inomhusmiljö och resursanvändning i befintliga byggnader.

### 5.5.6 NollCO2

NollCO2 har utvecklats och förvaltas av Sweden Green Building Council (SGBC) för byggnader med nettonoll klimatpåverkan över hela livscykeln. Det är en tilläggscertifiering som kombineras med en bascertifiering – Miljöbyggnad, BREEAM-SE, LEED

eller Svanen. Systemet beräknar byggnadens klimatpåverkan från material, byggprocess och energianvändning över en period på 50 år.

### 5.5.7 WELL Building Standard

WELL Building Standard är ett certifieringssystem med fokus på inomhusmiljö och människors hälsa, utvecklat och förvaltat av International WELL Building Institute (IWBI). Systemet är organiserat i koncept som luft, vatten, näring (inkluderar pausutrymmen, tillgång till färsk mat och dricksvatten), ljus, rörelse, termisk komfort, ljud, material, sinne (psykiskt välbefinnande och kognitiv hälsa) och samhälle. Den oberoende verifieringen utförs av Green Business Certification Inc.

Byggherren initierar certifieringen och projektteamet dokumenterar uppfyllda krav, varefter en preliminär granskning följs av prestandaverifiering i den färdiga byggnaden. Materialkonceptet ställer krav på att farliga ämnen och emissioner från byggprodukter begränsas och redovisas.
För projekterande konsulter knyter WELL materialval direkt till hälsoeffekter för byggnadens brukare, vilket skiljer det från system med primärt energi- eller klimatfokus.

## 5.6 Klassificering och beskrivning i byggprocessen

I bygghandlingar beskrivs material, produkter och utförande genom flera sammankopplade system som ger en gemensam terminologi och struktur för projektering, upphandling och produktion.

Klassifikationssystem som BSAB och CoClass delar in den byggda miljön i byggdelar, system, utrymmen, egenskaper och aktiviteter. Beskrivningssystemet AMA ger föreskrivande texter och regler för hur krav på material, utförande, mätning och administrativa villkor formuleras.

Bygghandlingarna konkretiserar projektets materialval mot krav från lagstiftning, bedömningssystem, certifieringssystem och avtalsvillkor (AB 04, ABT 06 etc.).

### 5.6.1 AMA-systemet

AMA (Allmän material- och arbetsbeskrivning) är en referensserie för upprättande av tekniska beskrivningar i bygg- och anläggningsentreprenader, utgiven och förvaltad av Svensk Byggtjänst. Serien omfattar AMA Hus, AMA Anläggning, AMA VVS & Kyla, AMA EL och AMA AF (administrativa föreskrifter), RA (råd och anvisningar) samt MER (Mät-och ersättningsregler) och innehåller färdiga kravtexter för material, utförande och färdigt resultat.

**AMA**
Koderna och rubrikerna bygger på klassifikationssystemet BSAB 96. Nya utgåvor publiceras vart tredje år, t.ex. AMA Hus 24 och AMA Anläggning 23; mellan utgåvorna publiceras ändringar i AMA-nytt två gånger per år.

Den tekniska beskrivningen för ett projekt hänvisar till AMA-koder och rubriker, varvid AMA-texten under den åberopade koden gäller som föreskrift i projektet, förutsatt att en specifik utgåva anges i de administrativa föreskrifterna.

**RA AMA**
För till exempel AMA Hus är RA Hus (Råd och anvisningar till AMA Hus) vägledningsverk. Verket följer AMA Hus indelning och kodstruktur. Det ger råd om hur AMA-koderna används och när de behöver kompletteras med projektspecifika uppgifter. För respektive kod anges aktuella materialval, utföranden och kontroller. RA Hus är tolkningshjälp till AMA-koden och läses vid sidan av AMA Hus.

**AMA AF**
AMA AF (administrativa föreskrifter) används för att upprätta administrativa föreskrifter i bygg-, anläggnings- och installationsentreprenader, och är kontraktsverktyget som binder produktbedömningarna till projektet. AMA AF reglerar kontraktsvillkor, ansvar och krav på dokumentation samt innehåller färdiga kravtexter för upphandlingsföreskrifter, entreprenadföreskrifter etc. och kompletteras av råd och anvisningar (RA).

**MER – Mät- och ersättningsregler**
MER Hus (Mät- och ersättningsregler för hus) är ett regelverk för mätning och ersättning av husbyggnadsarbeten. Verket ger enhetliga regler för uppmätning av utfört arbete och utgör underlag för mängdförteckningar i förfrågningsunderlag.
Det ligger också till grund för reglering av reglerbara mängder och av ändrings- och tilläggsarbeten (ÄTA). MER Hus tillämpas tillsammans med AMA Hus och RA Hus vid upphandling av husbyggnadsentreprenader. Regelverket åberopas i förfrågningsunderlaget och blir genom hänvisning bindande i entreprenadavtalet, som ingås enligt AB 04 eller ABT 06.

### 5.6.2 CoClass och BSAB

BSAB 96 är ett äldre klassifikationssystem för byggnadsdelar, förvaltat av Svensk Byggtjänst. Systemet delar upp byggnadsverket i enskilda delar som yttervägg, betongplatta, fönster etc. AMA och flera andra tillämpningar bygger på BSAB 96, men systemet ersätts successivt av CoClass, exempelvis för BIM.

CoClass är ett klassifikationssystem för byggnader och täcker hela byggnadsverkets livscykel – från program och projektering till produktion, förvaltning och rivning. Systemet har

fokus på objekt – ett ventilationssystem, en dörr, ett våningsplan – snarare än på enskilda byggmaterial. Exempel på indelning är CoClass material och resurs-tabell som innehåller både rena och sammansatta material. Enstaka formade produkter finns också, t.ex. gipsskiva.

CoClass är den svenska tillämpningen av SS-ISO 12006-2 (ramverk för klassificering) och IEC/ISO 81346 (referensbeteckningar), CoClass är utvecklat för digital informationshantering och används i BIM-modeller, CAD-filer och tillgångsförvaltning. Arkitekter, entreprenörer och förvaltare arbetar med samma begrepp i alla skeden, vilket minskar missförstånd och fel i informationsutbytet.

En ny tabell i CoClass är *Material och resurser* som utgår ifrån råmaterialet till byggmaterialet. I CoClass finns det också tabell för egenskaper (kulturella och materiella).

### 5.6.3 SIS Bygghandlingar (ersätter Bygghandlingar 90)

SIS Bygghandlingar är de svenska rekommendationerna för utformning av enhetliga och ändamålsenliga bygghandlingar, förvaltade av (SIS). Innehållet är samlat i åtta delar som täcker redovisningsformer, redovisningsteknik, mått, hus, installationer, ombyggnad, anläggning och digitala leveranser, och uppdateras löpande.
Tjänsten lanserades 2022 och bygger på den tidigare handboksserien Bygghandlingar 90.

SIS Bygghandlingar ger stöd vid upprättande av ritningar och bygghandlingar för att redovisning av byggprojekt ska följa en gemensam form, och tillämpas tillsammans med AMA och övriga referensverk.

## 5.7 Metoder för emissionsprovning och inomhusmiljö

Emissioner av flyktiga organiska ämnen (VOC) och semi-flyktiga organiska ämnen (SVOC) från byggprodukter anses vara viktiga faktorer för inomhusmiljöns kvalitet. Standardiserade provningsmetoder, bedömningssystem och klassificeringar används för att mäta, bedöma och jämföra emissioner från byggprodukter. I Sverige saknas nationella emissionsgränsvärden – Kemikalieinspektionen (2015a) konstaterade att Sverige i princip bara hade en specifik regel på området: formaldehydemission från träbaserade skivor.

### 5.7.1 ISO 16000-serien

ISO 16000-serien är den internationella standardserien för inomhusluftkvalitet, framtagen av ISO/TC 146 Air quality, subkommitté SC 6 Indoor Air med sekretariat hos DIN i Tyskland. Serien omfattar cirka 46 delar och täcker provtagning, mätmetoder och analysförfaranden för föroreningar och parametrar i inomhusluft. Centrala delar är ISO 16000-3 (formaldehyd), 16000-6 (VOC via Tenax-sorbent och gaskromatografi), 16000-9 (provkammarmetod för byggprodukters emissioner), 16000-11 (provtagning) och 16000-28 (sensorisk lukttestning). Övriga delar behandlar mögel, asbest, PCB, partiklar och ventilation. ISO 16000-serien används som metodisk grund vid emissionsprovning av byggprodukter. EN 16516 bygger på flera delar i serien, framför allt 16000-9 och 16000-11 för provkammarmetodiken samt 16000-6 för VOC-analys. Även finska M1 och franska VOC-märkningen hänvisar till ISO 16000. Standarderna är inte legalt bindande i Sverige men anges som referensmetodik vid ackrediterad provning och i miljöcertifieringssystem.

### 5.7.2 EN 16516

SS-EN 16516:2017+A1:2020 *Bygg- och anläggningsprodukter - Bedömning av avgivning av farliga ämnen - Bestämning av emissioner till inomhusluft* är en europeiska referensstandard för bestämning av emissioner av farliga ämnen från byggprodukter till inomhusluft. Standarden tillämpas på VOC, SVOC, flyktiga aldehyder och flyktiga diisocyanater. För byggprodukter vars harmoniserade produktstandard omfattar VOC ska emissioner redovisas i prestandadeklarationen och CE-märkningen.

### 5.7.3 EPD med kompletterande emissionsdata

EPD (Environmental Product Declaration) är en standardiserad miljövarudeklaration som primärt redovisar klimatpåverkan i ett livscykelperspektiv. EPD kan kompletteras med emissionsdata för VOC och farliga ämnen, men funktionen som emissionsverktyg är begränsad om sådan data inte redovisas. EPD används primärt för klimatdeklaration av byggnader och som underlag i miljöcertifieringssystem.

### 5.7.4 EU-LCI-värden

EU-LCI-värden (Lowest Concentration of Interest) är harmoniserade europeiska referensvärden för enskilda VOC-ämnen, utvecklade av EU-LCI Working Group i samarbete med Joint Research Centre på mandat från EU-kommissionen sedan 2015. Värdena är inte legalt bindande utan används som vetenskapligt baserade referenser vid tolkning av provningsresultat.

### 5.7.5 Finsk M1-klassificering

M1-klassificering är ett finskt frivilligt system för byggprodukter och möbler, utvecklat av Finnish Society of Indoor Air Quality and Climate och idag administrerat av Building Information Foundation RTS. Klassificeringen tilldelas i två huvudnivåer – M1 (lägst emission) och M2. Provning sker enligt EN 16516 kompletterad med lukttestning enligt ISO 16000-28 och utförs av oberoende laboratorium.

### 5.7.6 Fransk VOC-märkning

Den franska VOC-märkningen (Décret n° 2011-321) är obligatorisk för byggprodukter, vägg- och golvbeläggningar samt färg och lack på den franska marknaden sedan 2012/2013.
Produkter klassificeras i fyra nivåer (A+, A, B, C) baserat på emissioner av 10 specificerade substanser och TVOC. Märkningen är en egendeklaration där tillverkaren ansvarar för riktigheten.

### 5.7.7 Tyska AgBB-schemat

AgBB-schemat är det tyska federala bedömningsschemat för VOC-emissioner från byggprodukter, framtaget av kommittén AgBB (Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten) under Umweltbundesamt.
Schemat utvärderar VVOC, VOC och SVOC baserat på provning enligt EN 16516 och tillämpas i Tyskland som referens för byggprodukters lämplighet inomhus.

## 5.8 Verktyg för demontering, återbruk och återvinning

Slutskedet (C1–C4) i en byggnads livscykel omfattar demontering, rivning och omhändertagande av material. Äldre byggnader innehåller ämnen som inte längre är tillåtna att bygga in med exempel som asbest, PCB, bly, kvicksilver, kadmium och vissa PFAS-ämnen. Deras förekomst avgör hur en byggnad demonteras och hur materialen hanteras efteråt: om de kan återbrukas, återvinnas eller måste tas om hand som farligt avfall.

EU reglerar området genom avfallsramdirektivet, som fastställer avfallshierarkin, POPs-förordningen, som styr de farligaste långlivade ämnena, och SCIP-databasen, som samlar uppgifter om farliga ämnen i varor. Myndigheterna reglerar nationellt: plan- och bygglagen kräver kontrollplan vid rivning, avfallsförordningen och Naturvårdsverkets vägledning styr klassificeringen, och Arbetsmiljöverkets föreskrifter (AFS 2023:13) reglerar arbetet med farliga material.

Svenska myndigheter reglerar materialhanteringen vid rivning och ombyggnad inom de ramar EU sätter – hur material klassificeras och därmed vad som kan återföras till kretsloppet och vad som tas om hand som farligt avfall.

Branschen svarar med vägledningar och verktyg för att kartlägga innehåll och hantera avfallet enligt avfallshierarkins prioritetsordning, där farligt avfall hanteras särskilt.

### 5.8.1 Bygg- och fastighetsbranschens verktyg

Branschen har tagit fram vägledningar och digitala verktyg som stöd för inventering, avfallshantering och återbruk. Några beskrivs kort nedan.

**Byggåterbruksguiden**
Byggåterbruksguiden är en vägledning för återbruk av byggprodukter i bostäder, framtagen av Avfall Sverige och IVL Svenska Miljöinstitutet.
Guiden riktar sig framför allt till privatpersoner och beskriver hur byggprodukter kan återbrukas i stället för att bli avfall. Den behandlar vilka produkter som lämpar sig för återbruk och hur de bedöms och hanteras.

**CCBuilds inventeringsverktyg**
CCBuilds inventeringsverktyg är ett digitalt verktyg för inventering och märkning av byggvaror, inredning och möbler inför återbruk. Det är en del av plattformen CCBuild, från Centrum för cirkulärt byggande (CCBuild).

**Palats**
Palats är en digital plattform och mobilapp för inventering, hantering och återbruk av byggmaterial, inredning och möbler. Plattformen drivs av företaget Higate, en startup med ursprung i Chalmers Ventures.

Material inventeras direkt i mobilen och förses med uppgifter om skick, ålder och mängd, ofta märkta med QR-kod. Plattformen visar klimatpåverkan och ekonomiskt värde för det inventerade, med klimatdata från Boverket och finska SYKE. Palats används för att synliggöra vad som redan finns inför flytt, ombyggnad och rivning. Internt återbruk kan kopplas samman i kluster, där flera organisationers marknadsplatser delar information. palats.io.

**Resurs- och avfallsriktlinjer vid byggande och rivning**
Resurs- och avfallsriktlinjer vid byggande och rivning är en branschvägledning som förvaltas av Byggföretagen (2025b). Den tolkar de centrala begreppen i miljöbalken (och avfallsförordningen) – avfall, farligt avfall och biprodukt – för bygg- och rivningsverksamhet.

Riktlinjerna går på flera punkter längre än lagstiftningens miniminivå. Dokumentet med bilagor är fritt tillgängligt via byggforetagen.se.
Riktlinjerna används som underlag för

materialinventering, källsortering och hantering av farligt avfall, inklusive POP-avfall.

Bland bilagorna finns FA-listan, en uppslagslista för den som inventerar. Den kopplar byggmaterial och byggdelar till farliga ämnen och farligt avfall, och tar även upp material som kräver särskild uppmärksamhet eller är svårt att klassificera.

Söklistan visar, för material och produkter som uppstår vid rivning eller utbyte, hur de ska hanteras – vilken avfallsfraktion de hör till, om de är farligt avfall, och hur de sorteras och tas om hand.

**Återbruksinventering i praktiken**

Återbruksinventering i praktiken är en flerstegsguide för inventering av byggnader inför återbruk, framtagen inom Centrum för cirkulärt byggande (CCBuild). Guiden bygger på erfarenheter från fastighetsägare och förvaltare och leder genom inventeringen i steg, från förberedande kunskapssamling och mål till genomförande och uppföljning. Den ger checklistor och rutinöversikt och rekommenderar digitala inventeringsverktyg som CCBuild eller Palats. Insatsen anpassas efter projektets komplexitet och syftar till att identifiera vad i byggnaden som kan återbrukas.

Produkter registreras med uppgifter om skick och egenskaper och märks med QR-kod, så att en fysisk produkt kopplas till en digital. Det inventerade samlas i organisationens produktbank, som ger sökbarhet och nyckeltal för klimatbesparing vid återbruk. Verktyget används för att kartlägga inbyggda varor inför ombyggnad eller rivning och för att hålla ordning på material i förråd och depåer. Produkterna kan publiceras på CCBuilds marknadsplats. ccbuild.se.

# 6 Byggmaterial - risker för hygien, hälsa & miljö

## 6.1 Byggmaterial och folkhälsa

Byggmaterial utgör en viktig, men ibland underskattad, faktor i det förebyggande folkhälsoarbetet. Materialens kemiska sammansättning, emissionsprofil, fuktegenskaper, slitstyrka och rengörbarhet påverkar både inomhusmiljön och den yttre miljön. Att bedöma och riskvärdera byggmaterial och deras egenskaper bör därför omfatta hela livscykeln: råvaruutvinning, produktion, byggskede, brukstid, renovering, rivning och avfallshantering.

Ur hälsosynpunkt är inomhusexponering särskilt betydelsefull. Byggprodukter kan avge flyktiga organiska ämnen, formaldehyd, mjukgörare, flamskyddsmedel, isocyanater, partiklar och fibrer. I äldre byggnader kan även material innehålla asbest, bly, kadmium, PCB eller andra särskilt farliga ämnen. Exponering kan ske via inandning, hudkontakt eller damm, och kan medföra risk för irritation i luftvägar och slemhinnor, allergiska reaktioner, hormonstörande effekter eller långsiktiga toxiska effekter beroende på ämne, halt och exponeringstid.

Fukt är en central riskfaktor. Material som inte är anpassade till byggnadens fuktbelastning kan bidra till mikrobiell tillväxt, mögel, bakterier och kemisk nedbrytning. Detta kan försämra luftkvaliteten och är särskilt relevant i lokaler där barn, äldre, sjuka eller andra känsliga grupper vistas.
Fuktsäkra konstruktioner, kontrollerade byggprocesser och material med dokumenterade egenskaper är därför grundläggande skyddsåtgärder.

Hygienaspekten är särskilt viktig i vårdmiljöer, skolor, förskolor, livsmedelslokaler och andra offentliga miljöer. Ytskikt och inredningsmaterial bör tåla rengöring och desinfektion utan att brytas ned, spricka eller bli porösa. Materialval som försvårar städning, binder damm eller möjliggör biofilmsbildning kan öka den indirekta risken för smittspridning och exponering för allergen eller mikrobiella komponenter.

Miljömässigt kan byggmaterial bidra till klimatutsläpp, resursuttag, avfallsmängder och spridning av farliga ämnen till mark, vatten och kretslopp. Ett systematiskt riskperspektiv bör därför väga samman kemikalieinnehåll, emissioner, klimatpåverkan, beständighet, återbrukbarhet och möjligheten till säker materialåtervinning.
Bristfällig dokumentation av innehåll och ursprung försvårar tillsyn, riskbedömning och cirkulära materialflöden.

Sammantaget bör byggmaterial betraktas som en folkhälsofråga, inte enbart som en teknisk eller ekonomisk fråga. Särskild hänsyn bör tas till långvarig lågdos-exponering och till grupper med ökad sårbarhet. Målet bör vara byggnader som samtidigt skyddar människors hälsa, möjliggör god hygien och minimerar negativ miljöpåverkan över tid.

## 6.2 Forskningslitteracitet – förmågan att värdera forskning om exempelvis hälsa och innemiljö

Forskningslitteracitet innebär förmågan att förstå, värdera och använda vetenskaplig kunskap på ett kritiskt och ändamålsenligt sätt. Det handlar inte enbart om att kunna läsa forskningsartiklar, utan också om att förstå hur forskning produceras, vilka metoder som används, hur osäkerhet hanteras och hur enskilda studier bör tolkas i relation till det samlade kunskapsläget.

Inom området innemiljö och hälsa är forskningslitteracitet särskilt viktig, eftersom sambanden ofta är komplexa och många rikt- och gränsvärden saknas. Människors hälsa kan påverkas av många faktorer samtidigt, till exempel ventilation, fukt, mikrobiell tillväxt, kemiska emissioner, partiklar, temperatur, buller, ljusmiljö, socioekonomiska förhållanden och individuell känslighet. Därför kan en enskild studie sällan ge ett fullständigt svar på om, hur eller i vilken grad en viss innemiljöfaktor påverkar hälsan.

En central del av forskningslitteracitet är att förstå att olika typ av forskning kan bidra mer eller mindre starkt till vetenskaplig konsensus. Studier med robust design, tydligt definierade exponeringar, relevanta hälsoutfall, tillräckligt stora populationer och kontroller för störande faktorer (bias) bidrar mer till kunskapsläget än studier med svagare metodik eller begränsad generaliserbarhet. Systematiska översikter, metaanalyser och återkommande resultat från oberoende forskargrupper väger vanligtvis tyngre än enstaka studier.

Det är också viktigt att skilja mellan vetenskaplig osäkerhet och avsaknad av risk. Att forskningen inte är helt entydig betyder inte nödvändigtvis att en exponering är ofarlig. Inom folkhälsa och miljömedicin måste beslut ofta fattas trots osäkerhet, särskilt när känsliga grupper som barn, äldre eller personer med astma och allergi kan påverkas. Här blir försiktighetsprincipen och förebyggande riskhantering avgörande komplement till det vetenskapliga evidensläget.

## 6.3 Exponering

Definitionerna i CLP-förordningen använder termen akut för exponering för enstaka doser eller korttidsexponering, vilket skiljer från kronisk

(återkommande och långvarig) exponering. Exponering för kemiska ämnen i innemiljön kan ske från luft, material och damm och genom inandning, upptag genom hud eller genom ofrivilligt intag av damm.

Den huvudsakliga exponeringsvägen beror på ämnets fysikalisk-kemiska egenskaper vilka styr fördelningsjämvikten mellan luft, partiklar och ytor. VOC finns exempelvis främst i luft, medan SVOC finns fördelat i högre grad mellan luft och adsorberat till partiklar, något som påverkas av bland annat relativ fuktighet och temperatur.

De olika exponeringsvägarna leder till olika typer av toxisk effekt, då det i grunden handlar om hur ämnen tas upp, hur snabbt de når blodet, och vilka organ som utsätts. Exponeringen ökar också med vistelsetiden. Ju längre tid och ju fler tillfällen då exponering sker desto större är risken för att utveckla besvär.

### 6.3.1 Exponering via luftvägarna

Om exponering sker genom luftvägarna kan föroreningarna nå direkt ut i blodbanan, eller till och med till hjärnan via luktnerverna. Gasformiga ämnen och små partiklar kan nå blodbanan via alveolerna. Ultrafina partiklar kan passera direkt till blodet och hjärnan. Partikelföroreningar innebär därför en hög belastning på hjärta och kärl. Dessa kan också orsaka oxidativ stress och lokal irritation (hosta, astma, inflammation). Ämnen som går direkt ut i blodet kan ge en snabb systemisk effekt.

### 6.3.2 Exponering via huden

Miljöexponering via huden innebär att ämnen i omgivningen tas upp genom huden eller påverkar hudens yta. Det kan handla om kemikalier och föroreningar i luft, vatten, eller damm.
Huden fungerar som en viktig skyddsbarriär, men vissa ämnen kan tränga igenom, särskilt om huden är skadad, torr eller långvarigt utsatt. Hur stor exponeringen blir beror på ämnets egenskaper, koncentration, kontakttid och hudens skick. Vanliga effekter kan vara irritation, allergiska reaktioner eller eksem, men vissa ämnen kan också tas upp i kroppen och påverka andra organ.

### 6.3.3 Exponering via förtäring

Miljöexponering via ofrivillig förtäring innebär att en person får i sig ämnen från sin omgivning utan att medvetet äta eller dricka dem. I inomhus- och arbetsmiljö kan detta till exempel ske genom att damm, partiklar, kemikalierester, mikroorganismer eller andra föroreningar från ytor, material eller arbetsprocesser hamnar på händerna och sedan förs vidare till munnen. Exponeringen kan även ske indirekt via livsmedel, dryck, arbetsredskap, skyddsutrustning eller andra föremål som hanteras i miljön.

I arbetsmiljöer är ofrivillig förtäring särskilt relevant vid arbete där damm, pulver, aerosoler, kemikalier eller biologiskt material förekommer, till exempel i städning, avfallshantering eller bygg- och renoveringsmiljöer. Även i vanliga inomhusmiljöer kan intag av förorenat damm vara en möjlig exponeringsväg, särskilt om ventilation, städning eller hygienrutiner är bristfälliga.

Denna exponeringsväg är viktig att beakta vid riskbedömningar, eftersom ämnen som inte främst inandas ändå kan tas upp i kroppen via mag-tarmkanalen.

### 6.3.4 Inverkan på exponering

De hälsomässiga konsekvenserna av miljöexponering beror på många parametrar.
Dels beror effekten på individen som exponeras, t.ex. personens genetiska känslighet, ålder och befintligt hälsotillstånd, tidigare exponeringar (kumulativ belastning) och livsstilsfaktorer.
Dels beror det också på vilket ämne man exponeras för, i vilken koncentration och under hur lång tid. Dessutom kan det finnas synergistiska effekter mellan olika ämnen som gör att deras effekter tillsammans förstärks och blir större än varje effekt för sig. Dessutom finns psykosociala och organisatoriska faktorer, dvs. hur man upplever att man har kontroll över sin miljö, stress, arbetsbelastning och social miljö. Även andra miljöparametrar, så som ljud, ljus och klimat inverkar.

### 6.3.5 Känslighet

Vissa människor känner inte alls av besvär som kopplas till innemiljön. Andra upplever få/lite symtom och en del individer uppvisar stora besvär.
Redan påverkade individer, som allergiker och personer med astma, är extra känsliga, men det kan drabba även personer utan extra känslighet. Barn är generellt känsligare än vuxna då barn exponeras mer än vuxna på grund av nära kontakt med t.ex. golv eller förtäring av damm. Barns lägre kroppsvikt ger också en högre koncentration av kemikalier i kroppen vid ett visst intag.

### 6.3.6 Rapportering av hälsopåverkan

Det är lättare att övervaka och ha ett rapporteringssystem för att fånga upp besvär som upplevs av vuxna. Barn har oftare svårare att definiera sina besvär och det kan vara ännu svårare att sätta de upplevda symptomen i samband med den miljö man vistats i under dagen. Det kan vara svårt som det är, då de upplevda symptomen i vissa fall kan uppträda timmar efter att man vistats i den miljö som man reagerar på. I andra fall uppträder

hälsobesvären åratal efter exponering. Med andra ord kan besvär förekomma till följd av att personer, barn och vuxna, vistats i byggnader men det kommer inte till kännedom. Problemen kan då underskattas.

### 6.3.7 Typ av toxicitet

Faroklassificeringen för hälsopåverkande ämnen i byggnader inkluderar kronisk och akut toxicitet genom exponering via inandning, hudkontakt och oralt intag.

Kronisk toxicitet är till exempel ämnen som orsakar cancer eller astma. Akut toxicitet är ämnen som orsakar en omedelbar reaktion – efter timmar snarare än månader och år. Dessa senare effekter kan vara övergående, dvs. släpper och symptomen försvinner.

Toxiska ämnen har olika målorgan. De kan vara giftiga för kroppens reningsorgan, så som lever och njurar (hepatotoxiskt och nefrotoxiskt). De kan också vara cytotoxiska (cellgiftiga), neurotoxiska (nervgiftiga), kardiotoxiska (giftiga för hjärtat) eller på olika sätt reproduktionstoxiska, dvs. påverka fertilitet, fortplantningsorgan, hormonella funktioner och fosterutveckling. Det finns också ämnen som är mutagena, dvs. orsakar mutationer i DNA, och som därmed är cancerframkallande.

Inom varje typ av toxicitet, t.ex. beskrivna ovan, finns underrubriker av mer specifika typer av toxicitet. Bland reproduktionstoxiska termer finns till exempel termerna teratogen (orsak till fosterskador), embryotoxisk (skadlig för embryot), fetotoxisk (skadlig för fostret) och gonadotoxisk (skadlig för könskörtlarna).

Det finns också toxiska ämnen som modifierar eller påverkar balansen av exempelvis hormoner eller immunsystem. Bioackumulerande ämnen (ofta persistenta organiska ämnen, typ PCB) kan vara reproduktionstoxiska eller hormonstörande. Andra ämnen kan vara allergiframkallande (luftsvägs-sensibiliserande) eller immunomodulerande.

## 6.4 Hälsopåverkan av material i ett bredare perspektiv

### 6.4.1 Miljöpsykologi

Miljöpsykologi handlar om samspelet mellan människor och den fysiska miljön. För ämnet byggprodukter och byggmaterial blir miljöpsykologi relevant eftersom materialval inte bara påverkar tekniska egenskaper, klimatpåverkan och kemisk exponering, utan också hur människor upplever, använder och mår i en byggd miljö.

I inomhusmiljö kan byggprodukter och material påverka flera psykologiskt viktiga faktorer, till exempel hur rummet upplevs visuellt, taktilt och akustiskt. Material kan också påverka känslan av trygghet, renhet, kvalitet, kontroll och välbefinnande. Materialens färg, struktur, ljusreflektion, lukt, ljuddämpande förmåga och associationer kan påverka hur behaglig eller stressande en miljö upplevs. Trä, textilier, sten, metall, plast och målade ytor kan alla ge olika upplevelser, även när de tekniskt sett fyller samma funktion.

En viktig aspekt är perception, alltså hur människor tolkar sin omgivning med hjälp av sinnena. Ett material kan uppfattas som naturligt, varmt och tryggt, eller som kallt, hårt och institutionellt. Sådana upplevelser kan påverka hur människor trivs i exempelvis bostäder, skolor, vårdmiljöer och arbetsplatser. Även om upplevelsen är subjektiv kan den ha praktisk betydelse för koncentration, återhämtning, stressnivåer och socialt beteende.

Miljöpsykologi är också relevant vid diskussioner om hälsoupplevelse och oro. Vissa byggprodukter kan förknippas med emissioner, lukt, fuktproblem, mögel, damm eller kemiska ämnen. Även när halterna ligger under riktvärden kan upplevd lukt, irritation eller osäkerhet påverka människors trygghet och tillit till miljön. Därför är tydlig dokumentation kring materialens egenskaper viktiga, inte bara ur teknisk synvinkel utan även för den psykosociala arbets- och boendemiljön.

Materialval kan dessutom påverka kontroll och användbarhet. Ytor som är lätta att rengöra, underhålla och förstå skapar ofta en känsla av ordning och trygghet. I arbetsmiljöer kan material som minskar buller, bländning, dammsamling eller obehaglig lukt bidra till bättre arbetsförhållanden. I skolor och vårdmiljöer kan materialval stödja orienterbarhet, lugn och återhämtning.

Ett annat viktigt område är hållbarhetsupplevelse. Människor reagerar inte bara på faktisk miljöprestanda, utan också på hur hållbar en produkt uppfattas vara. Biobaserade, återbrukade eller lågemitterande material kan bidra till positiva värden som ansvarstagande och framtidstro, men bara om de samtidigt upplevs som säkra, funktionella och estetiskt acceptabla. Om ett material uppfattas som smutsigt, provisoriskt eller osäkert kan acceptansen minska, även om materialet har god miljöprofil.

### 6.4.2 Neuroarkitektur

Neuroarkitektur är ett tvärvetenskapligt forskningsområde som undersöker hur den byggda miljön påverkar hjärnans processer, fysiologiska reaktioner, beteenden och upplevt välbefinnande. Området förenar kunskap från arkitektur, neurovetenskap, psykologi, medicin, miljöforskning och design för att bättre förstå hur rumsliga och

materiella egenskaper påverkar människans funktion i vardagen.

Syftet med neuroarkitektur är att utveckla mer evidensbaserade principer för hur byggnader och inomhusmiljöer kan utformas för att stödja hälsa, återhämtning, kognition, orienterbarhet och socialt fungerande. Värdet ligger i att området kan bidra med ett mer människocentrerat beslutsunderlag vid planering, materialval och utformning av miljöer där människor vistas under lång tid, exempelvis bostäder, skolor, vårdmiljöer och arbetsplatser.

Byggprodukters och materials egenskaper bidrar till den samlade sensoriska exponeringen i en miljö. Ytskikt, golv, väggmaterial, tak, inredningsmaterial och tekniska produkter påverkar bland annat ljudmiljö, ljusfördelning, taktila intryck, lukt, visuell komplexitet och rumslig läsbarhet. Dessa faktorer kan i sin tur påverka kognitiv belastning, stressreglering, uppmärksamhet, återhämtning och upplevd kontroll.

Till exempel är materials visuella egenskaper betydelsefulla. Materialens färg, glansgrad, mönster, kontraster och reflektans påverkar hur ljus fördelas i rummet och hur miljön uppfattas. Starka kontraster, bländning, visuellt brus eller mycket komplexa mönster kan öka sensorisk belastning, medan väl avvägda material- och färgval kan bidra till orienterbarhet, förutsägbarhet och upplevt lugn. Detta är särskilt relevant för personer med ökad sensorisk känslighet, exempelvis barn, äldre personer, personer med stressrelaterad ohälsa eller neuropsykiatriska funktionsvariationer.

Ur ett materialperspektiv är även lukt och emissioner viktiga. Flyktiga organiska ämnen, lukt från lim, färger, golv, isolering eller andra byggprodukter kan påverka både faktisk exponering och upplevd hälsa. Även vid låga halter kan lukt eller osäkerhet kring materialens innehåll påverka riskuppfattning, trygghet och tillit till miljön. Neuroarkitektur belyser med andra ord hur kemiska och sensoriska egenskaper kan samverka med fysiologiska och psykologiska responser.

Sammanfattningsvis innebär ett neuroarkitektoniskt perspektiv på byggprodukter och material att materialval analyseras utifrån hur de bidrar till den samlade sensoriska, kognitiva och fysiologiska belastningen i en miljö. Forskningsområdets kompletterar traditionella tekniska och miljömässiga bedömningar med kunskap om hur byggda miljöer påverkar människors hälsa, beteende och funktionsförmåga. För inomhus- och arbetsmiljöer innebär detta att byggprodukter inte enbart bör väljas utifrån prestanda, kostnad och miljökrav, utan också utifrån deras betydelse för människors långsiktiga välbefinnande och möjlighet att fungera väl i miljön.

## 6.5 Hälsofaror & byggprodukters olika egenskaper

Kemiska, fysikaliska och biologiska egenskaper hos byggprodukter och hur dessa samverkar i användningsmiljön under hela livscykeln är av stor betydelse för människors hälsa.

### 6.5.1 Informationskrav och kemikaliesäkerhetsbedömning

Kemiskt innehåll i byggprodukter är en parameter som används för att hantera risker och hälsofaror. För byggprodukter pekar CPR på lagkraven om kemikaliesäkerhet i REACH och CLP.
Vid bedömning av kemikaliesäkerhet ska all data samlas in:

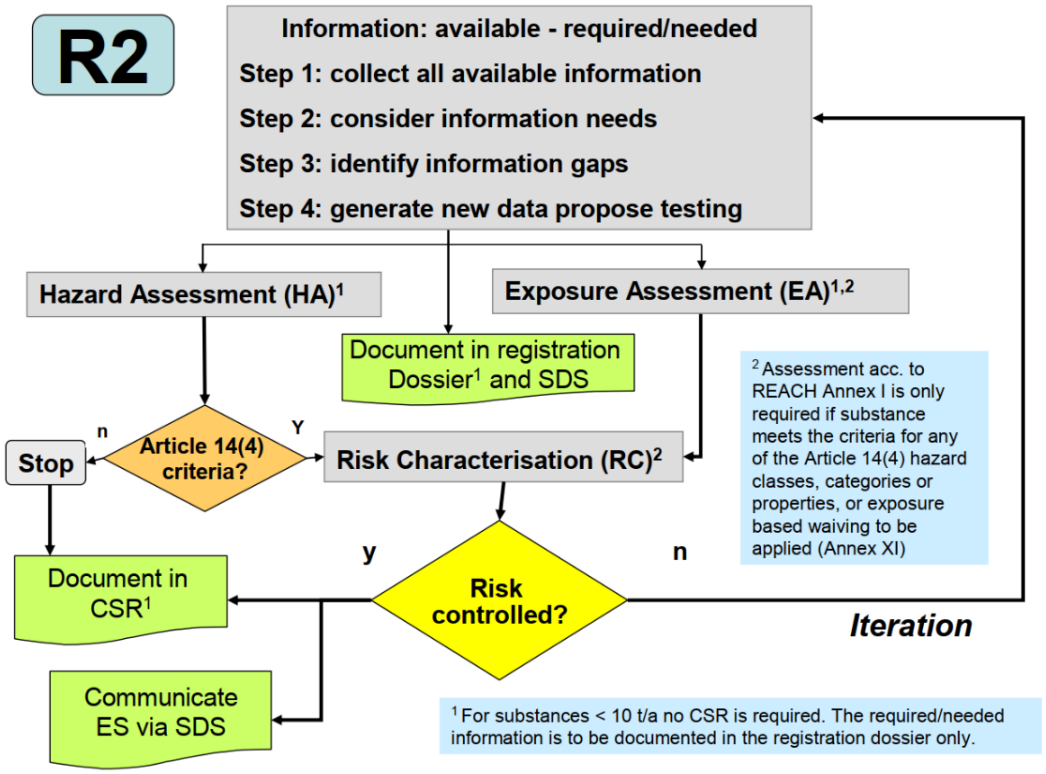
- Fysikaliska och kemiska egenskaper
- Analyser för kvalitativ och kvantitativ bestämning av kemiska ämnen
- Toxikologiska egenskaper
- Ekotoxikologiska egenskaper
- Testdata, modelleringsdata, read-acrossdata, datakvalitet
- Övriga data om farliga egenskaper hos ingående kemiska ämnen och material.

Användning och exponeringsvägar, i både yrkesmässigt och annat bruk, och i byggproduktens hela livscykel ska redovisas, inklusive tillverkningsprocesserna, tider, mängder, koncentrationer, transporter, lagring, bearbetning och avfallshantering.

Från underlaget bedöms därefter vilka krav på data om toxikologi och ekotoxikologi som föreligger och om datadossiern är komplett. Om ingående kemiska ämnen eller faroklasser identifierats som att risk för att allvarliga skador kan uppkomma krävs viss typ av obligatoriska data. Datadossiern behöver dock inte vara helt komplett med samtliga parametrar så länge de mest kritiska data som krävs för kemikaliesäkerhetsbedömningen finns tillgängliga och är av tillräckligt god datakvalitet enligt Klimisch poängsystem (enligt bilaga III till REACH).

Först när alla nödvändiga data som krävs har genererats genomförs en kemikaliesäkerhets-bedömning med faroklassificering och riskkaraktärisering. I de fall då uteslutningskriterier uppfyllts så inträder förbud mot fortsatt användning. I de fall då riskerna är acceptabla och kan kontrolleras kan användning godkännas och kommuniceras genom information i säkerhetsdatablad.

Det systematiska arbetsflödet enligt kraven i REACH illustreras i figur 6.1.




Figur 6.1 Schematisk bild över det systematiska arbetsflödet vid kemikaliesäkerhetsbedömningar, från vägledningsdokumentet om informationskrav och datasäkerhet i REACH.

I bilaga 1 till CPR om byggnadsverks grundläggande krav - punkt 3 om hygien, hälsa och miljö - står följande "byggnadsverk ska utformas och byggas så att de under hela sin livslängd inte kommer att utgöra ett hot vare sig mot byggnadsarbetarnas, brukarnas eller grannarnas hygien eller hälsa och säkerhet eller i orimligt hög grad, under hela sin livslängd, påverka miljökvaliteten eller klimatet under uppförande, användning och rivning". Specifikt anges att följande ska undvikas:

- Avgivande av giftig gas.
- Utsläpp av farliga ämnen, flyktiga organiska föreningar (VOC), växthusgaser eller farliga partiklar i inomhus- eller utomhusluften.
- Emission av farlig strålning.
- Utsläpp av farliga ämnen till grundvatten, havsvatten, ytvatten eller mark.
- Utsläpp av farliga ämnen till dricksvatten eller av ämnen som på annat sätt kan ha en negativ inverkan på dricksvatten.
- Bristfälligt omhändertagande av avloppsvatten, rökgasutsläpp eller bristfälligt bortskaffande av fast eller flytande avfall.
- Fukt i byggnadsverkens delar eller på ytor inom byggnadsverken.

Vidare gäller att artikel 31 (faroklassificering och upprättande av säkerhetsdatablad) och 33 (lista av ämnen på kandidatförteckningen - SVHC-listan) i REACH ska användas för att begränsa farliga ämnen och egenskaper hos byggprodukter.

## 6.6 Byggprodukter & faroklassificering

I lagarna om kemikaliesäkerhet finns specifik lagstiftning för varor och produkter vars innehåll riskerar att utgöra en fara för människors hälsa, miljön och material. Dessa ska faroklassificeras enligt kraven i CLP-förordningen. Ansvaret ligger på tillverkare, importörer och den aktör som ger upphov till att avfall uppkommer. Syftet med att använda systemet med faroklassificering är att säkerställa en hög skyddsnivå och att harmonisera kriterierna så att samma metodik används inom hela EU.

Varor som uppfyller kriterierna för fysikaliska faror, hälsofaror eller miljöfaror enligt delarna 2–5 i bilaga I till CLP är farliga och ska klassificeras i respektive faroklass. När faroklassificering för ett ämne tagits fram av EU-kommissionen och införlivats i CLP-förordningen så kallas denna för harmoniserad klassificering. Denna är bindande avseende kemiskt innehåll i en vara, produkt eller blandning med krav på användning inom hela den EU-gemensamma marknaden. I övriga fall där harmoniserad klassificering saknas eller när data indikerar på behov av mer stringent klassificering är

det upp till producenten att utföra faroklassificeringen enligt kraven i CLP.

Bedömningar av ämnens och blandningars faroegenskaper ska göras genom sammanvägningar och expertbedömningar.

### 6.6.1 Olika typer av faror

Klassificering utförs för:

- Fysikaliska faror
- Hälsofaror
- Miljöfaror
- Klimatfaror.

Fysikaliska faror kan exempelvis vara innehåll som kan vara brandfarligt, explosivt, frätande, oxiderande och korrosivt. Hälsofaror kan exempelvis vara akut toxiskt, frätande på huden, luftvägssensibiliserande och cancerogent. Miljöfaror kan t.ex. vara akut eller kroniskt farligt för vattenmiljön, eller långlivade, bioackumulerande och toxiska egenskaper för markmiljön. Klimatfaror kan vara farlighet för ozonskiktet.

Vid faroklassificering tillämpas koncentrationer och gränser för risker och tröskeleffekter, dvs olika koncentrationsgränser beroende på vilka faroklassificeringar som använts och inte direkt de framtagna toxikologiska koncentrationerna som fastställer hälsorisknivåer. Exempel på detta är *koncentrationer under* nivån *där hälsoeffekter förväntas* (NOAEL) och *lägsta nivån där hälsoeffekter förväntas* (LOAEL) med data från humanstudier, arbetsmiljöincidenter eller andra källor. Faroklasser för akuta hälsofaror enligt CLP är:

- Akut toxicitet (giftighet), ämnen som är dödliga eller skadliga vid förtäring, hudkontakt eller inandning,
- Frätande eller irriterande på huden,
- Allvarlig ögonskada eller ögonirritation,
- Aspirationstoxicitet: Fara vid inandning.

Följande hälsofaror bedöms som kroniska:

- Allergiframkallande (sensibilisering), ämnen som kan orsaka allergi vid inandning eller hudkontakt,
- Hormonstörande egenskaper för människors hälsa,
- Cancerogenitet, ämnen som kan orsaka cancer eller misstänks kunna orsaka cancer,
- Mutagenitet i könsceller, ämnen som kan orsaka ärftliga genetiska skador,
- Reproduktionstoxicitet, ämnen som kan skada fertiliteten eller det ofödda barnet,
- Specifik organtoxicitet (STOT), skador på specifika organ vid enstaka eller upprepad exponering,
- Egenskaper som långlivade, bioackumulerande och toxiska eller mycket långlivade och mycket bioackumulerande; så kallade PBT- och vPvB-egenskaper,
- Ämnen och blandningar som är långlivade, mobila och toxiska eller mycket långlivade och mycket mobila; så kallade PMT- och vPvM-egenskaper,
- Ämnen med någon av klassificeringarna cancerogenitet, mutagenitet eller reproduktionstixicitet får även gruppklassificeringen CMR-ämnen,
- Med allvarlig skada menas dödligt, giftigt eller skadligt vid exponering.

Faroklassificering för fysikaliska faror, samt miljö- och klimatfaror påverkar inte människors hälsa primärt och utelämnas för djupare beskrivningar i detta dokument. Fokus i dokumentet är kemiska ämnen och blandningar, och hälsofaror med dessa. Exempel på särskilt farliga ämnen som kan finnas i material och byggprodukter och som behandlas i detalj i dokumentet är bl.a. PAH (se kap. 7.4.7).

### 6.6.2 Begränsningar med faroklassificering

Klassificeringen har som syfte att ge hög säkerhet mot hälsofaror i varor och produkter. Metodiken är inte heltäckande gällande riskerna vilket är viktigt att känna till. Andra aspekter är att det krävs vetenskaplig konsensus vid harmoniserande av faroklassificeringar. Konsekvensen av detta är att det krävs många välgjorda studier som visar på samma resultat. Innebörden blir att det kan ta lång tid och kräva omfattande insamling av data innan allvarliga hälsorisker påvisas som exempel med asbest, polyklorerade bifenyler, kort- och medellånga klorparaffiner och poly- och perfluorerade organiska ämnen.

Begränsningar med faroklassificering enligt CLP är att gränser och hälsorisker inte baseras direkt på data om hälsorisker, som dödlig dos (LD50-värden) eller liknande. Cancerframkallande kategori 1A har som exempel en allmän koncentrationsgräns på ≥ 0,1 vikt-% vilket innebär att en produkt ska klassificeras som cancerframkallande enbart om koncentrationen överstiger 0,1 vikt-% eller 1000 mg/kg. Risken för cancer är vanligen beräknad enligt ett linjärt samband mellan exponeringsdos och risk vilket innebär att risken aldrig blir noll. Det kan således bli missvisande att det inte föreligger någon risk alls för sjukdom i cancer sett till faroklassificeringen, vilket inte är fallet sett till modellberäknad cancerrisk.

### 6.6.3 Fysikaliska och kemiska egenskaper

Egenskaper som påverkar ett ämnes kemisk och fysikalisk form är viktiga att beskriva för förståelsen för faroklassificering och för exponering. Exempelvis är ett ämnes kemiska och fysiska form

avgörande för hur ämnet fördelar sig, sprids och kan reagera med brand- och explosionsrisker, oxiderande och frätande skador m.m. som följd. Dessa egenskaper ska alltid beskrivas vid ett ämnes användning i produkter. Nedan följer förklaringar och beskrivningar av egenskaper och parametrar hämtade från REACH tekniska riktlinjer och krav för kemiska ämnen, produkter och varor.

**Aggregationstillstånd** är en fysikalisk egenskap med fast, flytande och gasfas som de naturligt förekommande varianterna. Påverkar vilken form, fas, spridnings- och exponeringsväg som ämnen och material kan påverka människors hälsa.

**Ångtryck** är förhållandet mellan ett kemiskt ämne i fast och flytande tillstånd jämfört med trycket för ämnet i gasfas. Ett högre ångtryck hos ett ämne ökar andelen som förekommer i gasfas och därmed ökad risk för spridning och exponering via luft och inandning.

**Temperaturen** påverkar aggregationstillstånd, ångtryck, löslighet, diffusion och andra egenskaper hos ämnen och material. Ökad temperatur ger större risk för spridning och exponering av farliga ämnen och material via luft och inandning. Även nedbrytning och åldrande av material kan accelereras vid ökad temperatur.

**Luftfuktighet** påverkar kemiska ämnen och material på olika sätt. Låg eller hög luftfuktighet riskerar att skada material, orsaka installationsproblem samt problem med mikrobiell aktivitet på olika sätt.

**Polaritet** med polära (vattenlösliga) och opolära (fettlösliga) egenskaper påverkar kemiska ämnens löslighet, fastläggning och spridning i olika matriser. Vattenlösliga ämnen sprids och koncentreras normalt i vatten eller andra polära lösningsmedel. Fettlösliga ämnen sprids dåligt i vatten men fastnar lätt på ytor och partiklar. Tensider löser vatten och fett i varandra varför tvättmedelsliknande molekyler ändrar logiken för hur farliga ämnen sprids och riskerna för hur människor exponeras.

**Fördelningskoefficient** beskriver hur ett ämne fördelas mellan olika matriser (material som jord, trä, sten) som jord/vatten (Kd), organiskt material/vatten (Koc) eller oktanol/vatten (Kow). Fördelningskoefficient används för att bedöma spridnings-, fastläggnings- och bioackumulerande egenskaper för ett ämne i en viss matris.

**Joniseringsförmåga** med bildning av an- och katjoner. Salter är jonföreningar vars egenskaper skiljer sig stort från grundämnena i jonföreningen. Kaliumcyanid, är t.ex. en jonförening som är vattenlöslig och ofarlig vid alkaliskt pH. Cyanidjonen, CN-, har pKa värde på 9,2 vilket innebär att den tar upp en vätejon och bildar vätecyanid, HCN i allt större omfattning när pH sänks. Lägre pH ger med andra ord en övergång från ett vattenlösligt salt till gasformig vätecyanid, vilken har högt akut toxicitet vid inandning och dödlig effekt inom 20 minuter från exponeringen.

**Surhetsgrad, alkalinitet och frätande egenskaper** som högt (> 9) eller lågt pH-värde (<4). Alkalinitet är en buffrande egenskap som stabiliserar pH-värdet mot belastning från syror eller baser. Riskerna gäller känslighet hos ämnen i människors vävnader och celler mot reaktioner med vätejoner och/eller hydroxidjoner orsakar nedbrytning med skador som följd. Exempel kan vara lipider och proteiner som förstörs i slemhinnor och hud.

**Oxiderande egenskaper** med reaktiva ämnen som drar åt sig elektroner från andra kemiska ämnen och material. Kemiska reaktioner, nedbrytningsprodukter, och oavsiktligt bildade biprodukter kan riskera att skada celler och vävnader hos människor.

**Viskositet** är en fysikalisk egenskap hos vätskor som beskriver lätt eller trögflytande egenskaper. Vätskor får inte ha för låg viskositet då appliceringen försvåras och bildning av aerosoler ökar med risk för exponering av kemiska ämnen via inandning.

**Hårdhet och nötningsmotstånd** beskriver hårdhet och tålighet mot fysikaliskt slitage hos fasta material med granuler och finpartiklar inkluderat. Lågt nötningsmotstånd ger upphov till nedbrytning och skapande av finare partikelfraktioner (dammbildning) med ökad spridningsrisk som följd. Vanligt fenomen när golvmaterial i offentliga byggnader slits ner av den vardagliga användningen där finpartiklar med kemiska ämnen från plasterna sprids och hamnar i damm.

**Lagringstid, stabilitet och sista användningsdag** kravställs med krav på data och beskrivning hur de kemiska och fysikaliska egenskaperna påverkas efter tillverkning och tiden till användning. Nötning, sprickbildning, värme- och frostbeständighet samt utlakning av kemiska ämnen är exempel på händelser som ska mätas och beskrivas. Riskerna för människors hälsa kan vara att det frigörs ångor och partiklar när förpackningsmaterialet demonteras.

**Ultraviolett ljus** kan skada och bryta ner ämnen och material i produkter av olika slag. Det kan påverka lagringsstabilitet, teknisk livslängd samt nedbrytning hos material och risk att sprida agens som kan skada människors hälsa på olika sätt t.ex. genom emissioner och spridning av partiklar.

Produkter som färg, lacker, rengöringsmedel, oljor och vaxer, avjämningsmassor och spackel är exempel på **kemiska produkter för användning i byggnader**. Här finns krav på blandbarhet, emulsions- och suspensionsförmåga, konservering mot mikrobiell nedbrytning vid lagring, applicerbarhet

via sprayning, pensling, rollning, skumbildningsförmåga, partikelstorleksfördelning, flödes- och upphållningsförmåga och andra parametrar beroende på produktspecifika egenskaper och användning i yrkeslivet. Alla steg i hur en produkt används ska beskrivas och provas med godkänt resultat.

### 6.6.4 Partiklar & damm

Partiklar i innemiljöer har andra betydande källor än byggprodukter, t.ex. transport från utomhusluft och mänskliga aktiviteter. De vanligaste källorna till fina och ultrafina partiklar utgörs av aktiviteter som t.ex. matlagning och städning, brinnande stearinljus, samt exempelvis användning av sprayer och laserskrivare.

Emissionshastigheterna - källstyrkan (antal partiklar per tidsenhet för en process) - motsvarar emissionsfaktorer för kemiska ämnen från material.

**Storlek och form**

Partiklars storlek och form har vid upprepade incidenter visat på hälsoskadliga effekter. Inandning av partiklar och deras storlek och form påverkar var i andningsvägarna deponering och fastläggning sker. Exempel på mätningar och modellering av resultat från inandning av partiklar och storleksfördelning kan ses i figur 6.2 (Nguyen et al. 2023).

Små partiklar med storlek ≤ 2,5 µm (PM2.5) i diameter når långt ner i luftvägarna jämfört med partiklar i större storlek som i övrigt har samma kemiska sammansättning. Längst ner i luftvägarna finns alveolerna som finpartiklar kan nå och vidare överföras till blodomloppet. PM2.5 har påvisad korrelation med lunginflammation, nedsatt lungkapacitet och andra andningsrelaterade symptom som astma och allergier (Murphy et al. 2025). Ett exempel på små partiklar från material som kan påverka hälsa och hygien är mikroplaster (se kap. 7.2.1).

### 6.6.5 Biologiska föroreningar på material

Vissa material är mer benägna än andra att bli påverkade av biologiska föroreningar så som mikroorganismer och skadedjur, men alla typer av material kan bli påverkade.

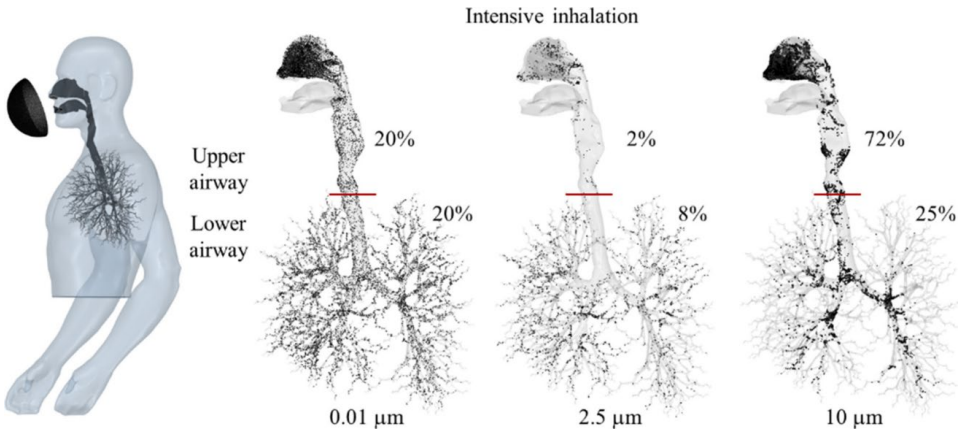
Vissa byggprodukter kan blandas ut med organiskt material, till exempel organisk aska (Narayanan & Kumar 2025) eller marina alger (Rossignolo et al. 2022) vilket kan påverka deras egenskaper och mottaglighet för mikrobiell påverkan. Vissa material kan till och med skapas av biologiskt material, t ex svamp (Elsacker et al. 2023).
Ofta saknas data över dessa materials kritiska fukttillstånd och mottaglighet för angrepp av mikroorganismer och skadedjur, speciellt ur ett inomhusmiljöperspektiv.

**Mikroorganismer**

När det gäller mikroorganismer är tillgången på vatten helt avgörande. Därtill beror materialets benägenhet att koloniseras och brytas ned på dess kemiska sammansättning, ytstruktur och tillgång på näringsämnen.

Organiska material som trä, papper, bomull, läder och vissa biobaserade plaster innehåller kolrika föreningar som mikroorganismer kan använda som energi- och näringskälla. Därför kan bakterier och svampar lättare etablera sig på dessa material i fuktiga miljöer.

Nedbrytningen sker genom att mikroorganismer utsöndrar enzymer som spjälkar komplexa polymerer, exempelvis cellulosa, lignin, proteiner eller stärkelse, till mindre molekyler som kan tas upp av cellerna. Material med porös struktur eller ojämn yta håller ofta kvar mer vatten och organiskt material, vilket gynnar biofilmbildning och mikrobiell tillväxt.




Figur 6.2 Modellering av partikelstorlekar, transport och deposition i andningsvägarna (källa: Nguyen et al. 2023).

Oorganiska material som glas, metall och vissa keramiker är i regel mindre nedbrytbara eftersom de saknar lättillgängliga organiska näringskällor. De kan ändå påverkas indirekt genom mikrobiellt inducerad korrosion, där mikroorganismer förändrar den lokala kemiska miljön, exempelvis genom produktion av syror, sulfider eller andra metaboliska produkter. Materialets mottaglighet för mikrobiell påverkan är därför ett resultat av både dess inneboende egenskaper och den omgivande miljön.

Ett fuktberäkningsverktyg där olika typer av material delats in i grupper beroende på hur känsliga de är för mikrobiell påväxt är WUFI-BIO (Sedlbaeur et al. 2003, Viitanen et al. 2015). Det finns också andra rapporter där olika typer av byggmaterial grupperas beroende på hur känsliga de är för mikrobiell påväxt (Andersen et al. 2011). Inte nog med att olika sorters mikrober växer på olika material, deras produktion av ämnen och gifter kan också variera beroende på vilken typ av material de växer på (Al Hallak et al. 2023).

**Skadedjur**

Till skadedjur räknas djur som orsakar skada på en byggnad, dess inredning eller inventarier, samt djur som orsakar skador eller känslor av obehag för människor som befinner sig i byggnaden. Boverket gav i gamla BBR exempel på skadedjur i sina föreskrifter och anvisningar. I BFS 2024:8 och 10 kap. Definitioner anges *skadedjur: djur som kan orsaka skador, lukt, obehag eller mikrobiell växt som kan påverka hygien eller hälsa”*.

Skadedjur finns i och påverkar de flesta byggmaterial, från organiska material som trä och cellulosa till hårdare material som metall, puts och bruk. I en tidigare rapport som tagits fram med stöd från Boverket beskrivs framför allt skadedjursinsekter som angriper byggnader indelade utifrån de material de angriper. Utöver dessa är skadedjur som skapar känslor av obehag också inkluderade. Vidare ges en sammanställning av statistik på förekomst av skadedjur i byggnader i Sverige idag, samt en utblick mot vilka skadedjur som förväntas kunna etablera sig i Sverige i framtiden (Andersson et al. 2025).

För fördjupning kring respektive art av skadedjur finns information, bilder och storleksangivelser i exempelvis *Insektsnyckeln - våra vanligaste skadeinsekter* (Riksantikvarieämbetet 2023) eller på Anticimex hemsida www.anticimex.se.

# 7 Olika material, ämnen och hälsorisker - exempel

Farliga material i byggnader omnämns bland annat i Resurs- och avfallsriktlinjer vid byggande och rivning, och i Byggarbetsplatsens teknikhandbok (Byggföretagen 2025a & 2025b). Till exempel tas olika typer av avfall från byggproduktion upp, såsom farligt avfall, trä, metall, gips, mineral, glas, plast, förpackningar och returpapper, mineralull, asbest, bly, CFC (freon), betong, kadmium, kvicksilver, PAH, asfalt, PCB, klorparaffiner, plast, träskyddsimpregnerat virke, hussvamp och skadedjur i trä. Här redovisas utvalda exempel på produkter, byggmaterial, kemiska ämnen och hälsorisker (se även bilaga 1).




Figur 7.1 Exempel på äldre rostskyddsfärg med innehåll av blymönja (blysulfat) användes för att rostskydda metallbeslag (foto: M Theorin).

## 7.1 Byggprodukter

### 7.1.1 Färger och lacker

Produktkategorin färger och lacker är kemiska produkter för ytbehandling med syfte att skydda material och ge estetiska effekter för utseendet. Innehållet utgörs av bindemedel, pigment, lösningsmedel, tillsatser, fyllnadsmedel och vid behov biocidprodukter för konserverande eller bekämpande effekter mot biologiska organismer (Wicks et al. 2007).

Produktkategorin är heterogen och en vanlig indelning som används för att dela in färger i undergrupper är vatten- och lösningsmedelsburen färg. Oftast anges en del färger, felaktigt, som vattenlösliga. Dessa har vatten som lösningsmedel i burken men det är bindemedlet som ger färgen sina egenskaper och inte lösningsmedlet varför korrekta namn är latex, akrylat och alkyd som exempel på huvudbeståndsdelen i en färg.

Färg för utomhusbruk har ofta ingående biocidprodukter, exempelvis äldre färger med blymönja (se figur 7.1), för att färgskiktet ska klara av fuktbelastning och motstånd mot mikrobiell påväxt så att det estetiska utseendet bevaras. Användning av utomhusfärg i innemiljön kan innebära att luften förorenas med kemiska ämnen från biocidprodukter som inte är hälsoriskbedömda för den användningen.

Tabell 7.1 Komponenter, innehåll, risker gällande typiska beståndsdelar i färger och lacker (omarbetad från IARC 2012).

| Kategori | Farliga ämnen | Ursprung | Primär risk |
|---|---|---|---|
| Organiska pigment | PCB, dioxiner, benzidingul, naftylamin, metylkloroanilin | Råvaror | Färgfilm partiklar och flagor, kroniska effekter cancerrisk |
| Metalliska pigment | Blyoxid och sulfat, kadmiumselenid, kromoxid, kvicksilverklorid | Råvaror | Färgfilm partiklar och flagor, kroniska effekter |
| Monomer | Metylmetaakrylat, Formaldehyd, styrene, vinylklorid | Bindemedel | Emissioner akuta och kroniska effekter irritation, cancer, CNS |
| Lösningsmedel | Bensen, toluen, xylen, monometyleter | Råvaror | Emissioner med akuta och kroniska effekter |
| Biocidprodukter | Isotiazolinderivat, $HgCl_2$, IPBC, konazolderivat | Konserverings-medel i burk och filmbevarande | Emissioner och färgfilm partiklar och flagor, kroniska effekter sensibiliserande allergi och astma, CNS |
| Funktionella tillsatser i moderna färgsystem | Mikroplast, nanomaterial | Tillsatser | Emissioner och färgfilm partiklar och flagor, kroniska effekter inflammation, hormonstörande |
| Rheologi | Asbest | Tillsats | Dammning, slipning och inandning, lungcancer, mesoteliom |

I modernare färgsystem har funktionella tillsatser med mikroplast, nanomaterial och PFAS-ämnen använts. Det handlar om att förbättra ytans egenskaper med smutsavvisande egenskaper, mikrokapslar av plast med inkapslade komponenter som frisätts kontinuerligt för en förlängd teknisk funktion, kan vara biocider som lakar ut långsamt till ytan (Schwensen et al. 2015) (för detaljer se tabell 7.1).

Yrkesgruppen målare har identifierats som ett högriskyrke avseende sjukdomar som en följd av exponering i yrket (IARC 2010). Inandning av lösningsmedelsångor, aerosoler och partiklar, upptag av lösningsmedel vid hudkontakt och annan exponering har stadigt minskat med utveckling av personlig skyddsutrustning, ventilation och arbetsplatshygien(JRC 2020). Symptom och sjukdomar som tidigare var vanligt förekommande i måleriyrket har även resulterat i åtstramningar i regelverket kring det kemiska innehållet i färger och lacker med exempel som gränsvärde för VOC-emissioner (EC 2004). Det gäller begränsningar enligt REACH gällande bensen, bly, kvicksilver, arsenik, tennorganiska ämnen och kadmium.

### 7.1.2 Träskyddsbehandlat virke

Kemiska bekämpningsmedel, biocider, med användning för att skydda trä mot nedbrytning av biologiska organismer definieras som träskyddsmedel. Historiska incidenter med träskyddsmedel som orsakat hälso- och miljöskador har resulterat i en strikt lagstiftning med höga krav på säkerhet mot skador på människors hälsa och miljön, effektiv användning mot målorganismer och samhällsekonomisk nytta. Exempel med kreosotolja som träskyddsmedel, se figur 7.2, vilket fortfarande används på dispens med argumentationen att samhällskostnaden blir oacceptabel om träskyddsmedel med kreosotolja inte tillåts i linjenätsstolpar och järnvägsslipers.

Exemplet med kreosotolja visar även att stenkolstjäran, svart vaxliknande material, migrerar i virket. Diffusionsprocessen är temperaturberoende vilket stimulerar migration av toxiska ämnen till virkesytan som regelbundet värms upp av solljus och höga lufttemperaturer.

Branschorganisationen, Nordiska träskyddsrådet, kvalitetssäkrar behandlade varor (impregnerat virke) för användning i olika miljöer så kallade användarklasser.

**Exempel med äldre typer av träskyddsmedel och innemiljöproblematik**

**Pentaklorfenol** användes som träskyddsmedel i fuktutsatta konstruktionsdelar in- och utvändigt. Efter att oacceptabla toxiska effekter identifierades både för människors hälsa och miljön är det sedan 1978 förbjudet att använda produkter med pentaklorfenol i Sverige. Användningen var mot rötsvampar i förebyggande och behandlande syfte. Ämnet har låg vattenlöslighet och sprids inte via ångor med luften. Hälsoproblemen i byggnader yttrade sig främst med att mikroorganismer, som basidiomyceter, kunde metylera klorfenoler så att mer flyktiga kloranisoler bildades. Dessa ämnen luktar illa redan vid låga halter i luften och lukttröskeln för när människor kan identifiera ämnet ligger vid rumstemperatur på 20–70 ng/m$^3$ (Guadagni & Buttery 1978).

**Nutida krav, aktiva ämnen och biocidprodukter**

Under nuvarande krav har 26 aktiva ämnen godkänt för användning i träskyddsmedel varav 8 är utfasningsämnen. Kreosot, med PAH, är fortsatt godkänt som aktivt ämne och används i 47 godkända träskyddsmedel. Användningen är enbart godkänd av samhällsekonomiska skäl då de aktiva ämnena är mycket hälso- och miljöskadliga.

Invändig användning av träskyddsmedel är idag begränsat till exponering enligt användarklass 1 och 2, i standarden SS-EN 335:2013 med lydelserna:

- Klass 1 Inomhus, torrt, ingen risk för fukt eller väta
- Klass 2 Inomhus eller under tak, risk för fuktkondens men utan markkontakt

Övriga användarklasser 3 till 5 gäller exponering i utemiljön.



Figur 7.2 Kreosotbehandlat virke har, trots allvarliga risker för skador på människors hälsa och miljön, godkännande att användas utvändigt i linjenätsstolpar (foto: M Theorin).

Ämnen som är godkända och används i godkända träskyddsmedel i Sverige och som kan förekomma i invändiga konstruktioner är enligt bekämpningsmedelsregistret (maj 2026):

- Borsyra och dess salter,
- Koppar som karbonat,
- Kvartära ammonium- och karbonatsalter av soja och kokosoljor,
- Priopiokonazol,
- 3-Jod-2-propynylbutylkarbamat,
- Polymerisk betain (reaktionsprodukt av didecyldipolyetoxiammoniumborat och DD-polyoxetylammoniumborat).

Merparten av grundfärgerna som saluförs för användning på utvändig träpanel är biocidprodukter med träskyddsmedel. Det finns även grundoljor, med träskyddsmedel, för användning på utvändig träpanel före målning med grundfärg och slutstrykningsfärg. Virke som impregnerats för klass 1 och 2 kan återfinns i invändiga konstruktioner.



Figur 7.3 NTR B klassificerat virke efter 12 års användning ovan mark i väderutsatt läge där ytlig påväxt koloniserat virkesytan. Skyddet gäller mot rötsvampar och inte ytlig påväxt vilket tydligt kan observeras (foto: M Theorin).

I Sverige använder branschen Nordiska träskyddsrådets branschstandard NTR för kvalitetsmärkning av impregnerat virke (Träskydd 2026). Klasserna som används är:

- NTR B som motsvarar användningsklass 3, utvändigt ovan mark med visst skydd
- NTR AB som motsvarar användningsklass 3, utvändigt ovan mark utan skydd
- NTR A som motsvarar användningsklass 4, utvändig markkontakt, sötvatten eller hög konstant fuktbelastning.

För NTR kontrollerat virke saknas klasserna 1 och 2 vilket innebär att inget NTR märkt virke är avsett för användning inomhus eftersom mängden impregneringsmedel och exponeringsscenarios ej är riskbedömda för detta. Felaktig användning innebär en hälsorisk där några av de ingående aktiva ämnena eller tillsatser kan skada människors hälsa. Skadorna som kan uppkomma beror av toxiciteten hos ämnena som används med hälsofaror som reproduktionstoxiska, allergiframkallande, hormonstörande, organtoxiska samt irriterande på ögon, slemhinnor och hud.

**Framtid**

Träskyddsmedel kan vara motiverat att använda idag där konstruktioner i trä bedöms som mest fördelaktigt av det tillgängliga materialtyperna.
I framtida scenarios med klimatförändringar kan det bli än mer motiverat med trä i känsliga lägen.
Det handlar då om ökade risker för nedbrytning med fukt-, vatten- och översvämningsskador och tillskott av invasiva träförstörande organismer, som termiter.

Idag finns det godkända produkter med skydd mot termiter i bärande konstruktioner. Dosen av aktiva ämnen måste dock vara anpassad, vanligen ökad dos med 200 %, till en nivå där förebyggande effektivt skydd mot termiter erhålls. Skyddet kan även behöva anpassning gällande dos om klimatet ändras med ökad värme och fuktinnehåll eftersom villkoren totalt sett gynnar nedbrytarna vid fler och längre tillfällen varje år.

Rätt använt kan träskyddsmedel, som andra biocider, spara samhällsekonomiska värden med ökad hållbarhet sett till miljö, hälsa, ekonomi och sociala aspekter i en cirkulär ekonomi (Kemikalieinspektionen 2026).

## 7.2 Beståndsdelar av eller från produkter

### 7.2.1 Mikropartiklar av syntetiska polymerer - mikroplast (beståndsdel i produkter och bildning oavsiktligt)

#### 7.2.1.1 Definitioner

Mikroplast är ett exempel där de toxiska och ekotoxiska egenskaperna beror av storlek och form hos plastpartiklar och inte primärt det kemiska innehållet. Nyligen framtagen lagstiftning finns särskilt för mikropartiklar av syntetiska polymerer, mikroplast, i REACH (bilaga XVII till REACH). Följande gäller för mikroplast i REACH:

Mikropartiklarna av syntetiska polymerer, får inte säljas för användning som beståndsdel för att ge en viss egenskap, i blandningar i en koncentration som är lika med eller högre än 0,01 viktprocent. För att kontrollera överensstämmelsen med koncentrationsgränsen ska endast partiklar av minst följande storlek beaktas:

- 0,1 µm i en dimension, för partiklar där alla dimensioner mäter högst 5 mm vardera.
- 0,3 µm i längd för partiklar som är högst 15 mm långa, och har ett förhållande mellan längd och diameter som är större än 3.

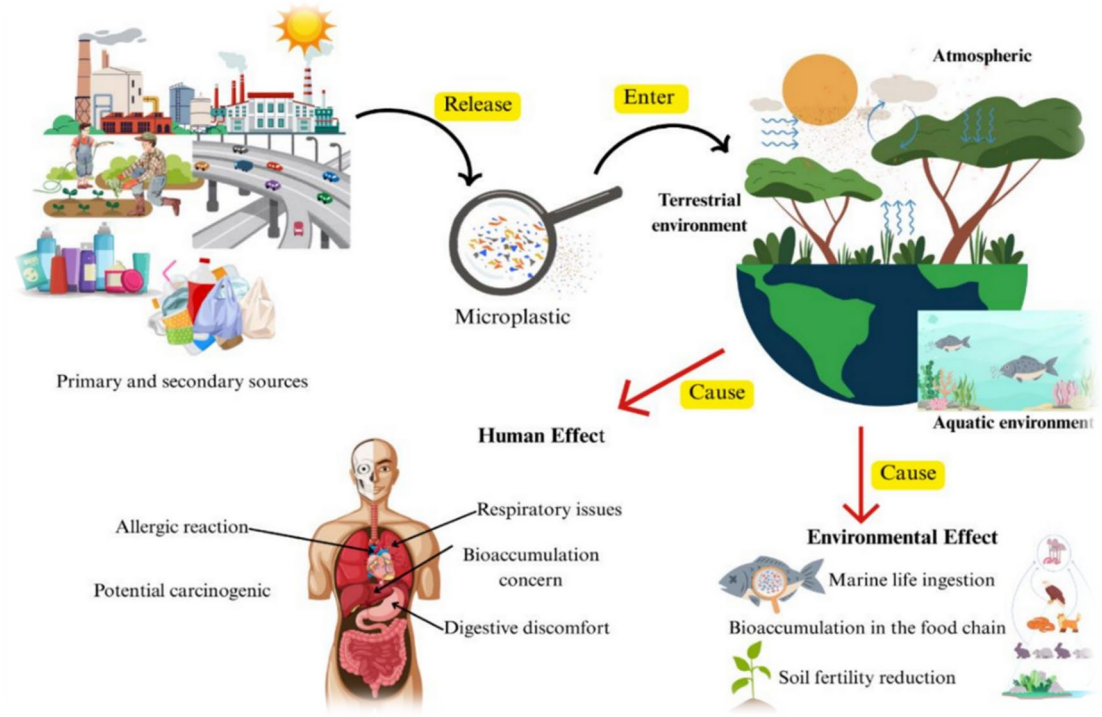
#### 7.2.1.2 Källor

Funktionen hos mikroplast i produkter och varor varierar med exempel som att kapsla in närings-, färg- och doftämnen för långsammare frisättning, påverka visuellt utseende i smink, färg och hygienprodukter samt andra funktioner i läkemedel, gödselmedel och livsmedel. I byggprodukter och material kan funktionen vara i ytskikt som egenskapsförbättrare, medel för rengöring och underhåll samt tillsatser. Mikroplaster genereras från byggprodukter med syntetiska polymerer och processer som nötning, UV-ljus och oxidation (Turk et al. 2025).

Största källan till mikroplast i innemiljön är syntetiska textila fibrer från kläder, möbler, golvmaterial och hushållsartiklar (Radzi et al. 2026). Andra källor som identifierats är slitage av golvprodukter som PVC och vägg- och takfärg som vittrar. Produkter för underhåll av golv och ytskikt innehåller i många fall mikroplaster som tillsatser med en tänkt funktion.

#### 7.2.1.3 Spridning och exponering

I Europa visar datasammanställningar att 80 % av mikroplastexponeringen inomhus har invändiga källor (SAPEA 2019). Typiskt utgörs mikroplasterna i innemiljön av en mängd olika polymertyper som PET, PP, PE, PVC, PES, PA, PTFE, nylon, akrylat, polykarbonat och PCTE (Ageel et al. 2024, Field et al. 2022, Jessieleena 2023). Typiskt är det upp till 350 partiklar/m$^3$ luft och deponering upp till 2000 partiklar/m$^2$/dag. Storlekarna variera mellan 2–1000 µm och i ett antal olika färger.




Figur 7.4 Källor, spridningsvägar, exponering och hälsorisker med mikroplaster (källa: Radzi et al. 2026).

Kemiskt innehåll, förutom polymermaterialet, kan vara:

- mjukgörare som ftalater med hormonstörande egenskaper (Salthammer 2022)
- monomerer som bisfenol A, B och analoger med reproduktionstoxiska, hormonstörande egenskaper och neurotoxiska effekter (Yuan et al. 2023)
- Diisocyanater och diaminer som restmonomerer och hydrolysprodukter med sensibiliserande och cancerframkallande egenskaper
- Polybromerade flamskyddsmedel med hormonstörande egenskaper (Abafe et al. 2023, Salthammer 2022).

Sammanställning av barns och vuxnas exponering av mikroplaster visade att barn i åldrarna 2–4 år som vistades i barnomsorg och hemmiljön hade högre exponering jämfört barn i högre åldrar (Perera et al. 2023, Amato-Lourenço et al. 2021). Totalt var män i arbetsför ålder (18–64 år) mest exponerade för mikroplaster med 3200 partiklar/år jämfört med kvinnor (2100 partiklar/år) och äldre personer ( > 65 år med 3000 partiklar/år).

Exponering via oralt intag, där luftburna partiklar utgör en viss andel, har påvisats som den dominerande exponeringsvägen för mikroplast (Yannick et al. 2025). Mikroplast identifierades i avföring (44 %), lungor (35 %) och blod (17 %) med fiberform som den dominerande fysikaliska formen (se även figur 7.4)

#### 7.2.1.4 Hälsofaror

Partiklar från cellplastisolering av typen EPS har påträffats i lungalveolerna och bronkceller med ett korrelerat dos-responsförhållande från 1,5–100 µg/ml (Michelini et al. 2025, Li et al. 2022). Effekter observerades med minskning av Intracellulära ytaktiva proteiner med kritiska funktioner för cellfunktionerna i lungvävnaden. Upptag av partiklar över luft/vatten barriären i lungvävnaden observerades med vidare transport i kapillärkärlen (Wu et al. 2023, Lu et al. 2021). Totalt innehåll och belastning av plaster som polyamid har konstaterats i lungvävnader hos barn (Li et al. 2025). Inflammatorisk respons och sensibiliserande effekter som allergier och astma, mitokondriella skador, reaktiva oxiderande ämnen har konstaterats eller misstänkts (Huang et al. 2025, Pramad et al. 2023).

Organ och vävnader i mag-tarmkanalen, hud, reproduktionsorganen, immunförsvaret, hjärt- och kärlsystemet samt hjärnan och nervsystemet har samtliga identifierats med innehåll av partiklar och kemiska ämnen från plastmaterial (Radzi et al. 2026).

### 7.2.2 Nanomaterial (beståndsdel i produkter)

#### 7.2.2.1 Definition inom EU

> Mikroplaster definieras av sin storlek, form och uppbyggnad av organiska polymerer. Källor är tillsatser i produkter, mekaniskt slitage och spridning från andra miljöer. Kemiska beståndsdelar som mjukgörare och flamskyddsmedel med hälsofarliga egenskaper följer med mikroplasterna vid spridning. Exponering för människor är främst inandning och luftvägarna. Hälsoeffekter kan ses i andningsvägarna och samtliga övriga organ med hjärnan och nervsystemet inkluderat. Storleken på partiklarna är en av de variabler som påverkar människors hälsa negativt.

En generell och vedertagen definition har saknats för vad ett nanomaterial ska vara. EU kommissionen (EU 2022) har inom ramen för kemikaliesäkerhet tagit fram en definition med lydelserna:

Ett naturligt, oavsiktligt eller avsiktligt tillverkat material av fasta partiklar som enda beståndsdel eller som partiklar i aggregat eller agglomerat och där minst 50 % av partiklarna i antalsbaserad storleksfördelning uppfyller minst ett villkor:

- Partiklarna har en eller flera yttre dimensioner i storleksintervallet 1–100 nm,
- Partiklarna har avlång form, som stavar, fibrer eller rör, där två yttre dimensioner är mindre än 1 nm och den andra dimensionen är större än 100 nm,
- Partiklarna har tallriksliknande form, med en yttre dimension mindre än 1 nm och de andra dimensionerna är större än 100 nm.

En partikel är ett stycke material med definierade gränser till skillnad mot en enskild molekyl som inte är en partikel. Aggregat består av starkt sammanhållna partiklar och ett agglomerat är en samling svagt sammanhållna partiklar.

#### 7.2.2.2 Hälsofaror

Egenskaperna hos nanomaterial och riskerna för människors hälsa är korrelerat till storleken och formen hos ett material. Bergmaterial med kvarts är ett exempel där storleken har olika egenskaper då fint kvartsdamm i enstaka mikrometer och ner till nanometerstorlek är hälsoskadligt via inandning. Stenar, grus och sandkorn av kvarts saknar hälsofarliga egenskaper avseende storleken på de ingående komponenterna och inandning.

De medicinska mekanismerna som påvisats gällande skador vid inandning är inflammation och oxidativ stress genom interaktion med makrofager och lungepitelceller med cytotoxiska och genotoxiska effekter (Creutzenberg 2012).

Fiberformer har högre toxicitet jämfört sfärisk form med samma kemiska sammansättning och katjoner har högre toxicitet jämfört med neutrala eller anjoniska former av kemiska ämnen (Braakhuis et al. 2014). Transport av nanomaterial från lungvävnad till andra organ har visats ge upphov till effekter på kardiovaskulära och neurologiska vävnader (Mostovenko et al. 2022).

#### 7.2.2.3 Exempel på byggprodukter, nanomaterial och hälsorisker

Ämnen som normalt inte klassificeras för hälsofaror via exponeringsvägen inandning kan orsaka skador i nanoform. Järnoxid, rost, används i byggprodukter och med olika funktioner i termisk isolering och ytskikt. Vid normal användning under materialets livscykel så kan nanopartiklar frigöras när aktiviteter som slipning, förbränning och åldrande (UV-ljus och oxidation) påverkar byggprodukten. Cytotoxiska och inflammatoriska effekter har observerats efter inhalation med skador i lungorna (Sing et al. 2022).

Utveckling av betong med armering av kolnanotuber, så kallade Nano-crete, har visat på risker med frisättning av nanomaterial och exponering via inandning. Finfraktioner med storlek på 460–480 nm i diameter användes i djurförsök. Resultaten visade på akut neutrofil inflammation och kronisk aktiv inflammation med överföring till det lymfatiska systemet (Bae et al. 2024).

Akrylplast, som nanopartiklar av polyakrylat, har orsakat ospecifik lunginflammation med fibrotiska förändringar och granulocyter med främmande partiklar hos exponerade arbetare (Cullian et al. 2017). Utandningsluften visade på högt innehåll av inflammatoriska signalämnen (leukotriener) som orsakar sammandragning av luftvägarna, ökad slembildning och inflammation.

## 7.3 Produkt, material eller tjänst? – komplexa gränsfall!

### 7.3.1 In-situ blandning av polyuretanskum

#### 7.3.1.1 Användning och historik

Polyuretan (PU) uppfanns av tysken Otto Bayer under 1930-talet. Ämnet är en organisk polymer och bildar ett material med plastiska egenskaper. Byggstenarna för tillverkning är diisocyanater och polyoler vilka kan se olika ut men samtliga typer har uretan som grundstruktur med den specifika bindningen $[-R_1\text{-NH-CO-O-}R_2\text{-}]_n$ (The Danish EPA 2020).

PU-skum förekommer med fast/rigid eller flexibel/mjuk form med olika fysikaliska och tekniska egenskaper beroende på den avsedda användningen. För applikationer där PU-skummet ska kunna belastas med krav på viss tryckhållfasthet kan endast den fasta/rigida formen användas. Den flexibla/mjuka formen används i skumgummi och andra applikationer där dessa egenskaper efterfrågas. Det fasta PU-skummets densitet och porstruktur har stor betydelse för vilken teknisk prestanda produkten erhåller gällande tryckhållfasthet.

Polyuretan har använts för att förstärka berg i gruvschakt sedan utvecklingen startade under 1960-talet (Arndt et al. 2008). Det är PU-resin som används och inte PU-skum. PU-resin är fast, hårt och utan innehåll av blåsor, som i PU-skum, se figur 7.5.

Tekniskt skiljer sig PU-resin från PU-skum genom att vara mer predikterbart gällande egenskaper som tryckhållfasthet och vidhäftningsförmåga. När vatten/fukt kommer i kontakt med injekterat PU-resin så bildas PU-skum vilket i fallet med förstärkning av berg inte klarar de tekniska kraven på vidhäftning och hållfasthet, se figur 7.6, där PU-skummet tränger uppåt och ut efter kontakt med överskottsvatten i berget.



Figur 7.5 Bergfragment med PU-resin inbäddat efter en bergförstärkningsåtgärd (från Arndt et al. 2008).

Tillverkning av PU-skum görs genom att två komponenter, bas och härdare, blandas enligt noga utprovade recept. Det är två kemiska produkter som är tillverkade med en användning, att blandas med varandra så att ett material bildas. Materialet är inte definierat som en produkt utan som ett resultat av blandningen.

När skum tillverkas ingår numera vatten som reagens varvid koldioxid bildas och agerar som blåsmedel (Li et al. 2022a). Under 1970–90-talet användes gaser exempelvis freoner som blåsmedel. Av klimatskäl förbjöds användningen varefter vatten/koldioxid blev ersättningsmetoden för att styra porositet och densitet hos skummet.



Figur 7.6 PU-skum som bildas och tränger ut vid kontakt med fukt (foto: M Theorin).

Andelen vatten är låg och avvikelser på 0,1 vikt-% ger förändrade tekniska egenskaper hos det skummade materialet. Industriell produktion av PU-skum sker därför i lokaler med kontrollerad temperatur, luftfuktighet och lufttryck så att rätt tekniska egenskaper erhålls. En lägre andel vatten används när materialet ska ha ett stängt porsystem och ett kristallin, rigid struktur vanligen kallad för ”closed cell pores”. För elastiska, högporösa och öppna porsystem används en högre andel vatten varvid mer koldioxid utvecklas och blåser upp cellerna förbi gränsen med öppna celler/porsystem eller ”open cell pores”.

#### 7.3.1.2 Kemiskt innehåll och tillverkning in-situ

Vid användning i fält på en byggarbetsplats så förekommer två olika typer av PU-skum. Färdigblandade i en förpackning, som vanligt förekommande fogskum, och två-komponentsprodukter som blandas och används direkt på plats, in-situ. De senare produkterna blandas momentant i trycksatta slangar som sammankopplas i en blandkammare för vidare injektion via sprut- eller injektionsmunstycke.

På den EU-gemensamma marknaden finns det ett antal produkter registrerade för användning att tillverka polyuretanskum in-situ. Innehållet i komponenterna är typiskt (ECHA 2001):

1. Härdare med en blandning av isomera former av metylendifenyldiisocyanat (MDI) samt före 2000-talet med toluendifenyldiisocyanat (TDI),
2. Bas med en blandning av:
   a. Byggstenarna polyeter baserat på aromatisk amin och polypropylenglykol
   b. Tillsatser som ε-kaprolaktam, N,N-dimetylcyklohexylamin, Bis(2-dimetylaminoetyl)metylamin, 1-metoxi-2-propanol
   c. Pigment, flamskyddsmedel, stabilisatorer

Utmaningen, sett till ansvar och regulatoriska krav, uppkommer när härdare och bas blandats samman. Två kemiska produkter blandas varefter ingen av produkterna finns kvar och ett nytt material har bildats. Enligt svenska KEMI och EU:s ECHA är det inte en ny produkt som tillverkas varför det regulatoriska ansvaret från dessa myndigheter upphör när blandningen i munstycket väl är gjord.

Diisocyanaterna är mycket starkt reaktiva kemiska ämnen som tillverkas av analoga aromatiska diaminer som metylendianilin (MDA). Egenskaperna hos MDA är mycket starkt toxiska och ekotoxiska vilket ligger till grund varför ECHA notifierat ämnet som utfasningsämne på SVHC-listan. MDA tillverkas och används enbart för tillverkning av MDI och vidare produkter med polyuretan (ECHA 2001). Reaktionerna mellan MDI och vatten, vid blåsning av PU-skum, innebär att en viss hydrolys sker med tillbakabildning från MDI till MDA.

Tillförlitliga produktionsmetoder kräver rätt blandningsförhållanden MDI:vatten och noga utprovad blandningsteknik, processtemperatur och tryckförhållanden. Rutinmässiga kontroller görs av företagen för att kontrollera resthalt av MDI och halten av bildad MDA, exempelvis genom branschorganisationen EUROPUR. Det finns fastställda gränsvärden som inte får överskridas i produkter och varor som byggmaterial och livsmedel (ECHA 2001).

#### 7.3.1.3 Faroklassificering

I enlighet med CLP har de ingående ämnena följande faroklassificeringarna:

1. Härdaren
   a. Irriterande hud och ögon, akut
   b. Allergiframkallande hudkontakt, kronisk
   c. Akut toxicitet inandning
   d. Specifik organtoxicitet enstaka exponering luftvägarna, akut
   e. Luftvägssensibiliserande kan orsaka allergi- eller astmasymtom eller andningssvårigheter vid inandning, kronisk.
   f. Misstänkt cancerframkallande, kronisk
   g. Specifik organtoxicitet upprepad exponering, kan orsaka organskador genom lång eller upprepad exponering via inandning, kronisk

2. Bas
    a. Akut toxicitet hud, inandning, oralt intag
    b. Allvarlig ögonskada och ögonirriterande, kronisk
    c. Irriterande på huden, akut
    d. Farligt för vattenmiljön, kronisk
    e. Brandfarliga vätska, kategori 3

Faroklassificeringarna gäller inte för det blandade materialet eftersom det inte är en produkt saknas krav på CLP-klassificering enligt de regulatoriska myndigheterna. Tydligt identifierade egenskaper hos det bildade materialet och farliga effekter som kan skada människors hälsa saknas då kemikaliesäkerhetskraven inte är obligatoriska att ta fram och redovisa.

Säkerhetsdatabladen för produkterna, komponent 1 och 2, som saluförs innehåller dock skyddsinstruktioner under punkt 6.2 med lydelserna att utsläpp ej får ske till vattendrag, avloppsvatten eller jordmiljön samt att nedträngning ej får ske i marken.

MDA är sedan 2001 identifierad som ett högriskämne enligt EU-kommissionens riskbedömning (ECHA 2001). Beslut har därefter tagits av EU-kommissionen gällande utfasning av MDA från den europeiska marknaden för varor. MDA får således inte förekomma i några varor eller produkter inom EU och det finns inga produkter anmälda till REACH registret. Intermediär användning finns anmäld för industriella processer, som tillverkning av prekursorer för polymerer. Innehåll av MDA tillåts ej varken i prekursorerna eller polymererna.

Det finns tre isomera former av MDA (4.4'-, 2.4'- och 2.2'-) vilka samtliga har samma harmoniserade klassificering enligt CLP:

- Kan framkalla cancer, kronisk
- Misstänks orsaka mutationer i könsceller, kronisk
- Allergiframkallande hudkontakt, kronisk
- Specifik organtoxicitet enstaka exponering, orsakar organskador akut
- Specifik organtoxicitet upprepad exponering, kan orsaka organskador genom lång eller upprepad exponering, kronisk
- Farligt för vattenmiljön, kronisk

Livsmedelsverket och den europeiska myndigheten med ansvar för livsmedelssäkerhet (EFSA) klassificerar MDA som en grupp primära aromatiska aminer med cancerframkallande egenskaper och som kan innebära en risk för människors hälsa (Brantom 2005). För EFSA handlar det främst bedömningar där plaster i kontakt med livsmedel där MDA kan spridas från plasten (ex v nylon) till livsmedlet och vidare exponering för konsumenter. Ett känt exempel med importerade svarta köksredskap i plast uppmärksammades i svensk media 2011 efter import från Kina (Trier et al. 2010).

#### 7.3.1.4 Faror vid avvikelser i tillverkningsprocessen in-situ

Blandbarhetsgrad i blandningskammaren är ett mycket kritiskt moment eftersom det påverkar effektiviteten och reaktionsutbytet hos de kemiska reaktionerna som sker.

Vatten är en av reaktionskomponenterna som används för bildning av koldioxid som blåsmedel. Överskott på vatten ger problem med ökad bildning av blåsmedel så att förändrade tekniska egenskaper som porstruktur, porstorlek, stängda eller öppna porer, densitet och hållfasthet. Hydrolys av MDI med återbildning av MDA samt bildning av urea och polyurea i stället för polyuretan är ytterligare avvikelser som beror av extra vatteninnehåll. Öppna porer, med sprickor i porväggarna, har lägre tryckhållfasthet och ökad risk för utlakning av kemiska ämnen.

Överskott på isocyanater ger ökade emissioner av MDI som sker under längre tid än förväntat. PU-skummet får till detta en ökad nedbrytning av mjuka segment, oxidation och mångdubbling av aldehydemissioner, som formaldehyd (Sandten et al. 2026).

Underskott av isocyanater ger sämre polymerisationsutbyte med högre andel öppna celler, mjukare textur, nedsatt mekanisk hållfasthet och ökad nedbrytning via hydrolys över tid (Olszewski et al. 2022).

Otillräcklig och felaktig blandning vid in-situ applikationer har påvisats som den dominerande orsaken till problem. Det gäller uppkomst av fiskluktande (aminer) emissioner, förhöjda halter av VOC i innemiljön och utveckling av akuta symtom i lungor och andningsvägar, neuropsykiatriska och systemiska symptom. Akuta påvisbara symptom minskade och upphörde först efter utrivning och sanering av PU-skum i byggnaderna (Huang & Tsuang 2014).

#### 7.3.1.5 Hälsofaror

De kemiska ämnen som används och som bildas vid tillverkning av PU-skum innebär risker och faror för människors hälsa, miljön och arbetsmiljön. Därav har företagen som tillverkar produkter, ex v skumgummimadrasser, en branschorganisation, EUROPUR, med ett certifieringsprogram och krav på provning av miljö- och hälsostörande ämnen i produkterna (The Danish EPA 2020). Det är krav på högsta nivå av resthalter av ämnen som diisocyanater, VOC:er, lukt och halter av biprodukter som aromatiska diaminer som kravställs i produkter som skumgummimadrasser, kuddar och möbler.

Avgasning görs efter tillverkningen så att majoriteten av emissionerna med rest- och biprodukter får tid att avgå.

En känd riskfaktor vid tillverkning av PU-skum är bildning av aromatiska aminer där kritiska parametrar är proportionerna mellan diisocyanater och vatten, blandningsgrad och temperatur (Health Canada 2017). De kanadensiska myndigheternas utvärdering visar att industriell tillverkning kan ske med hög nivå av säkerhet som skador på människors hälsa och miljön.
En tillverkningsprocess, in-situ applikation, identifierades som hög risk för bildning, spridning och exponering av MDI och MDA.

En brand i polyuretanskum, injekterat för att förstärka en gruvgång, gav upphov till giftiga brandgaser med kolmonoxid, vätecyanid och andra nitrösa gaser som via skorstenseffekt spreds och förgiftade ett stort antal arbetstagare.
Händelsen skedde under 1986 och var en arbetsplatsolycka där användning av polyuretanskum indirekt orsakade totalt 177 dödsfall (Gundersen 1989). Författarna, samt andra sakkunniga, varnade därefter för riskerna med användning av polyuretan i gruvor, tunnlar och utrymmen där människor vistas eller där luftcirkulationen riskerar att förgifta inkommande luft med toxiska gaser (Gundersen 1989).

De mest allvarliga hälsoriskerna är vid just brand med rökgasutveckling som exponeringskälla. I fall där isolering med polyuretanskum förekom i byggnader och incidenter med dödsfall från bränder visade resultaten av forensiska undersökningar att mer än dubbelt så många dödsfall orsakades av rökgaser jämfört brännskador (Son et al. 2021). Kemisk kvävning av kolmonoxid och vätecyanid angavs som de patologiska fynden med korrelation till PU-skum.

#### 7.3.1.6 Ansvar och risker

När kemiska produkter blandas och används så att ett material bildas är det tjänst som utförts. Kunden har anlitat ett tjänsteföretag och därmed ej köpt en vara eller produkt. Vem ansvaret faller på gällande egenskaperna hos materialet som bildats kan vara problematiskt att fastställa. Allt beror på det som avtalats. När det gäller risker och faror vid användning av kemiska produkter så är det instruktionerna i produkternas användarmanual som gäller samt säkerhetsdatabladet för respektive produkt. Det saknas idag krav på att de farliga egenskaperna ska redovisas om säkerhetsdatabladen anger att slutprodukten blir en fullt genomhärdad produkt utan farliga egenskaper. Verifikation med bestämning av farliga egenskaper för materialet som bildats in-situ är enda sättet att kontrollera oavsiktlig bildning av diaminer, formaldehyd och andra hälsofarliga ämnen.

### 7.3.2 Bisfenoler i plastmaterial – ökade risker med in-situ blandning

#### 7.3.2.1 Användning och historik

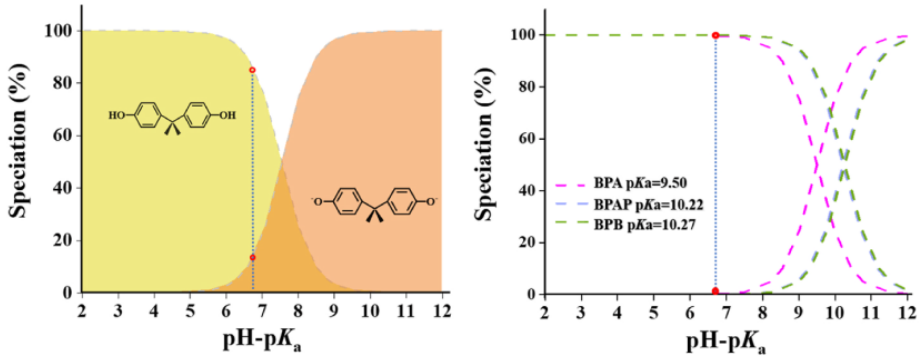
Härdplast av typen epoxi och polykarbonat tillverkas genom en- eller två komponenter som blandas varefter kemiska reaktioner bildar ett nytt material. Bisfenol A (4,4'-isopropylidenediphenol ofta kallat BPA) är den mest kända monomeren som använts historiskt från 1950-talet och in på 2010-talet (Kemikalieinspektionen 2013). Under senare årtionden har även bisfenol S och F använts som monomer eftersom användningen av bisfenol A reglerats kraftigt inom EU och Sverige sedan 2011 med totalförbud gällande material i kontakt med livsmedel 2024.

Bisfenolerna har den gemensamma strukturen med två sammanlänkade hydroxifenylgrupper där skillnaden mellan isomererna utgörs av olika typer av länkande grupper. Ämnesgruppen inkluderar isomererna A (BPA, propanlänk), S (BPS, sulfonyllänk) och F (metyllänk), 4,4'-hexafluoroisopropylidenedifenol (BPAF, hexafluoroisopropyllänk) samt bisfenol A diglycidyl eter (BADGE, diglycidyleterlänk) gällande användning vid tillverkning av epoxi och polykarbonat.

Bisfenolerna har syra-bas egenskaper med pKa-värden i intervallet 9,5–10,5 (se figur 7.7) vilket påverkar egenskaper som ökad vattenlöslighet vid pH-värden från 7,5 och uppåt. Generellt har bisfenolerna låg flyktighet, låg till måttlig vattenlöslighet och låg till måttlig fettlöslighet.
I vattenlösningar med högre pH-värden, som i kontakt med cementbaserade material, ökar även spridningsförmågan av bisfenoler tack vare syra-bas egenskaperna.

I Sverige har epoxi använts till att renovera rör genom metoden relining som innebär gjutning av ny rörkonstruktion i en befintlig. Kemikalieinspektionen bedömer att ungefär 3000 lägenheter i flerbostadshus har relinade tappvattenrör där analyser visat att bisfenol A lakar ut till tappvattnet (Kemikalieinspektionen 2013).
Utlakningen korrelerade främst där tvåkomponent epoxi använts vilket provtagningar och kemiska analyser påvisat med utlakning av oreagerad bisfenol A monomer (Kemikalieinspektionen 2013).

Golvbeläggningar med fukt- och alkaliresistenta egenskaper är ofta epoxibaserade med typisk användning i fuktutsatta golvkonstruktioner.
Olika lim- och fogsystem, kompositmaterial som träbaserade skivor och plank samt konstruktionslim kan vara epoxibaserade.




Figur 7.7 Diagram som visar påverkan av pH beroende av pKa-värden för de kemiska former av bisfenoler som förekommer med konsekvensen att ämnena joniseras och vattenlösligheten ökar (från Chen et al. 2023).

Andra plastpolymerer och produkter där bisfenoler använts med risker kopplat till innemiljö och hälsorisker är polykarbonat (PC), mjukgörande tillsatsmedel i polyvinylklorid (PVC), tillsatser i betong och tätskiktssystem (Lamprea et al. 2018).

#### 7.3.2.2 Spridnings- och exponeringsvägar

Innehållet i plastmaterial kan på olika sätt och i olika delar av ett materials livscykel spridas och exponera människor med risk för hälsoeffekter (Seewoo et al. 2024). Det gäller kemiskt innehåll som restmonomerer, katalysatorer och processhjälpkemikalier från tillverkningen (bisfenol A, S, F), tillsatser som mjukgörare (ftalater, klorparaffiner), flamskyddsmedel (klorparaffiner, bromerade och fosforinnehållande organiska medel) och stabilisatorer (tennorganiska föreningar).

Med åldrande, migration och förbrukning av stabiliseringsämnen samt oxidativ belastning med exempel som UV-strålning, syre och produkter som avger väteperoxid och hypoklorit, bryts plastmaterialens polymera struktur ner. Därefter kan enskilda och delfragment av byggstenar samt tillsatsrester frigöras för spridning från byggmaterial (Seewoo et al. 2024).

Intag via livsmedel där läckage skett från förpackningsmaterial har tidigare utgjort den mest betydande källan till exponering av BPA.

Gällande spridning och exponering av bisfenoler från byggmaterial så utgör inhalation av damm i inomhusmiljön den mest betydande källan för samtliga isomera former. Hudupptag utgör en avsevärt lägre andel av exponeringen men toxikologiska effekter misstänks ha större betydelse än intag via mag-tarmkanalen (Sasso et al. 2020). Upptag av BPA i huden under 5 minuters exponeringstid och lagring subkutant har observerats med vidare långsam distribution av BPA till cirkulationssystemet och exkretion via urin i 9 dagar efter exponeringstillfället (Wiśniowska et al. 2023). Hudkontakt med byggmaterial som golvprodukter (PVC och PC) har påvisats ge en kronisk, lågdosexponering motsvarande upp till 10 % av det totala upptaget av bisfenol A (von Goetz et al. 2017).

#### 7.3.2.3 Faroklassificering

EU-harmoniserad hälsoklassificering finns enligt CLP för bisfenol A:

| | |
|---|---|
| Reproduktions-toxicitet 1B | Kan skada eller misstänks skada fertiliteten eller det ofödda barnet |
| Specifik organtoxicitet SE3 | Kan orsaka skador vid enstaka exponeringar med irritation i luftvägarna, dåsighet och omtöcknad. |
| Allvarlig ögonskada 1 | Orsakar allvarlig ögonskada |
| Frätande på huden 1 | Orsakar frätskador på huden |

BPA är listad på REACH kandidatlista över SVHC-ämnen. BPS, BPF och BPAF har liknande klassificeringar som BPA.

#### 7.3.2.4 Hälsofaror

Kroniska effekter av långtidsexponering från bisfenol A har påvisats med (Lin et al. 2023, Martínez-Ibarra et al. 2021):

- utvecklingsskador på det kvinnliga reproduktionssystemet och sänkt förmåga till graviditet,
- prematur förlossning, neurologiska och metabola sjukdomar hos avkomman,
- metabola effekter som ökad risk för obesitas, typ 2 diabetes, hjärtkärlsjukdomar och högt blodtryck,
- autoimmuna och inflammatoriska tillstånd som ökad risk för allergier,
- utveckling av njursjukdomar.

Hudexponering bedöms under vissa omständigheter utgöra en mer potent hälsorisk då oralt upptag av BPA metaboliseras till 99 % i levern (Sasso et al. 2020). Subkutan lagring av ämnena i kombination med att upptaget inte metaboliseras av levern ger längre tids exponering av mer potenta former av bisfenolerna och större risk att utveckla kroniska hälsoskador.

Produkter som tillverkas genom in-situ blandningar har en större andel oreagerade bisfenolämnen eftersom teknisk utrustning och förutsättningarna vid applikation begränsar reaktionsutbytet. Utvärdering av humanexponering från in-situ applikationer med BPA-baserad epoxiplast har påvisat att en andel oreagerade kemikalier kvarstår flera dygn efter färdigställandet, att ytor och utrustning i arbetsområdet kontaminerats och att personer som arbetat med epoxiplasten hade förhöjda nivåer av BPA i serum och urin (Suuronen et al. 2019).

Åldrande byggmaterial, nedbrytning och klimatförändringar med ökade temperaturer förväntas orsaka mer omfattande frisättning av bisfenoler med ökad risk för spridning och exponering med hälsorisker (Chen et al. 2022).

#### 7.3.2.5 Ansvar och risker

Användning av kemiska produkter för in-situ tillverkning av epoximaterial åtföljs av användningsinstruktioner enligt kraven i REACH. Säkerhetsdatabladen för respektive produkt beskriver hur säker användning ska utföras så att funktionen blir som planerat och så att riskerna för människors hälsa och miljön blir acceptabla.
För epoxitillverkning innebär detta att underlaget ska vara rengjort och torrt eftersom kvarvarande orenheter, mikroorganismer och höga fuktnivåer orsakar olika problem. I figur 7.8 visas ett epoxigolv som applicerats i en lokal med mycket hög fuktbelastning underifrån. Vid applikationen var underlaget inte rengjort varefter öar av anaeroba mikroorganismer började växa till under skiktet av epoxiplast (skadeutredning utförd av M Theorin). De anaeroba mikroorganismerna kunde tack vare högt fukttillskott metabolisera organiskt material, även epoxiplasten, med bildning av gaser vilka gav upphov till blåsor. En sur lukt av organiska karboxylsyror trängde fram vid punktering av blåsorna och betongen i underlaget var belagd med en blandning av saltutfällningar och biofilm.
I fallet med blåsorna fastställdes att orsaken var felaktigt utförande varefter garantibesiktningen underkändes och entreprenören fick åtgärda det felaktigt installerade golvet med nytt.
Kontroller genomfördes att underlaget var rengjort och torrt innan nytt epoxigolv installerades.

När garantin för ett utfört arbete är direkt kopplat mot utseendet hos ett golv är besiktningsarbetet relativt enkelt att genomföra. Svårare blir det när motsvarande missar inträffar i rör och ledningar som fodras om med relining. Där är garantikravet kopplat mot funktionen att täta trasiga rör och ledningar.
Vad gäller när två kemiska produkter blandats till ett tvåkomponentsmaterial? Slutligt resultat blir följden av att två produkter blandats på rätt sätt och att applicering utförts under rätt förutsättningar och med rätt teknisk utrustning och kompetent personal.
Det blir således resultatet av en tjänst som utförts och inte ett material som köpts och installerats.

## 7.4 Farliga ämnen i byggmaterial

Det finns många exempel på hälsofarliga ämnen i byggmaterial som på olika sätt kan skada eller riskera att skada människors hälsa. Asbest, PCB och radon (från uran) är några välkända och vanligt förekommande hälsofarliga ämnen i byggmaterial som användes vid bygg- och renoveringsarbeten under årtiondena 1950–1970-talet. Det finns många



Figur 7.8 Epoxigolv som applicerats på dåligt rengjorda ytor och hög fukthalt i underlaget kan få blåsbildning med upp till 100 mm stora blåsor (foto: M Theorin).

exempel varav några med betydelse för innemiljön redogörs i kapitlet nedan. Andra exempel listas i bilaga 1 och många fler finns sammanställda på Naturvårdsverkets och Kemikalieinspektionens hemsidor. Branschtypiska föroreningar som olika verksamheter har använt med risk för spridning och kontaminering av byggmaterial finns listade på Naturvårdsverkets hemsida.

## 7.4.1 Asbest

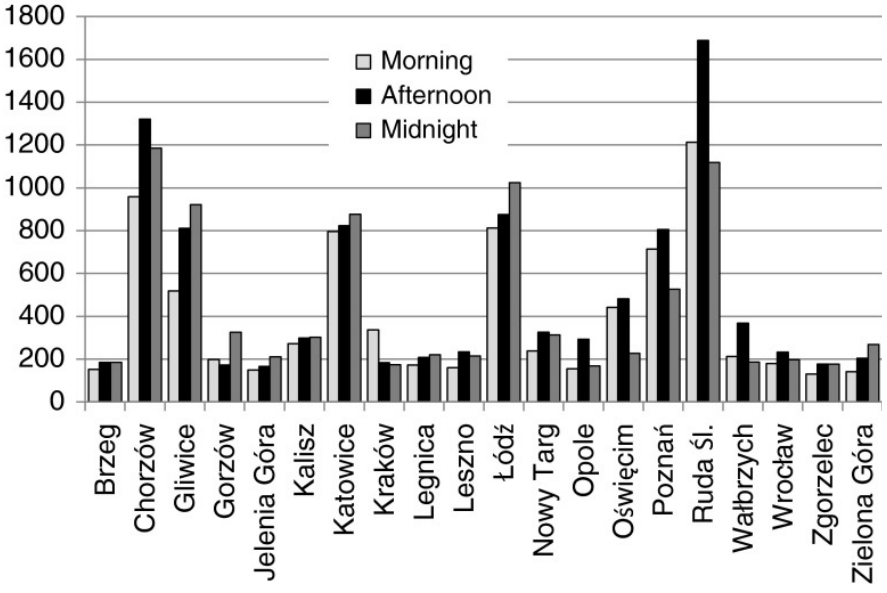
### 7.4.1.1 Bakgrund och historik

Asbest är ett samlingsnamn för flera naturligt förekommande, fibrösa silikatmineral som tidigare användes i byggmaterial på grund av hög draghållfasthet, kemisk stabilitet, brandbeständighet och goda isolerande egenskaper. I byggnader kan asbest förekomma i exempelvis asbestfiberarmerade cementprodukter med välkända fabrikat som Eternit och Internit i fasadskivor, korrugerade tak, ventilationskanaler, brandskyddsskivor samt som termisk- och brandisolering i branddörrar, rör- och pannisolering, tillsatser i golvbeläggningar, lim, fog- och tätningsmassor, rörelsefogar, kakelfix och vissa putsmaterial. Asbestfibrer av typen krysotil användes ofta av hantverkare för individuell inblandning i mattlim, fix- och fogmassor, putsbruk och färg vilket ger osäkerheter vid provtagning och klassificering av asbesthaltiga material. Arbetsmiljöverket har tagit fram information om riskerna med asbest i olika material och hur risker vid arbeten med dessa ska utföras (nu gällande AFS 2023:13).

### 7.4.1.2 Spridning och exponering

Hälsorisker är kopplade till de olika materialens fiberavgivning. Så länge ett asbesthaltigt material är oskadat, bundet och inte utsätts för mekanisk påverkan är risken för luftburen exponering ofta begränsad (AFS 2023:13). Vid rivning, borrning, slipning, sågning, vatten- eller fuktskador samt nedbrytning av materialet kan däremot respirabla fibrer frigöras. Dessa fibrer är mycket små, kan förbli svävande i luft och kan spridas via damm, ventilationssystem och kontaminerade ytor. Potentiell risk kan framför allt uppstå i samband med renovering, rivning, installationer och underhåll i äldre byggnader.

Vid bygg- och renoveringsår fram till 1982 så ska uppmärksamhet finnas att asbest kan förekomma i de tidstypiska materialen och byggdelarna. Mätningar av asbestfibrer i luft utomhus har utförts i polska städer och landsbygd, se resultaten i figur 7.9.




Figur 7.9 Utvändiga lufthalter av asbestfibrer i polska byar och städer (från Pawelczyk & Bozek 2015).

Slutsatserna från den polska studien visade att lufthalterna var högst centralt i större tätorter och under rusningstrafik jämfört med mindre orter och landsbygd. Det fanns inga verksamhetsförorenande aktiviteter som specifikt kunde förklara förekomsten och variationerna i lufthalter.
Källorna bedömdes komma från vittrade byggmaterial. Motsvarande studier av asbestfibrer i svensk utomhusluft finns inte att tillgå.

### 7.4.1.3 Faroklassificering

Asbest har harmoniserad klassificering enligt CLP med exponering via inandning:

| | |
|---|---|
| Cancerframkallande 1A | Kan orsaka cancer |
| Särskild organtoxicitet RE 1 | Orsakar organskador vid lång eller upprepad exponering |

### 7.4.1.4 Hälsorisker

Allvarlig sjukdom med förtida mortalitet i cancerformerna mesotelion och lungcancer är påvisat efter exponering av asbestfibrer via inandning (IARC 2012). Livstidsrisk sett till 80 års levnad att drabbas av lungcancer i Sverige är 3,15 % enligt statistik från SCB med 2024 års datainsamling. Risken inkluderar samtliga individer med rökare, icke-rökare och aldrig rökare. Enbart aldrig rökare har ca 1 % livstidsrisk att drabbas av lungcancer. Mesoteliom är en annan form av cancer som drabbar lungor och magsäck efter exponering från

asbestfibrer. Utvärdering av hälsodata visar att enstaka exponeringar av asbestfibrer ökar den ackumulerade livstidsrisken för cancer. Upprepade exponeringar inom 25 års tid ger en fördubblad livstidsrisk.

Arbetsmiljökraven för asbestfibrer i luft på arbetsplatser, nivågränsvärde (NGV), sänktes till 0,01 fiber/cm$^3$ (AFS 2023:14). NGV motsvarar 10 000 fibrer/m$^3$ luft vilket kan jämföras med WHO referensvärde för asbestfibrer i inomhusluft med 200 fibrer/m$^3$ (50 gånger lägre). Amerikanska EPA har beräknat livstidsrisken för extra dödsfall i mesoteliom till 3 per 100 000 individer vid exponering för en medelhalt på 10 fibrer/m$^3$ under 70 års exponering. Användning av referenskoncentration med linjär hälsoriskmodellberäkning vid genotoxiska effekter med det i svensk kontext normalt förekommande acceptabla risknivån, 1 extra dödsfall per 100 000 individer, så blir $Risk_{inh}$ = 3 fibrer/m$^3$ under 70 års exponering. Huruvida utomhusluften i Sverige ligger i nivå med den i polska tätorter gällande asbesthalter går endast att spekulera i eftersom data saknas.

Svenska referensvärden från myndigheter, som Naturvårdsverket och Folkhälsomyndigheten, saknas för inomhusluft gällande asbestfibrer i luft. Undantaget är arbetsmiljön där asbesthaltiga material förekommer och NGV gäller.
Det förekommer regelbundet missuppfattningar kring regler med vad som gäller för asbestfibrer i luft och hantering av asbesthaltiga material i bostäder.
En omfattande australiensisk cohortstudie, där även Karolinska institutet medverkade, med över 16 700 individer som varit bosatta i hus med asbesthaltig isolering under åren 1983–2019 jämförde på befolkningsnivå med totalt över 1,2 miljoner individer (Law et al. 2025).
Resultaten visade att risken att drabbas av cancer, särskilt formen mesoteliom, korrelerar med exponeringen i hemmiljön jämfört med befolkningen som helhet och yrkesexponering. ”Lagg”-tiden mellan exponering och diagnos hade mediantid på 26 år.

## 7.4.2 Bly

### 7.4.2.1 Bakgrund och historik

Bly är en tungmetall som finns naturligt förekommande och som bildas vid radioaktivt sönderfall av uran via ämnen i sönderfallskedjan med exempel som radium, radon och torium. Historiskt har bly använts i flera typer av byggmaterial på grund av sina tekniska egenskaper, bland annat elektrisk ledningsförmåga, hög densitet, korrosionsbeständighet, formbarhet och god förmåga att absorbera radioaktiv strålning.

I byggnader kan bly förekomma i exempelvis äldre färgskikt, som stabilisator i fogmassor, PVC-golv, PVC-rör, tätningar i gråjärnsrör, tak- och plåtdetaljer, tätskikt, kabelmantlar, vissa keramiska material samt som strålskydd i vård- och laboratoriemiljöer.

### 7.4.2.2 Spridning och exponering

Den centrala risken för spridning och exponering korrelerar med frisättningsmekanismerna av blyhaltigt damm, partiklar eller lösta blyföreningar. Metalliskt bly är i sin grundform vid rumstemperatur en fast mjuk metall. Exponeringsrelevans uppstår när blyhaltiga material åldras, nöts, flagar, slipas, rivs, blästras eller värms upp. Särskilt äldre blyfärger kan ge upphov till kontaminerat damm och färgflagor, medan bly i rörsystem, lödda skarvar, kan bidra till förhöjda blyhalter i dricksvatten genom korrosion och urlakning.

### 7.4.2.3 Faroklassificering

Hälsorisker med bly är allvarliga och ämnet är upptaget på ECHA:s kandidatförteckning över utfasningsämnen. Klassificeringen är harmoniserad som reproduktionstoxiskt och skadligt för barnet vid amning med en specifik koncentrationsgräns på 0,03 % (300 mg/kg). Till detta finns miljöfaror som allvarligt akut och kronisk giftighet för vattenlevande organismer. Ytterligare klassificerade hälsofaror är organtoxiskt för centrala nervsystemet, blodet och njurar genom upprepad exponering via inhalation och intag. IARC har klassificerat oorganiskt bly som misstänkt cancerframkallande (IARC 2006).

### 7.4.2.4 Hälsorisker

Till skillnad från vanligt byggdamm är blyhaltigt damm toxikologiskt betydelsefullt även vid låga exponeringsnivåer, särskilt i miljöer där barn vistas. Bly kan ansamlas i kroppen, framför allt i skelettet, och påverka flera organsystem. Särskilt känsliga effekter gäller nervsystemets utveckling hos foster och barn (WHO 2010). Hos vuxna kan exponering bland annat påverka blodbildning, njurfunktion, blodtryck och nervsystem. Eftersom bly saknar känd säker exponeringsnivå för vissa hälsoeffekter, särskilt neurotoxiska effekter hos barn, är förebyggande åtgärder mest kritiska.

## 7.4.3 Dioxiner och dibensofuraner

### 7.4.3.1 Bakgrund och historik

Föroreningsgrupperna dioxiner och dibensofuraner är polycykliska aromatiska och klorerade organiska ämnen. Varken dioxiner eller dibensofuraner har tillverkats kommersiellt varför bildningen som skett varit oavsiktlig (IARC 2012). Från 1950-talet och framåt har produktionen av klorerade aromatiska kolväten, som polyklorerade bifenyler, pentaklorfenol och växtskyddsmedlet DDT, ökat i omfattning vilket även har gett upphov till ökade mängder dioxiner

som oönskad biprodukt. Dioxiner och dibensofuraner bildas även vid brandutveckling där otillräcklig förbränning i kombination med förekomst av kloridjoner orsakar bildning av föroreningarna. Förbränning av avfall med höga kloridhalter, som plast av typen polyvinylklorid samt när stor andel klorerade flamskyddsmedel och stabilisatorer (klorparaffiner) finns i avfallet (IARC 2012). Förbränning av hushållsavfall och biobränsle har varit en betydande källa till bildning och spridning av dioxiner till innemiljön, adsorption till damm med exponeringsrisk via inandning (Tue et al. 2013).

Totalt har hundratals olika dioxiner identifierats varav en andel har toxiska egenskaper. Varianten med högst toxicitet är 2,3,7,8-Tetraklorodibenso-p-dioxin, vanligen kallad TCDD, och ämnet bedöms vara ett av de giftigaste som existerar.
För dibensofuraner är motsvarande ämne 2,3,7,8-substituterad polyklorinerad dibensoparadioxiner med förkortningen PCDD (IARC 2012).
Den dominerande källan när föroreningarna sprids från byggmaterial är förekomst av pentaklorfenol som träskyddsmedel.

#### 7.4.3.2 Spridning och exponering

De mest toxiska dioxinerna är starkt hydrofoba ämnen med låg flyktighet, stark fastläggning till ytor och organiskt material samt har starka bioackumulerande egenskaper. Spridning sker huvudsakligen via transport av partiklar och organiskt material i luft och vatten.
Partikulär spridning av finfraktioner från förbränningsanläggningar, flygaska, har tidigare varit en betydande källa till atmosfäriskt nedfall av dioxiner och dibensofuraner men under senare år har ökade krav på minskade utsläpp, effektivare förbränning och rökgasrening resulterat i reducerade utsläpp.

Exponering för människor domineras av inandning av partiklar och intag via feta livsmedel, som mejeriprodukter, kött och fet fisk. Upptag kan ske direkt genom absorption genom kontakt med hud och slemhinnor eftersom de starkt hydrofoba egenskaperna innebär transport genom cellväggar.

Humanexponering domineras med 90 % av upptaget via livsmedel följt av. I byggnader sker högst exponering från inandning av luft, intag av dammpartiklar och i undantagsfall hudkontakt med träskyddsbehandlat virke (Rathna et al. 2018).

#### 7.4.3.3 Faroklassificering

EU:s klassificering av de mest toxiska kongenerna följer den harmoniserade med:

| | |
|---|---|
| Cancerogenitet 1A | Kan orsaka cancer |
| Reproduktionstoxicitet 1B | Kan skada eller misstänks skada fertiliteten eller det ofödda barnet |
| Akut toxicitet 2 | Dödligt vid förtäring, hudkontakt eller inandning |
| Specifik organtoxicitet RE1 | Orsakar organskador vid långvarig eller upprepad exponering |

Ämnena är även klassificerade som POP-, PBT-, vPvB- samt CMR-ämnen.

#### 7.4.3.4 Hälsorisker

Dioxiner och dioxinliknande ämnen tillhör de mest toxiska mänskligheten känner till. Akuta allvarliga effekter vid direkt exponering av TCDD är dödlighet oavsett exponeringsvägar som inandning, intag eller hudkontakt (IARC 2012). Andra akuta effekter är frätskador på hud och ögon, yrsel, illamående, kräkningar och svaghet. Kroniska effekter är utveckling av autoimmuna sjukdomar, klorakne, skador på inre organ som lever, blodbildning samt centrala och perifera nervsystemet (Pelclová et al. 2006).

Kroniska långtidseffekter med utveckling av cancer och reproduktionsförmågan har konstaterats vid en omfattande genomgång av relevant publicerad litteratur (IARC 2012).

### 7.4.4 Flyktiga organiska ämnen, VOC

#### 7.4.4.1 Bakgrund och historik

Volatile organic compounds (VOC), eller flyktiga organiska ämnen på svenska, är ett samlingsnamn för organiska ämnen, med lägre molekylvikt och olika funktionella grupper. När storleken på molekylerna ökar minskar flyktigheten och man övergår till begreppet semi volatila organiska ämnen SVOC med högre kokpunkter. Exempel på vanligt förekommande VOC är alifatiska kolväten upp till 16 kolatomer, aromatiska kolväten med 6 till 12 kolatomer ungefär samt ett antal olika funktionella grupper som alkoholer, aldehyder, ketoner, aminer, karboxylsyror och halogener vilka påverkar flyktigheten på olika sätt och omfattning.
Mest flyktiga är de alifatiska kedjorna som i naturgas, gasol och fordonsbränsle.

Historiskt, sedan 1800-talet, har organiska lösningsmedel använts i allt större omfattning och användningsområden. Byggmaterial med petroleumbaserade råvaror och beståndsdelar har nästan uteslutande haft inblandning av lösningsmedel i tillverkningsprocesserna.

#### 7.4.4.2 Faroklassificering och toxicitet

Toxiciteten hos olika VOC beror helt på de kemiska egenskaperna och sättet olika funktionella grupper interagerar med organismer och stör metaboliska

processer så att toxiska effekter uppkommer. Hälsoeffekterna av VOC-exponering kan inte utvärderas på gruppnivå eftersom typ av effekt och dos-respons-förhållanden varierar stort varför varje VOC måste utvärderas enskilt. Detta återspeglas även i hur olika kemiska ämnen faroklassificeras och riskbedöms gällande effekter på människors hälsa inom EU, Sverige och globalt.

Enskilda VOC med vissa gemensamma kemiska egenskaper kan ha liknande hälsoeffekter vilket kan ses i faroklassificeringen. Det gäller vissa enkla alifatiska och aromatiska kolväten men det är en regel med många undantag. Bensen, den minsta aromatiska kolväteföreningen, är cancerframkallande med stark bevisföring. Naftalen, som är nästa aromat i ordningen med två bensenringar, har inga påvisade genotoxiska effekter. Liknande gäller för toluen, etylbensen och xylen, vilka består av en bensenring med små påkopplade funktionella grupper, vilka ej identifierats ha genotoxiska effekter. Formaldehyd är den enklaste aldehyden med kända hälsoeffekter och en klassificering som cancerframkallande (Salthammer 2010). Andra exempel förekommer och referensvärdena varierar stort för luftkoncentrationer med (Naturvårdsverket 2009):

| VOC-ämne | Enhet | Referensvärde | Typ av referensvärde |
|---|---|---|---|
| Bensen | µg/m3 | 1,7 | $Risk_{inh}$ |
| Toluen | µg/m3 | 260 | Rfc |
| Etylbensen | µg/m3 | 770 | Rfc |
| Xylen | µg/m3 | 100 | Rfc |
| Alifater C6-C8 (typ bensin) | µg/m3 | 6000 | Rfc |
| Formaldehyd | µg/m3 | 100 | $Risk_{inh}$ |

Slutsatsen blir att VOC inte kan utvärderas som en grupp ämnen avseende faroklassificering och hälsofaror. Enskilda gasformiga organiska ämnen är däremot viktiga föroreningar som kan påverka människors hälsa i inomhusmiljö, t.ex. formaldehyd (Khoshakhlagh et al. 2025).

## 7.4.5 Kadmium

Kadmium (Cd) är en tungmetall som historiskt haft flera funktionella användningar i byggmaterial. Främst har användningen varit i PVC-plaster med kadmiumbaserade stabilisatorer i kablar, golv, mattor, plastfolier, pigment med kadmiumsulfid/-selenid i färger, plast och lack (gula, orange, röda kulörer), korrosionsskydd med kadmiumplätering av stål (skruv, beslag, ventilationskomponenter), fogmassor och tätningsmaterial med innehåll av kadmium som förorening eller pigment, keramiska byggmaterial och glasyrer med kadmiumpigment i färgade glasyrer med starkt gula, orange och röda färger, återvunna produkter och material med oavsiktligt innehåll av föroreningar.

### 7.4.5.1 Spridning och exponering

Ämnet förekommer ej i flyktig form och var en komponent i fasta material. Spridning sker via partiklar från slitage, vittring och nötning. Partikelbunden kadmium kan spridas från nedbruten plast, färgskikt eller metallkorrosion eller från aktiviteter som slipning, sågning och annat vid rivning och renoveringsarbeten. Äldre kvarlämnat damm kan innehålla ackumulerad kadmium.

Exponering sker främst via inandning av partiklar samt damm.

### 7.4.5.2 Faroklassificering

Kadmium och kadmiumföreningar är klassificerade med harmoniserade faroklasser enligt CLP och som särskilt farligt ämne på SVHC-listan till REACH. Hälsoklassificeringarna är cancerframkallande 1B kan orsaka cancer, orsakar organskador vid långvarig kronisk exponering, akut toxiskt vid inandning och oralt intag.

### 7.4.5.3 Hälsorisker

Ämnen med kadmium är mycket giftiga och ackumuleras i kroppen, har en mycket lång halveringstid och orsakar skador även vid låga halter i vävnader. Njurskador med proteinuri är en kritisk effekt vid exponering i låga doser. Skelettet påverkas genom störning i kalcium och vitamin D metabolismen med effekter som benskörhet som följd. Studier i arbetsmiljön har påvisat ökad risk för lungcancer, kemisk lunginflammation och lungödem efter exponering av kadmiumhaltigt damm (WHO 1992).

## 7.4.6 Kvicksilver

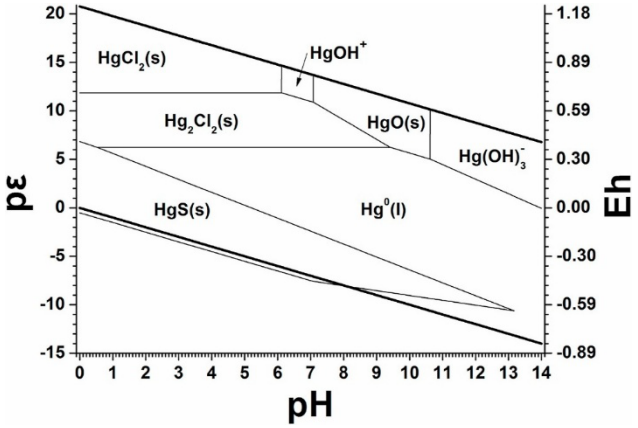
### 7.4.6.1 Bakgrund och historik

Grundämnet kvicksilver är en metall med unika egenskaper, som att vara i flytande form vid rumstemperatur. Ämnet har mycket god ledningsförmåga för värme och elektrisk ström vilket samtidigt med sin flytande form ligger till grund varför användningen varit mycket omfattande. I byggnader där innemiljön kan påverkas har kvicksilver använts i elektronisk utrustning som termostater, brytare, reläer, ljuskällor samt som konserveringsmedel, pigment och katalysator i eller vid tillverkning av färger samt produkter med PVC och polyuretan.

Användningen totalförbjöds 2009 och Naturvårdsverket har flera publikationer om kvicksilver och var riskerna för spridning och exponering föreligger (Naturvårdsverket 2016a).

### 7.4.6.2 Spridning och exponering

Egenskaperna hos kvicksilver, som gjort ämnet användbart, gör ämnet lätt att spridas och exponera både människor och miljön på olika sätt. Ämnet kan inte destrueras utan enbart ombildas mellan olika kemiska former. Mängden som förekommer på jorden är konstant och det är människans arbete med att uppkoncentrera kvicksilver som utgör grunden till den skadliga exponeringen som kan ske. Beroende på omgivningsparametrar kan kvicksilver förekomma i olika former vilka kan ses i figur 7.10.




Figur 7.10 Pourbaixdiagram för kvicksilver och inverkan som pH och redoxpotential har (från: Spyropoulou et al. 2022).

Pourbaixdiagrammet visar vilka kemiska former som oorganiskt kvicksilver förekommer beroende av surhetsgrad och redoxpotential (syrerik eller syrefattig omgivning). Grundformen, $Hg^0$ förekommer vid pH intervallet 1–14 där miljön kan vara både aerob och anaerob. Typiskt förekomst i byggnader där spill och spridning kontaminerat porösa byggmaterial är pH neutralt till starkt basiskt och aerob. Oavsett ursprunglig form så kan förekomsten övergå till den mest spridningsbenägna grundformen av ämnet.

Kvicksilverklorider, som använts i pigment och konserveringsmedel i färger och material, var ursprungligen i fasta former som med tiden och i kontakt med basiska material övergår till grundformen. Exponeringen i byggnader domineras därmed av luftburna ångor med inandning som exponeringsväg.

### 7.4.6.3 Faroklassificering

Elementärt kvicksilver har harmoniserad faroklassificering inom EU enligt:

| | |
|---|---|
| Akut toxiskt 2 | Dödligt vid inandning |
| Reproduktions-toxiskt 1B | Kan skada det ofödda barnet |
| Specifikt organtoxiskt kronisk exponering 1 | Organskador genom lång eller upprepad exponering, särskilt skadligt för centrala och perifera nervsystemet samt njurar |
| Ekotoxiskt akut 1 och kroniskt 1 | Mycket giftigt akut och kroniskt för vattenlevande organismer, långtidseffekter |

Icke harmoniserad internationell klassificering finns genom IARC där metylkvicksilverföreningar klassificeras som möjligen cancerframkallande för människa, grupp 2B.

### 7.4.6.4 Hälsorisker

Vid innemiljöexponering är målorganen främst centrala nervsystemet, njurar, samt vid högre exponering även lungor. WHO (2014) anger att kvicksilver kan påverka nervsystem, matsmältning, immunsystem, lungor och njurar, och att foster och små barn är särskilt känsliga. Biotillgängligheten för inhalerad kvicksilverånga har bestämts till ungefär 80 %. Skador på människors hälsa som dokumenterats vid kronisk långtidsexponering vid låga till måttliga halter via inandning och intag via föda är:

| | |
|---|---|
| Nervsystemet | Tremor, irritabilitet, minnes-/koncentrationsproblem, trötthet, sömnproblem, parestesier, depression |
| Njurar | Nedsatt reningsförmåga, proteinuri vid högre/kronisk exponering |
| Luft- och andningsvägar | Irritation, kemisk lung-inflammation vid högre doser |
| Foster och barn | Fortplantningstoxiskt, särskilt skadligt för utveckling av nervsystemet |
| Hud och slemhinnor | Irritation |

Den europeiska livsmedelsmyndigheten, EFSA, gör bedömningen att exponering för kvicksilver inte ska bedömas isolerat utan i relation till total exponering via inandning och intag via föda, särskilt metylkvicksilver från fisk. Naturvårdsverket har tagit fram referenskoncentration i luft för total kvicksilver, Rfc = 0,2 µg/m³. Till detta ska tolerabelt veckointag (TWI) via födointag beaktas så att den totala exponeringen inte överstiger 4 µg/kg kroppsvikt/vecka (EFSA 2012). Typiska bakgrundskoncentrationer av kvicksilver i utomhusluften ligger från ca 0,1 till låga ng/m³.

De svenska arbetsmiljökraven är särskilt stränga beträffande arbeten som utförs med risk för miljöexponering från vissa ämnen med kvicksilver som det ena. Medicinska kontroller krävs med regelbundna blod- och urinprover för analyser av kvicksilver. Tjänstbarhetsintyg utfärdas enbart då

nivåerna underskrider gränsvärdena. Bly, kadmium och asbest är exempel på andra ämnen där medicinska kontroller krävs.

## 7.4.7 Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)

### 7.4.7.1 Historik och bakgrund

Ämnesgruppen polycykliska aromatiska kolväten är naturligt förekommande ämnen som bildas vid ofullständig förbränning av organiskt material. Antropogena processer som förbränning av fossila och biobaserade bränslen i värmekällor och fordon är andra exempel där PAH-ämnen bildas. Funktionell grupp för ämnena är bensenringar där minsta PAH-ämnet är naftalen med två ringar. Totalt finns tusentals olika varianter av PAH och alla är inte hälsofarliga.

PAH luktar starkt av rökig tjära, inte att förväxlas med trätjära, och användningen industriellt har varit som restprodukt från stenkolstjära och petroleumraffinering. Kreosot, destillat av stenkolstjära, och andra blandningar av PAH-ämnen har använts i olika applikationer, som träskyddsmedel, lim, fuktspärr, glidskikt och takpapp, sedan 1800-talet. Naftalen, den minsta och mest lättflyktiga av PAH:erna, har använts som lösningsmedel i bränslen samt som antimalmedel i malbollar. Asfalt innehöll före 1970-talet ofta rester från stenkolstjära och petroleumraffinering, vanligen kallad tjärasfalt.

Ett omfattande utvärderingsarbete har utförts av WHO, US-EPA och andra organisationer gällande toxiciteten hos PAH-ämnen. Slutsatserna blev att 16-PAH med särskilt toxiska egenskaper valdes ut enligt EPA:s kriterier med benämningen 16-PAH (Samburova et al. 2017).

### 7.4.7.2 Spridning och exponering

Ämnesgruppen har starkt hydrofoba egenskaper med ökad molekylvikt och antal ringar. Varianterna med hög molekylvikt och låg flyktighet, PAH-H, sprids långsamt via diffusion i material. Störst spridning sker då partiklar frigörs för vidare spridning. Låg och medeltunga PAH-ämnen har stor till medelstor flyktighet varför viss spridning sker till luft i ångfas samt i viss utsträckning via diffusion i porösa material.

Människor exponeras via inandning av ångor och partiklar samt via upptag genom huden vid direktkontakt med förorenat material och intag av livsmedel med höga halter. Exponering via inandning har stark korrelation till små partiklar, som PM2.5, framför allt gällande långtidseffekter som mutationer och utveckling av cancer (WHO 2021).

De tyngre PAH har bioackumulerande och persistenta egenskaper vilket innebär att adsorberade PAH-ämnen anrikas i fettvävnaden och näringskedjan. För allmänheten sker störst exponering via inandning och intag av mat (EU-kommissionen 2021).

En sentida företeelse med risk för PAH exponering är konstgräsplaner där granulat av gummi från materialåtervinning av bildäck används. Flera fall av höga halter har upptäckts vid kontroller varför EU-kommissionen tagit beslut om begränsning av innehållet gällande PAH-ämnen till 20 mg/kg vid användning på konstgräsplaner och lekplatser. Gummipelletsen sprids även till innemiljön om än i mindre omfattning på individnivå så innebär det oavsiktlig spridning vilken ska begränsas enligt EU-förordningen (EU-kommissionen 2021).

### 7.4.7.3 Faroklassificering

ECHA har klassificerat 8 av 16-PAH som cancerframkallande med upptag på REACH begränsningslista (EU-kommissionen 2021). De utvalda ämnena är benso[a]pyren, benso[e]pyren, benso[a]anthracen, krysene, benso[b]fluoranthen, benso[j]fluoranthen, benso[k]fluoranthen och dibenso[a,h]anthracen vilka samtliga ingår vid analyser av 16-PAH.

IARC har klassificerat flera PAH-ämnen som cancerframkallande. Den harmoniserade klassificeringen och antagen industriklassificering för 8-PAH är:

| | |
|---|---|
| Cancerogenitet 1A | Kan orsaka cancer |
| Mutagenitet 1B | Kan orsaka genetiska defekter |
| Reproduktions-toxicitet 1B | Kan skada eller misstänks skada fertiliteten eller det ofödda barnet |
| Fara vid aspiration | Kan vara dödligt vid förtäring om det kommer ner i luftvägarna. |
| Irriterande på huden | Orsakar irritation på huden |
| Hudsensibiliserande | Kan orsaka allergi- eller astmasymtom eller andningssvårigheter vid inandning |

För PAH i produkter, material och avfall finns särskilda gränser korrelerat till innehållet av benso(a)pyren (BaP) och blandningar. 16-PAH har en gräns på 1000 mg/kg och BaP en enskild koncentrationsgräns om 50 mg/kg för klassificering som cancerframkallande.

### 7.4.7.4 Hälsorisker

Omfattande dokumentation över lång tid har visat på allvarliga hälsorisker med flera PAH-ämnen. Kolverksarbetare var en särskilt utsatt grupp med mycket hög daglig exponering av PAH. Allvarliga hälsoskador uppkom med fall av lungcancer med förtida mortalitet, problem med

fortplantningsförmåga och sjukdomar i andningsvägarna som exempel. IARC genomgång av hälsoriskerna med PAH visade entydigt på ökad risk för lungcancer (IARC 2012).

Det finns en stark korrelation mellan exponering och hälsoeffekter från PAH med förbränning där brand- och rökpåverkat (även tobaksrök) byggmaterial kan vara en källa till exponering (WHO 2021).

Toxiciteten för BaP liknar den för dioxinen 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) genom mekanismerna som orsakar mutationer och ger upphov till cancer (WHO 2021). Indikationer finns att andra PAH har högre toxicitet än BaP men dataunderlaget är ännu inte tillräckligt (WHO 2021).

Icke-genotoxiska effekter som påvisats är risk att utveckla astma, kronisk obstruktiv lungsjukdom (KOL), inflammation, autoimmuna sjukdomar och kardiovaskulära sjukdomar (WHO 2021).

Livstidsexponering av de cancerogena PAH ger en ökad risk för lungcancer som korrelerar linjärt med exponeringsdos. Den accepterade enhetskoncentrationen för PAH i luft, $Risk_{inh}$, utvärderas mot BaP-ekvivalenter där risken att 1 extra fall av lungcancer på 100 000 individer har beräknats till 0.6 ng/m$^3$ luft under 70 års livstidsexponering (Naturvårdsverket 2016b). Övriga PAH likhet med BaP används för att beräkna toxicitetsekvivalenter (TEF) som därefter kan summeras till motsvarande totalhalt av BaP-ekvivalenter och utvärderas mot $Risk_{inh}$. Värt att notera är risken att utveckla cancer aldrig blir noll utan risken minskar linjärt med livstidsexponeringen och riskerna från annan exponering som ökar risken behöver beaktas, som radon och asbest.

I byggnader och byggmaterial ger det hälsoriskbaserade referensvärdet konsekvensen att halterna i material begränsas med utgångspunkt i exponeringsriskerna. Vid återanvändning av jord i boendemiljö med livstidsexponering ligger gränsvärdet för PAH-M 3,5 mg/kg och PAH-H 1 mg/kg (Naturvårdsverket 2016b). Då ingår riskerna som uppkommer vid odling av grönsaker upp till 10 % av det årliga intaget. Halterna kan jämföras med de 10000-tals mg/kg som förekommer i stenkolstjära och impregnerad syllpapp vilka ger oacceptabla nivåer i innemiljön.

## 7.4.8 Poly- och perfluorerade organiska ämnen

### 7.4.8.1 Bakgrund och historik

Fluorsubstituerade organiska ämnen förekommer ej naturligt eftersom kol-fluorbindningen kräver mycket hög aktiveringsenergi för att bildas. Med undantag för vulkanutbrott är det inte möjligt för naturen att skapa kol-fluorbindningar varför alla fluorerade organiska ämnen som påträffas är mänskligt tillverkade. På motsvarande sätt krävs det hög energi för att bryta kol-fluorbindningen vilket är anledningen till att ämnena är mycket persistenta. Detta är anledningen till att freoner klarade av att spridas upp till stratosfären och, först när högenergetisk UV-strålning med korta våglängder, där katalysera nedbrytning av det skyddande ozonlagret. Freoner är exempel på kortkedjiga polyfluorerade ämnen varav några även kan definieras som perfluorerade vilket innebär att samtliga väteatomer substituerats mot fluoratomer (Naturvårdsverket 2025c). Under 1970-talet utvecklades teorier om klimatskadliga effekter med ozonnedbrytning men brytpunkten kom i mitten av 1980-talet då korrelationen mellan fluorerade organiska ämnen och nedbrytning av ozon publicerades. FN:s klimatmöte i Montreal 1987 ledde fram till regulatoriska åtgärder och förbud mot ozonnedbrytande ämnen, som freonerna, med Montrealprotokollet som resultat.

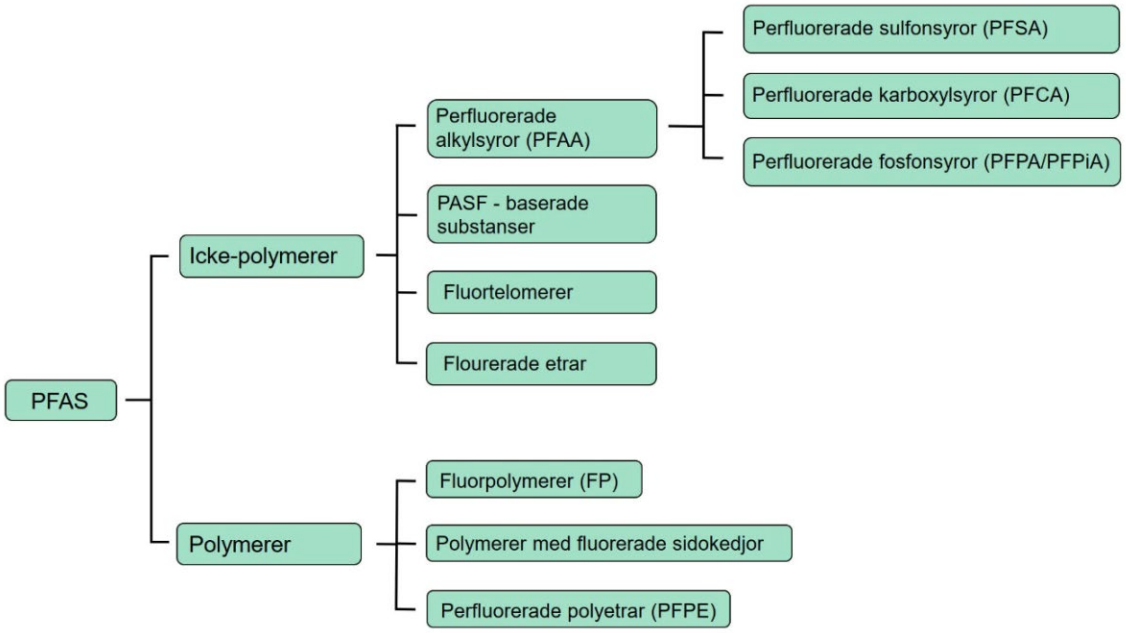
Kol-fluorkemin utvecklades och blev kommersiell under 1930–1950-talet med produkter som freoner i köldmedium och PFAS i brandskum och senare med välkända varunamn som Teflon och Goretex. Regulatoriska åtgärder för PFAS ämnen försenades delvis då det saknades analysmetoder för bestämning av enskilda PFAS-analyter i biologiska prover till slutet av 1990-talet (Kemikalieinspektionen 2021). I Sverige har det aldrig tillverkats PFAS kommersiellt.

### 7.4.8.2 Egenskaper och användning

Ämnesgruppen PFAS med högfluorerade organiska ämnen är mycket stor, omfattande och komplex med > 10 000 olika ämnen. Grundstrukturen är att den organiska sidokedjan är fullständigt fluorsubstituerad följt av ett antal varianter med polymera strukturer eller olika funktionella grupper som alkohol-, karboxylsyra- och sulfonsyragrupper, se figur 7.11 för övergripande schematisk indelning av PFAS-ämnena (Kemikalieinspektionen 2021).

Det finns utförliga litteraturgenomgångar av de olika PFAS-grupperna. Gällande de enskilda PFAS-ämnena så sker det ständigt nya upptäckter som publiceras, regleras och åtgärdas. Beskrivningarna i detta dokument blir översiktliga och detaljerad information kan hittas på kemikalieinspektionens och andra myndigheters hemsidor.

Tekniskt varierar egenskaper stort men många av de mest attraktiva egenskaperna har varit svårnedbrytbarhet, kemisk stabilitet, låg reaktivitet och tensidegenskaper med hydrofoba sidokedjor och hydrofila funktionella grupper, som karboxylsyror (OECD 2021).




Figur 7.11 Schematisk bild av PFAS-ämnenas strukturella indelning (från Kemikalieinspektionen 2021).

Brandskum är ett tydligt exempel där dessa egenskaper kommer till sin fulla rätt. Kemisk stabilitet mot höga temperaturer, reaktiva specier i bränder och tensidegenskaper med kraftigt skumbildande egenskaper ger exemplariska egenskaper som skumbildande brandsläckningsmedel (Kemikalieinspektionen 2021). Teflon i matlagningsutrustning är ett annat exempel där persistens och hydrofoba egenskaper kommit till sin rätt.

I byggmaterial kan PFAS förekomma i produkter och genom tillförsel från andra produkter. I material där brand- och flamskydd krävs har PFAS använts med exempel som fog- och tätningsmassor, kabelhöljen, textila material i möbler, golvprodukter och isolerglas (Kemikalieinspektionen 2015a). Material med krav på vatten- och lufttäthet är ett annat användningsområde där PFAS kan påträffas, som i tätskikt i våtrum, ångbroms i fasadsystem, tätskiktssystem för yttertak, ytbeläggningar och färgsystem med smuts- och vattenavvisande egenskaper och tejp. Akustikdämpande isolering och konstgräs är ytterligare exempel där PFAS har använts.

Betong kan innehålla PFAS som tillsats för att förhindra krympning, erhålla smutsavvisande yta, minska vatteninnehållet vid tillverkningen, binda damm och öka vidhäftningen (Gaines 2023).

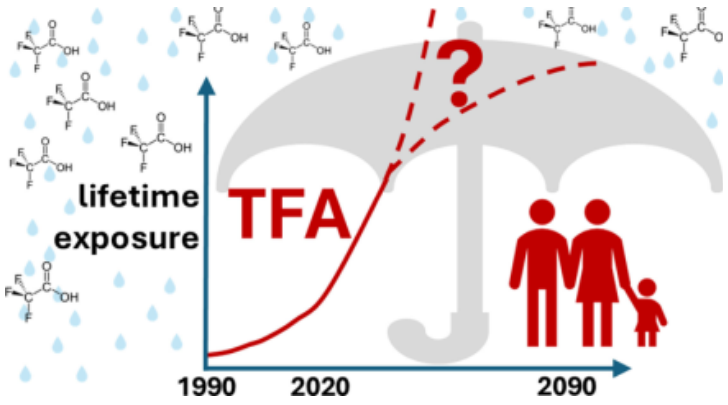
Trifluorättiksyra (TFA) är det minsta PFAS-ämnet enligt OECD-definitioner med innehåll av en $CF_3$-grupp. TFA tillhör gruppen ultrakorta PFAS-ämnen vilka är persistenta och mobila med mycket god spridningsförmåga (Nielsen et al. 2024).

#### 7.4.8.3 Spridning och exponering

För PFAS-ämnen med låg vattenlöslighet sker spridning främst via partiklar och direktkontakt med organiskt material. Exponeringen sker primärt via intag av mat och dryck följt av kontakt med vattenavvisande textila material som kläder, mattor, möbler och rengöringsprodukter samt via inandning av PFAS i damm och polymera partiklar (ATSDR 2024).

För PFAS-ämnen med hög vattenlöslighet, som TFA, kan bildning och spridning ske efter nedbrytning och omvandling av större PFAS-ämnen. Spridningen av de ultrakorta PFAS-ämnena är mycket god via vatten vilket i kombination med mycket hög svårnedbrytbarhet har visat sig bidra till ackumulativa effekter i växter. Detta är ett beteende som skiljer sig från historiska föroreningar, och PFAS med hög molekylvikt, vilka ofta har PBT-egenskaper som bioackumuleras tack vare extremt låg vattenlöslighet.

Förklaringen till att TFA ökar i miljön är att användningen av ämnet ökat och att förekomsten av PFAS-ämnen som kan brytas ner till TFA succesivt har ökat tack vare sina persistenta egenskaper (Arp et al. 2024) (se figur 7.12).




Figur 7.12 Schematisk figur som beskriver den ökade miljöexponeringen av TFA genom åren (från: Arp et al. 2024).

#### 7.4.8.4 Faroklassificering

Hälsofaror och klassificering av faror enligt CLP finns ej för samtliga PFAS-ämnen utan enbart för de som avsiktligt tillverkats och förekommer inom EU. PFOS, PFOA och PFNA har en klassificering som reproduktionstoxiska, misstänkt cancerframkallande och listade som utfasningsämnen i POP-förordningen.

Trifluorättiksyra har nyligen klassificerats inom EU som reproduktionstoxiskt och misstänkt organskadligt för levern.

#### 7.4.8.5 Hälsorisker

Studier om hälsoeffekter finns främst från djur där man observerat effekter på lever, blodfetter, sköldkörtel, immunförsvaret och fortplantningsförmågan. De observationer som finns från studier på exponerade människor gäller effekter som ökade blodfetter, leverskador samt lägre födelsevikt (Kemikalieinspektionen 2026).

#### 7.4.8.6 Regulatoriska avgränsningar

För vissa PFAS ämnen, som perfluoroktansulfonsyra (PFOS), PFOA-salter och PFOA-besläktade föreningar gäller förbud mot användning inom EU. Ämnena är upptagna på POP-listan och endast viss oavsiktligt innehåll tillåts med gränsvärdena som gäller från december 2025:

- PFOS eller något av dess salter, max 0,025 mg/kg
- Summan av alla PFOS-besläktade ämnen: max 1 mg/kg

För återbrukade och materialåtervunnet byggmaterial gäller således de uppdaterade haltgränserna för PFOS.

ECHA:s vetenskapliga kommittéer för riskbedömning (RAC) och socioekonomisk analys (SEAC) utvärderar förslag att sektorsvis säkerställa en grundlig granskning av ingående data. Hittills har preliminära slutsatser tagits fram för vissa sektorer, inklusive konsumentprodukter, kosmetika, skidvalla, metallplätering och petroleumprodukter. Mer än 5600 kommentarer från tredje parter har mottagits under en sex månaders konsultation, vilket har bidragit till att förbättra informationen om PFAS och identifiera nya användningsområden.

Förslaget innehåller två huvudsakliga restriktionsalternativ: ett totalförbud eller ett förbud med tidsbegränsade undantag. Ytterligare restriktionsalternativ övervägs också för att uppnå målet att kraftigt minska PFAS-utsläppen under deras livscykel. Kostnaderna för att åtgärda PFAS-föroreningar beräknades för restriktionsalternativen med resultatet att nuvarande nivåer inom kan kosta EU 440 miljarder Euro år 2050 (EU kommissionen 2026).

Ett regeringsuppdrag har genomförts 2022–2025 med syfte att undersöka hur spridningen av PFAS från förorenade områden kan hindras, med finansiering från saneringsanslaget. Naturvårdsverket har samarbetat med flera myndigheter och organisationer, inklusive SGU, SGI, Trafikverket, Försvarsmakten, Folkhälsomyndigheten, Livsmedelsverket, Boverket, länsstyrelser, kommuner, MSB, Vattenmyndigheterna och Chalmers i olika delprojekt (Naturvårdsverket 2025a).

I den nyligen publicerades Nationell handlingsplan för PFAS (Regeringskansliet 2026) anges: *De pågående forsknings- och innovationsprojekten som Forskningsrådet för miljö, areella näringar och samhällsbyggande finansierar omfattar ett brett spektrum av inriktningar, från hälso- och miljöeffekter till policyfrågor och tekniska lösningar. Dessa projekt omfattar exempelvis PFAS i cirkulär ekonomi och återvinning, teknik för rening av PFAS i vatten, metoder för sanering av PFAS-förorenad mark, risker med PFAS i primärproduktionen, hälsoeffekter hos människor och djur, miljöeffekter samt frågor om policy och förvaltning.*

### 7.4.9 Polyklorerade bifenyler (PCB)

#### 7.4.9.1 Historik och bakgrund

Polyklorerade bifenyler är en ämnesgrupp med två sammanlänkade bensenringar och olika antal och positioner för klorsubstitution med totalt 209 isomera former. Lågklorerade PCB-typer har högre ångtryck och lägre affinitet till partiklar och organiskt material jämfört med högklorerade. Vattenlösligheten är låg oavsett PCB-typ med minskande trend när klorsubstitutionen ökar.



Figur 7.13 Fogmassa där det mjukgörande och UV-skyddande tillsatserna börjat mista sin tekniska funktion (foto: M Theorin).

Toxikologiskt liknar vissa former av PCB den hos de mest toxiska dioxinerna genom strukturella likheter som involverar samma toxikologiska mekanismer. Inom EU har totalt tolv PCB-isomerer identifierats som dioxinlika varav PCB-126 har högst toxicitet med ca 10 % av den för TCDD, vilken är den mest toxiska dioxinen.

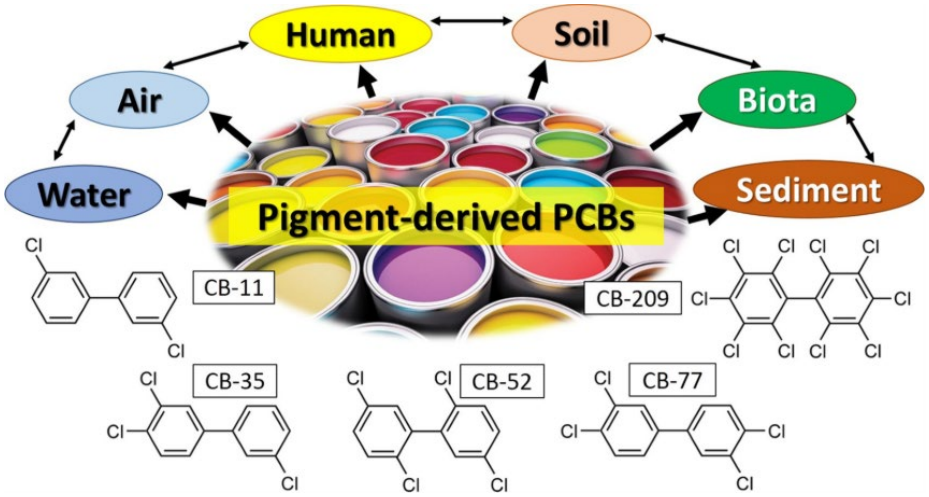
I Sverige har PCB använts i elektronisk utrustning från 1930-talet och i byggmaterial från mitten av 1950-talet. Fog- och tätningsmassor var det dominerande byggmaterialet där PCB användes fram till förbudet 1973. Halkfria golvprodukter, som acrydurgolv, användes (ca 1956–1973) i lokaler där täthet och regelbunden rengöring krävdes med exempel som storkök och sjukhus. Förseglingsmassa i isolerglaskassetter innehöll PCB under åren 1956–1980 ca. Dessa material är det krav på att inventera och sanera bort enligt förordningen om PCB-produkter (SFS 2009:19) (se figur 7.13).

Tillverkning av PCB gjordes som olika tekniska blandningar med olika innehåll av PCB-typer beroende på de tekniska egenskaperna som efterfrågades, som mjukgörande, isolerande, flamskyddande och kemisk inert olja.

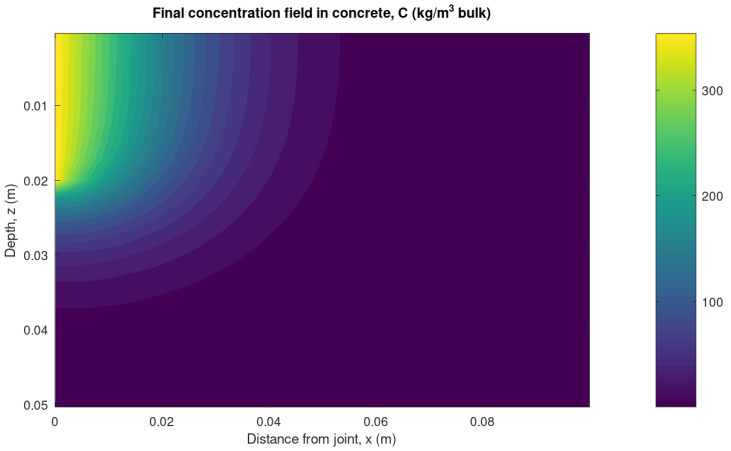
Oavsiktlig förekomst av PCB-ämnen har identifierats i organiska och oorganiska pigment i färger(Hu & Hornbuckle 2010). Tillverkningen av pigmenten inkluderade klorinnehållande ämnen och höga temperaturer varvid mer än 12 dioxinlika PCB-kongener identifierats i koncentrationer upp till 3400 mg/kg (Jartun et al. 2009, Anezaki & Nakano 2014), se figur 7.14.

#### 7.4.9.2 Spridning och exponering

Tillverkning, användning och spridning av PCB orsakade exponering via hudkontakt, inandning och oralt intag på grund av ämnenas toxiska, bioackumulerande och persistenta egenskaper. Totalt sett har PCB använts omfattande och egenskaperna hos ämnena har möjliggjort spridning




Figur 7.14 Illustrativ bild med pigment som källa till PCB-föroreningar med spridnings- och exponeringsvägar (från: Hoang et al. 2021).




Figur 7.15 Analytisk plott som visar spridning av PCB från en 20 mm bred fogmassa till betong, modellberäkningar gjorda i GNU Octave (utfört av M Theorin).

miljömässigt så att människor, trots förbud mot nyinstallation sedan 1970-talets början, fortfarande exponeras via intag av livsmedel där bioackumulering är en betydande riskfaktor. De olika isomererna förekommer som oljedroppar vid höga koncentrationer och typiskt i fogmassor var halterna upp till 30 vikt-% eller mer. Spridning av PCB via diffusion har påvisats från fogmassor till betong, tegel och trä (Andersen et al. 2020). Spridningsberäkningar av diffusion (med diffusionskoefficienter framtagna av Andersen et al. 2020) enligt Ficks lag och 40 års exponeringstid följt av ytterligare 15 års diffusion kan ses i figur 7.15.

Andra källor till exponering av PCB för människor är felaktig avfallshantering av bygg- och rivningsavfall med förbränning där vissa PCB-kongener klarar de höga temperaturerna. Emissioner med PCB i rökgaser sprids vidare till miljön där människor exponeras genom olika vägar (intag av mat, inandning av partiklar). Resultat från olika studier har visat på högre halter av PCB i urban luft jämfört glesbygd (The Danish HMA 2013). Inomhus har luftkoncentrationer av PCB med 300–3000 ng/m$^3$ i bostäder visats kunna ge en daglig exponering av 6000–60000 ng PCB. Spridning och exponering av lågklorerade PCB-isomerer skiljer sig dock från isomererna som typiskt fås via intag av fisk där högklorerade och mer bioackumulerande varianter absorberas.

#### 7.4.9.3 Faroklassificering

PCB-ämnen är som grupp upptagna i POPs-förordningen med totalt förbud mot tillverkning och användning. Dioxinlika PCB ämnen har identifierats av WHO med följande isomerer PCB 77, 81, 105, 114, 118, 123, 126, 156, 157,167, 169 och 189. Dessa har toxiska egenskaper likt TCDD och haltinnehåll räknas därav om via toxicitetsekvivalenter, TEF, till motsvarande dioxinhalt (EFSA 2026).

Ämnen som tillverkats och placerats på EU:s marknad har klassificering av faror enligt kraven i CLP-förordningen. Eftersom farorna för de dioxinlika isomererna är desamma som för TCDD blir också faroklassificeringen samma.

Övriga hälsofaror som klassificerats är organtoxiskt RE2 efter långvarig eller upprepad exponering.

IARC har klassificerat PCB som cancerframkallande kategori 1, kan orsaka cancer.

#### 7.4.9.4 Hälsorisker

Den europeiska livsmedelsmyndigheten, EFSA, WHO och danska motsvarigheten till Folkhälsomyndigheten har utvärderat de toxikologiska effekterna från PCB-exponering. Effekterna som påvisats skadligt för människors hälsa är:

- Skadligt för immunförsvaret med effekter på tymus
- Endokrinstörande effekter med påverkan på östrogenmetabolismen
- Ökad risk att utveckla insulinresistens med diabetes typ 2
- Reproduktionstoxicitet med skador på spermieantal, störning av menstruationscykeln, förtidsbörd, minskad födslovikt och utvecklingsskador
- Neurotoxiska effekter som utvecklingsstörning av neurologiska funktioner i det perifera och centrala nervsystemet.

En känd incident med PCB-förgiftad mat inträffade i Yusho, Japan, där 1800 individer exponerades för polyklorerade dioxinlika dibensofuraner i risolja. Liknande incident skedde i YuCheng, Taiwan. Långtidseffekterna som observerades efter båda

incidenterna var ökad cancerrisk, kraftigt ökad risk för kroniska leversjukdomar, fördubblad risk för typ 2 diabetes och nedsatt kognitiv utveckling hos barn (The Danish HMA 2013).

Studier från Tyskland, Danmark och Sverige har visat på förhöjd exponering av PCB som endast kan korreleras med spridning från byggmaterial (The Danish HMA 2013).

## 7.5 Livscykelskeden, återbruk och materialåtervinning

### 7.5.1 Tillverkning av byggmaterial

Nytillverkning av byggmaterial omfattas av kraven på kemikaliesäkerhet gällande kemiskt innehåll av ämnen med hälsorisker. Spårbarhet för ingående beståndsdelar är ytterligare ett krav som har direkt anknytning till kemikaliesäkerheten. Beroende på råvarornas ursprung kan oönskade ämnen överföras till byggmaterialen som tillverkas. Oönskade ämnen kan vara orenheter i kemiska produkter eller oavsiktligt förekommande kemiska ämnen i råvaror med jungfruligt eller materialåtervunnet ursprung. Ämnen med hälsorisker kan även genereras i olika processer under tillverkningen som i exemplet med oavsiktlig generering av PCB-ämnen i färger.

Samtliga ämnen i produkter ska utvärderas inom REACH så att riskerna för skador på människors hälsa kan bedömas, minimeras och vid behov fasas ut från den EU-gemensamma marknaden. Råvaror till byggmaterial ska därav kontrolleras så att farliga ämnen beroende av ursprung inte förs vidare i den cirkulära ekonomins kretslopp.

Oavsiktligt innehåll av vissa begränsningsämnen på SVHC- och POP-listorna regleras i REACH för nya produkter och avfallsförordningen för avfall som återbrukas eller materialåtervinns. Generellt för ämnen som ska begränsas på SVHC-listan gäller haltgränsen 0,1 vikt-% eller 1000 mg/kg.
För POPs-ämnen regleras oavsiktligt innehåll för varje ämne som är upptaget i bilaga I, del A samt för avfall i bilaga IV.

### 7.5.2 Återbruk

När en byggprodukt är fullt fungerande gällande de tekniska egenskapskraven i byggproduktförordningen så kan återbruk utvärderas (Re:Source 2025). Att undvika rivning av byggnader som är fullt fungerande är den största klimat- och resursbesparingen ett samhälle kan göra (Boverket 2023). Näst efter är återbruk av byggmaterial den åtgärd som ger största besparing med ökad cirkularitet som följd. Utvärdering och riskbedömning av hälsofarliga egenskaper måste dock utföras så att kraven på kemikaliesäkerhet och hälsofaror i miljöbalken efterlevs. Det kan vara en relativt komplex process att utvärdera hälsofarorna med byggmaterial eftersom många variabler kan påverka hälsoriskerna med ett redan använt material.

**Befintlig dokumentation**
Kemiska ämnen med hälsofarliga egenskaper kan finnas i byggmaterial från tillverkningen eller vara tillfört under drift och rivningsfasen.
Utgångspunkten bör alltid vara rivningsplanen med tillhörande material- och miljöinventering som utförts inför rivning av byggnaden. I dokumentationen ska det finnas uppgifter om byggnadens historik gällande årtal, identifierade farliga material, saneringar som utförts och verksamheter som bedrivits med risk att förorena byggmaterial.

**Utvärdering och hälsoriskbedömningar**
När det gäller byggnadens ålder så är det särskilt vissa föroreningstyper som kan orsaka problem med hälsorisker vid återbruk. Asbesthaltiga material är alltid farligt avfall, som ett exempel där återbruk aldrig kan bli aktuellt. För alla andra material så gäller specifika koncentrationsgränser och materialegenskaper för att kraven med acceptabla hälsorisker ska klaras. POPs-ämnesgruppen PCB har en haltgräns, för farligt avfall och utfasningsgräns enligt POPs-förordningen, på 50 mg/kg. Hälsoriskbedömningen görs dock med utgångspunkt från det mest känsliga och allvarligaste hälsoriskerna vid mest sannolik exponering. I boendemiljö har exempelvis jord på fastigheten en framtagen haltgräns för PCB-7 (analys av 7 typiska PCB-varianter) med 0,002 mg/kg baserat på olika exponeringsvägar, skyddsobjektens känslighet och spridningsvägar till andra matriser (Naturvårdsverket 2025c).
Normalt provtas byggmaterial med avseende på kraven i PCB-förordningen gällande inventering och sanering och inte med avseende på en tänkt återbruksanvändning där PCB riskerar att spridas och exponera människor i innemiljön. Det krävs en betydligt mer omfattande provtagning och analys för att kunna bestämma halterna i rätt material och på ett sätt som speglar de verkliga hälsoriskerna som uppkommer i den tänkta användningen av byggmaterialet. Arbetet ska inkludera bestämning av totalhalter, koncentrations- och mängdfördelning i materialet, spridnings- och exponeringsvägar från material till människor samt vilka hälsorisker som kan förekomma och innebörden av dessa.
Naturvårdsverket har redan framtagna beräkningsverktyg för att riskbedöma föroreningar i den yttre miljön (Naturvårdsverket 2009) men det saknas för byggmaterial och påverkan för människors hälsa i innemiljön.

### 7.5.3 Materialåtervinning som sekundär råvara i nya byggmaterial

Vid materialåtervinning används materialen eller råvarorna i ett material som sekundär råvara vid tillverkning av nya produkter. I processen kravställs det att byggprodukt-förordningen och kemikaliesäkerhetskraven enligt REACH som ska följas så att oacceptabla hälsofaror undviks. Kraven är lika strikt hållna oavsett råvarornas ursprung men spårbarhet ska finnas och samtliga hälsorisker kopplat till ursprung och innehåll ska vara testade enligt kraven i de tekniska riktlinjerna till REACH.

### 7.5.4 Bygg- och renoveringsarbeten

Innehåll av farliga ämnen beror på året när materialet tillverkades och vilka råvaror och processer som användes. Kartläggning av bygg- och renoveringsår ingår som en del i arbetet med att kartlägga vilka farliga ämnen som kan förekomma i byggmaterial. Tidstypiska exempel finns i miljonprogramsområdena där byggnaderna uppfördes under 1960–70-talet med asbesthaltiga brandskyddsmaterial, PCB som mjukgörare i fog- och tätningsmassor och träskyddsmedel i fuktutsatta syllar.

Åtgärder vid uppkomst av skador från fukt, vatten och skadedjur kan vara en annan orsak till att farliga ämnen förekommer i byggmaterial. Bekämpningsmedel mot rötsvampar, tränedbrytande insekter och gnagare är exempel på användningsområden där byggmaterial kan ha blivit kontaminerat.

Skador och reparationer med användning av fog- och tätningsmassor, tätskiktsprodukter, smutsavvisande och klotterskyddande färger är andra exempel där arbeten kan kontaminera byggmaterial med farliga ämnen som klorparaffiner och PFOS.

### 7.5.5 Verksamheter, drift och underhåll

Byggnaders användningsområde med exempel som bostad, skola, kontor eller annan verksamhet påverkar om och i vilken omfattning farliga ämnen tillförs byggmaterial under deras livslängd. Naturvårdsverket och länsstyrelserna har utfört ett omfattande arbete med att identifiera olika förorenande verksamheter inom landet. EBH-databasen på länsstyrelsernas hemsidor är en karttjänst där identifierade förorenade objekt finns markerade och med tillhörande data om föroreningsproblematiken. På Naturvårdsverkets hemsida finns även branschtypiska föroreningar listade efter verksamhetstyper och anvisningar för vilka farliga ämnen som bör analyseras i olika typer av matriser.

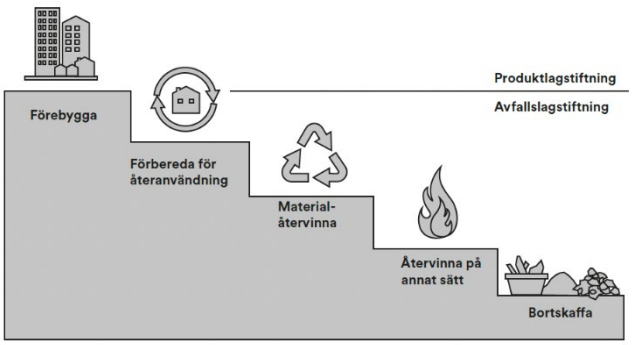
Drift av en byggnad kan tillföra farliga ämnen och ger även upphov till slitage av byggmaterial där hälsofarliga fragment och partiklar sprids med risk för exponering. Det gäller aktiviteter som rengöring, tvätt, sanering, uppvärmning och användning av olika produkter i hushåll eller annan verksamhet. Offentliga byggnaders golvmaterial utsätts som exempel för hård belastning, från verksamheter skolor, förskolor och vårdinrättningar, med nötning som frigör partiklar och kemiska ämnen i högre utsträckning jämfört verksamheter med mindre intensiv användning.

Underhåll av byggnader med aktiviteter som målning, vaxning och andra åtgärder på ytskikt utförs cykliskt under byggnaders livslängd. Kemiska ämnen i produkterna som används tillförs i viss utsträckning till byggmaterialen som behandlas. Produkter som färg, lacker, vax- och polermedel kan tack vare sitt kemiska innehåll få större effekt på ett byggmaterials innehåll av ämnen med hälsorisker än det ursprungliga materialet i sig. Här finns exempel med vattenburen latexfärg för inomhusbruk som innehöll konserveringsmedlet kvicksilverklorid från 1950-talet och framåt (Beusterien et al. 1991) samt. Spridning av kvicksilver har påvisats till luft med halter som orsakat hälsoskador i ett antal fall bland yrkesarbetare och privatpersoner. I Europa och Sverige minskade användningen redan före förbud mot användning i färger men kvicksilverklorid kunde finnas i färger fram till början av 1990-talet.

Andra exempel på ämnen och material som riskerar att spridas från underhållsåtgärder av ytskikt kan vara PFAS-ämnen av typerna FTOH och PTFE, mikroplaster, nanomaterial och doftämnen som terpener och limonen.

### 7.5.6 Inventering inför rivning och återbruk

Inför rivningsarbeten ska byggmaterial inventeras för farliga egenskaper och klassificering av avfallsfraktioner som uppkommer vid rivning. Rangordning av avfallets klassificering utförs enligt avfallshierarkin och miljömålen med ökad cirkularitet, se figur 7.16.




Figur 7.16 Prioriteringsordning vid uppkomst av avfall enligt avfallshierarkin (Byggföretagen 2025a).

### 7.5.7 Bygg- och rivningsavfall

Effektivt nyttjande av redan brukbara byggmaterial och råvaror genom återbruk och materialåtervinning som sekundär råvara kan bidra till en ökad cirkularitet i linje med de svenska miljömålen. Hälsoskadliga ämnen kan förekomma i betydande omfattning i befintliga byggmaterial med källor från den ursprungliga tillverkningen av materialet och genom tillförsel från olika verksamheter som bedrivits på fastigheten eller spridning från externa källor till materialet. Utvärdering och riskbedömning av hälsoriskerna behöver expandera i betydelse vid främst återbruk då kontrollmekanismer i stor utsträckning saknas eller finns men använd praxis kan innebära oacceptabla osäkerheter och hälsorisker (Re:Source 2025).

Vid rivning av byggnader är det kravställt att farliga ämnen som kan skada människors hälsa, miljön och arbetsmiljön ska kartläggas i en miljö- och materialinventering. Utgångspunkten är oftast att kartläggningen ska användas till att klassificera farligt avfall och icke-farligt avfall samt minimikravet gällande avfallsfraktioner för bygg- och rivningsavfall med trä, mineral, metall, glas, plast och gips.

Det sker i enlighet med de krav som ställs på mottagningsanläggningar som hanterar bygg- och rivningsavfall och därigenom bedriver miljöfarlig verksamhet med tillståndsplikt. Allt farligt avfall ska dokumenteras och registreras hos Naturvårdsverket som en del i kraven på farligt avfall. Återbruk och materialåtervinning är otillåten användning av avfall när det gäller egenskaper som uppfyller kraven för farligt avfall, varför frågan därefter alltid släcks.

Exempel när rivningsavfall alltid blir farligt avfall är vid innehåll av:

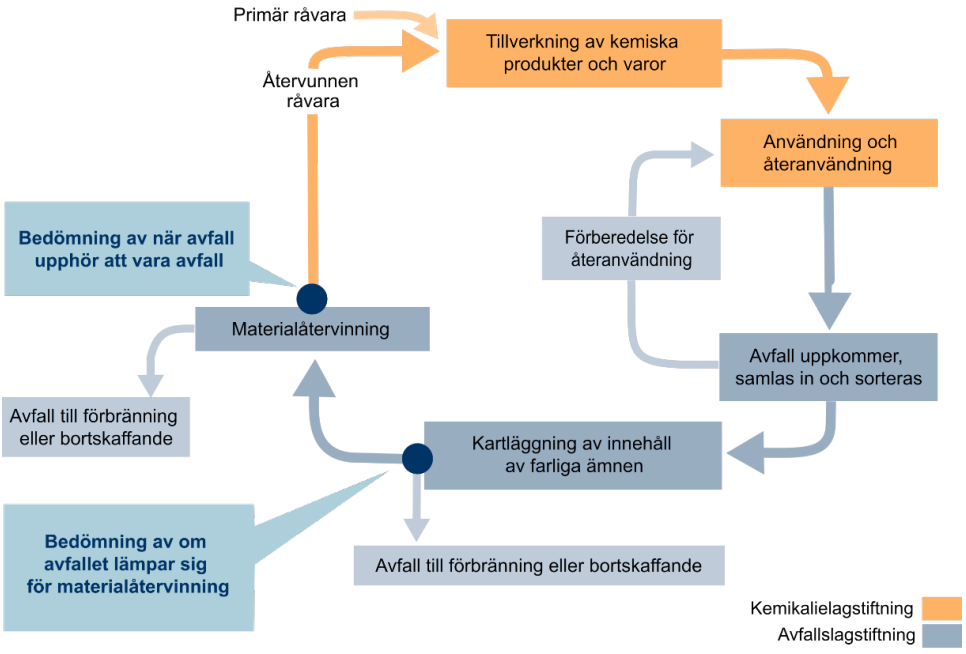
- pentaklorfenol >100 mg/kg,
- asbest > 1000 mg/kg,
- kortkedjiga klorparaffiner > 1500 mg/kg samt
- hexabromcyklodekan > 100 mg/kg (flamskyddsmedel i EPS isolering).

Vilka ämnen och haltgränser som gäller för farligt avfall uppdateras kontinuerligt varför kontroller regelbundet behöver göras på Naturvårdsverket och Kemikalieinspektionens hemsidor.

Avfallets egenskaper avgör om klassificeringen blir som farligt eller icke-farligt avfall (Naturvårdsverket 2004). Med icke-farligt avfall menas då inte att farliga egenskaper saknas och inte heller att avfallet fritt kan bearbetas, hanteras, återbrukas eller materialåtervinnas. För de två senare krävs att utvärdering av farliga egenskaper hos avfallet görs mot den tänkta användningen och hur riskerna för denna ska hanteras, se figur 7.17.

### 7.5.8 End-of-life och utfasning av farliga ämnen

Byggmaterial med innehåll av särskilt farliga ämnen som överskrider gränsvärden enligt REACH, CLP, SVHC och POPs-förordningarna ska klassificeras som avfall utan möjlighet till återbruk. Materialåtervinning kan vara ett alternativ om de farliga ämnena kan tvättas ut eller förstöras i återvinningsprocessen. Beroende på de farliga ämnenas och avfallets egenskaper samt hur avfallet klassificeras blir hanteringen förbränning med




Figur 7.17 Schematisk bild av hur egenskaper och klassificering av avfall bestäms (från: naturvardsverket.se).

energiåtervinning eller deponering på en anläggning med tillstånd att hantera avfallet.

Asbesthaltigt avfall, oftast oorganiskt, är exempel på farligt avfall som alltid går till deponi utan möjlighet till vidare hantering med dagens regelverk och bästa möjliga tekniska processer.

Rivningsavfall med uran, blå lättbetong, som via sönderfall frigör radongas är inte klassificerat som farligt avfall. Koncentrationen av uran är i nivå med de naturliga bergmaterial, granit och alunskiffer, som finns i stora delar av landet. Därmed är avfallet inte miljöfarligt och kan återanvändas som schaktmassor där ovanliggande konstruktioner ej planeras.

Farligt avfall med $PCB_{tot}$ > 50 mg/kg är ett exempel till där utfasning prioriteras. Detta avfall är mer svårhanterligt eftersom visst avfall med PCB är organiskt får det inte deponeras pga. risk för bildning av deponigas (Naturvårdsverket 2004). Där gäller kvittblivning med destruktion i anläggningar som har tillstånd att förbränna avfall med PCB. Ibland har avfallet både asbest, bly och PCB vilket blir problematiskt. Asbestavfall får inte förbrännas då anläggningarna inte är anpassade för det avfallet och inte har miljötillstånd att hantera asbestavfall på det sättet. PCB lakar ut ur avfall och får därmed inte deponeras. Hanteringen av denna typ av avfall beror helt på hur avfallet klassificeras eftersom det endast kan få en avfallskod. Det blir asbestavfall med deponi eller PCB-avfall med förbränning allt beroende på aktören som ansvarar för att klassificera avfallet. Ärenden där avfallets egenskaper och innehåll avviker från kraven i lagstiftningen och vägledningar får bedömas separat och prövas hos den som utövar tillsyn i det enskilda fallet.

# 8 Slutsatser & utmaningar

Byggmaterialområdet är i dag mer komplext än någonsin. Den här rapporten visar att materialens påverkan på hygien, hälsa, miljö och klimat sträcker sig över hela livscykeln – från råvaruutvinning och tillverkning till användning, renovering, återbruk och slutlig avfallshantering. Samtidigt är kunskapsläget splittrat mellan lagstiftning, branschpraxis, forskning och erfarenhetsbaserad kunskap. Det gör att både riskhantering och möjligheterna till hållbara materialval ofta blir beroende av enskilda aktörers kompetens och tillgång till information.

Information om olika material och deras egenskaper finns oftast, som sagts, men splittrat. Denna rapports syfte har varit att ge en översikt över vilken typ av information som är relevant kring materials egenskaper samt en översikt till vart informationen finns. Målet är underlätta sökandet av relevant information kring material och att medvetandegöra risker och konsekvenser som olika material kan medföra.

## 8.1 Material ska ha dokumenterade egenskaper

Material måste ha kända och dokumenterade egenskaper, vilket också uttrycks i Boverkets föreskrifter:

> *”Byggprodukter och material ska ha kända och dokumenterade egenskaper…”*

En del information om material och produkter finns tillgängligt:

- Tillverkare av material och produkter dokumenterar och sparar information så att den är tillgänglig.
- Forskare beskriver materialegenskaper och samband med funktion.
- Certifieringar och standarder förenklar att verifiera egenskaper.
- Byggherre dokumenterar sin byggnad och överlämnar till ny ägare vid försäljning.

Trots detta är informationen om många material fragmenterad. Det gäller särskilt komplexa produkter, äldre material och material som förändrats genom ålder, fukt eller tidigare användning. Bristen på en samlad nationell eller europeisk databas gör det svårt att säkerställa spårbarhet över tid, särskilt när företag upphör eller produkter fasas ut.

Denna rapport belyser att farliga ämnen förekommer i flera led:

- Äldre byggnader innehåller välkända riskmaterial som asbest, PCB, bly, kvicksilver och PAH.
- Nyare material kan innehålla avancerade tillsatser, mikroplaster, nanomaterial och PFAS, där kunskapsläget om långtidseffekter fortfarande är begränsat.
- Produktionsprocesser kan ge upphov till oavsiktliga restprodukter, t.ex. aromatiska aminer i polyuretanskum.

Detta innebär att riskerna inte enbart finns i det färdiga materialet, utan även i tillverkningsprocesserna, samt tillförsel eller bildning vid installation, drift och rivning. Kunskapsluckor förekommer gällande helheten med hälsorisker för agens som människor exponeras för i stor omfattning sett till tillfällen, doser och ackumulativa effekter med mikroplaster, nanomaterial och olika PFAS ämnen som exempel.

## 8.2 Byggprocessens komplexitet skapar nya risker

Dagens byggprocess är komplex, materialval görs i flera skeden, av olika aktörer, och kan ändras sent i processen. Detta ökar risken för:

- felaktiga materialbyten,
- bristande kompatibilitet mellan system,
- improviserade lösningar på byggarbetsplatsen,
- oavsiktlig introduktion av material med hälso- eller miljörisker,
- att genom kemiska reaktioner (vid tillverkning där olika produkter blandas) bilda ett nytt material som kan ha stora utmaningar med avseende på tekniska egenskaper som faktiskt erhålls och de egentliga hälsorisker som uppkommer in-situ,
- applicering av produkter där de efterfrågade materialegenskaperna är starkt beroende av de kemiska, fysikaliska och biologiska förutsättningar hos underlaget för att fungera som tänkt, och där brister i dessa förutsättningar kan orsaka problem i stället för nytta. Särskilt problematiska är in-situ-produkter som polyuretanskum och epoxiharts, där ansvarsfördelningen är otydlig och där felaktig applicering kan ge upphov till allvarliga hälsorisker.

## 8.3 Regelverken är omfattande – men inte heltäckande

Att beskriva alla material i byggnader är en omfattande uppgift. I lagstiftning och beskrivningar används begreppen byggprodukt, produkt, material, materialslag, byggmaterial, ämne, avfall, farligt avfall, farligt ämne för att kategorisera material. Detta kompletteras med beskrivning av egenskaper kopplat till den funktion och de krav som efterfrågas i ett byggnadsverk som väsentliga egenskaper.

För material i kontakt med dricksvatten finns särskild lagstiftning liksom för luftbehandling. Det finns flera farliga och oönskade egenskaper som behöver beskrivas och följas upp.

Särskilda utmaningar som identifierats är fall där hälsofaror förekommer vid felaktig användning eller incidenter och där primärt produkt- och tillsynsansvar saknas. In-situ applikationer med polyuretanskum och epoxiharts är två sådana exempel där varningssignaler med hälso- och miljöfaror finns men där samtidig vägledning från myndigheter och rättsfall saknas eller behöver förstärkas.

Det finns flera material och ämnen i material som vi vet är farligt för hälsa och miljö. Det går att kontrollera hur de finns med i byggprodukter men kan vara svårare att känna till skadliga ämnen som används i produktionsskedet och som inte finns med, eller finns med i låg grad som en restprodukt i den färdiga byggprodukten.

Lagstiftningen kring byggmaterial är omfattande, men täcker inte alla situationer. Det finns därför ett behov av att utveckla både vägledning och tillsynsmetoder. Exempelvis saknas tydlighet inom följande områden:

- Inomhusemissioner saknar i Sverige bindande gränsvärden för de flesta ämnen.
- Återbrukade material faller ofta mellan regelverk för avfall och byggprodukt.
- Flera nya materialtyper (nanomaterial, avancerade polymerer) saknar ännu tydliga riskbedömningsmodeller.
- In-situ-produkter hamnar i en gråzon mellan produkt, material och tjänst.
- Kemikaliesäkerhetskraven i REACH och CLP, och därmed även CPR, är anpassat till yrkesmässig användning och exponering i arbetslivet och inte till innemiljö.

Miljöbalkens kunskapskrav gäller alla invånare, vilket innebär att exponering ska undvikas när man har kunskap om hälsoriskerna. Svårigheten med vissa farliga ämnen, som asbest, tycks vara oklarheter kring hälsorisker korrelerat till exponeringsnivåer i boendemiljön. Det finns studier och data att tillgå för många olika hälsofarliga ämnen men det kräver stora insatser från flera olika myndigheter att överföra kunskap till beslut om lagstiftning med begränsningar.

## 8.4 Återbruk och cirkularitet kräver en robust riskbedömning

Cirkulär ekonomi är en central del av framtidens byggande, men rapporten visar att återbruk av material kräver:

- bättre metoder för att utvärdera och bedöma hälsorisker med kemiskt innehåll i äldre material,
- säkrare rutiner för att undvika att farliga ämnen återcirkuleras,
- information som är spårbar för att säkerställa att dokumentation om farliga ämnen och hälsorisker i byggnader och material bevaras över tid.

I dag saknas generella verktyg och rutiner för att systematiskt riskbedöma återbrukade material i innemiljö sett till användning, spridning, exponering och risk för kroniska och subkroniska hälsofaror med livstidsexponering inkluderat så att hälsofaror som exempelvis cancerogenitet och reproduktionstoxicitet beaktas.

## 8.5 Behov av samlat grepp om information och kunskap

Intressenter inom byggsektorn står inför utmaningen att göra informerade val som främjar både effektivitet och hållbarhet, samtidigt som de minimerar riskerna för hälsa och miljö. Ett av de största hindren är avsaknaden av en komplett och offentligt tillgänglig och central inventeringslista över byggmaterial, deras användningsområden samt hälso- och miljörisker, inklusive innovativa nya byggmaterial. Byggmaterial är ett omfattande område som är svårt att avgränsa på ett enkelt sätt. Boverkets föreskrifter ska styra byggprojekt att undvika material som kan vara farliga eller utgöra risker för människors hälsa, både vid nyproduktion och i befintliga byggnader.

För att övervinna dessa utmaningar behövs en omfattande inventering av de material som används i byggnader, inklusive deras potentiella hälsoproblem och de regelverk som styr deras användning.
Det finns olika plattformar som samlar och tillgängliggör information om material och byggprodukter inom EU och nationellt.
För branschen aktörer finns plattformar som ska underlätta materialval, handel och spårbarhet men frågan är om det är önskvärt och möjligt att skapa en offentlig och lättillgänglig databas/ kunskapssammanställning som ger en tydlig översikt över byggmaterialens egenskaper och risker?
Detta skulle möjliggöra för intressenter att göra välgrundade beslut som främjar hållbarhet och effektivitet, samtidigt som de minimerar hälso- och miljörisker. Ett sådant samlat grepp om information och kunskap skulle också stödja innovation genom att inkludera information om nya och hållbara byggmaterial. Rapporten pekar på behovet av en samlad, långsiktigt förvaltad kunskapsbas som:

- beskriver byggmaterialens egenskaper,

- samlar information om farliga ämnen med utgångspunkt i livstidsexponering,
- riskbedömningsverktyg med hälsoriskbaserade scenarios för byggnader,
- kopplar samman lagstiftning, standarder och branschpraxis,
- inkluderar både äldre och nya material,
- stödjer återbruk och cirkulära flöden,
- möjliggör spårbarhet av byggprodukter över tid.

En sådan plattform skulle minska risken för felaktiga materialval, stärka tillsynen och underlätta innovation.

## 8.6 Sammanfattande slutsats

Denna rapport bidrar med ett underlag för framtida arbete med att stärka kunskapsläget och minska riskerna kopplade till material i byggnader. Sammanställningen visar att området material i byggnader präglas av hög komplexitet, omfattande regelverk och betydande variation i både materialens egenskaper och deras påverkan på hygien, hälsa och miljö. Rapporten tydliggör att byggmaterialens livscykel – från råvaruuttag till slutligt omhändertagande – medför risker som kräver systematiska och kunskapsbaserade bedömningar. Detta gäller såväl traditionella material som moderna, tekniskt avancerade produkter.

Ett centralt resultat är att materialens dokumenterade egenskaper utgör en grundläggande förutsättning för säkra och hållbara byggnader. Trots detta kvarstår betydande brister i informationsflöden, särskilt avseende komplexa produkter, äldre material och material som förändrats genom ålder, fukt eller tidigare användning. Kunskapsluckor identifieras även kring nya materialtyper såsom nanomaterial, avancerade polymerer och vissa biobaserade produkter.

Rapporten visar vidare att farliga ämnen förekommer i flera skeden av byggprocessen, både i äldre byggnader (t.ex. asbest, PCB, tungmetaller) och i nyare produkter där tillsatser, restprodukter eller kemiska processer kan ge upphov till oavsiktliga risker. Detta förstärks av att ansvarsfördelningen i byggprocessen är fragmenterad, vilket ökar risken för felaktiga materialval, sena produktbyten och bristande kompatibilitet mellan system.

Vidare framgår att cirkulära materialflöden och återbruk innebär både möjligheter och utmaningar. För att undvika återcirkulation av farliga ämnen krävs utvecklade metoder för riskbedömning, särskilt vid återbruk i innemiljö. Regelverken är omfattande men inte heltäckande, och flera gränsdragningar – exempelvis mellan avfall och byggprodukt – behöver förtydligas. Sammantaget visar rapporten att det finns ett behov av:

- stärkt och långsiktigt förvaltad kunskapsuppbyggnad,
- förbättrad spårbarhet och dokumentation av material,
- utvecklade metoder för riskbedömning i hela livscykeln,
- tydligare ansvarsfördelning i byggprocessens olika skeden,
- samt ökad samverkan mellan myndigheter, forskning och bransch.

Att helt undvika farliga ämnen och exponeringar är omöjligt. Dock kan denna rapport förhoppningsvis öka medvetenheten om riskerna med exponering för ämnen i byggprodukter som kan innebära en fara för hälsa och miljö. Genom medvetenhet och helhetsperspektiv kan onödig exponering undvikas.

Stort ansvar kring kunskap och medvetande ligger på bl.a. byggmaterialindustrin och på branschens miljösamordnare, som behöver olika kompetenser för att samla olika typer av information och sätta det i ett större sammanhang. Att se helheten i hela materialets livscykel är avgörande för att minimera risker i alla steg.

Vidare behöver samverkan mellan författningar och branschens tillämpningar och riktlinjer följas och utvecklas. En fortsatt utveckling av nationella vägledningar, standarder och digitala informationssystem bedöms vara avgörande för att säkerställa att byggmaterial används på ett sätt som främjar hälsa, säkerhet och hållbar resursanvändning.

# Referenser

Abafe O A, Harrad S & Abdallah M A E (2023) Novel insights into the dermal bioaccessibility and human exposure to brominated flame retardant additives in microplastics. *Environmental Science & Technology, 57*(29), 10554–62. https://doi.org/10.1021/acs.est.3c01894

Ageel H K, Harrad S & Abdallah M A-E (2024) Microplastics in indoor air from Birmingham, UK: Implications for inhalation exposure. *Environmental Pollution*, 362, Article 124960. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2024.124960.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry - ATSDR (2024) *How to prevent PFAS exposure*. Available at: How to Prevent PFAS Exposure | PFAS and Your Health | ATSDR.

Al Hallak M, Verdier T, Bertron A, Roques C & Bailly J D. (2023) Fungal Contamination of Building Materials and the Aerosolization of Particles and Toxins in Indoor Air and Their Associated Risks to Health: A Review. *Toxins* (Basel). 2023 Feb 25;15(3):175. doi: 10.3390/toxins15030175.

Amato-Lourenço L F, Carvalho-Oliveira R, Júnior G R, dos Santos Galvão L, Ando R A & Mauad T (2021) Presence of airborne microplastics in human lung tissue. *Journal of Hazardous Materials*. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126124

Andersen B, Frisvad J C, Søndergaard I, Rasmussen I S & Larsen L S (2011) Associations between fungal species and water-damaged building materials. *Appl Environ Microbiol*. 2011 Jun;77(12):4180-8. doi: 10.1128/AEM.02513-10.

Andersen C E et al. (2024) Evaluating the environmental performance of 45 real-life wooden buildings: A comprehensive analysis of low-impact construction practices', *Building and Environment*, 250, p. 111201. Available at: https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.111201.

Andersen H V, Gunnarsen L, Knudsen L E & Frederiksen M (2020) PCB in air, dust and surface wipes in 73 Danish homes, *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, Volume 229, 2020, 113429, ISSN 1438-4639.

Andersson N, Bloom E, Elam J, Persson Vinnersten T & Persson M (2025) *Skadedjur i byggnader – en kunskapssammanställning.* Malmö universitet.

Anezaki K & Nakano T (2014) Concentration levels and congener profiles of unintentionally produced PCBs in pigments. *Chemosphere*, 111, 305–12. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.04.003.

Arndt B, DeMarco J M & Richard A (2008) *Polyurethane Resin (PUR) Injection for Rock Mass and Structure Stabilization, in International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering* 2008, Missouri University of Science and Technology: Arlington, VA.

Arp H P H, Gredelj A, Glüge J, Scheringer M & Cousins I T (2024) The Global Threat from the Irreversible Accumulation of Trifluoroacetic Acid (TFA). *Environ Sci Technol*. 2024 Nov 12;58(45):19925–35. doi: 10.1021/acs.est.4c06189.

Bae E, Kim S, Sung J H, Kim J H, Jung S H, Song K S & Cho W S (2024) The oxidative stress-dependent pulmonary inflammation of inhalable multi-walled carbon nanotube-containing nano-concrete dust and its comparison with conventional concrete dust and DQ12. *J Hazard Mater*. 2024 Sep 5;476:135214.

Beusterien KM, Etzel RA, Agocs MM, Egeland GM, Socie EM, Rouse MA & Mortensen BK (1991) Indoor air mercury concentrations following application of interior latex paint. *Arch Environ Contam Toxicol*. 1991 Jul;21(1):62–4. doi: 10.1007/BF01055557. PMID: 1898118.

Björk C, Kallstenius P & Reppen L (2022) *Så byggdes husen 1880–2020* Svensk Byggtjänst.

Boverket (2018) *Kartläggning av fel, brister och skador inom byggsektorn* Rapportlänk Hämtad 2026-06-08.

Boverket (2023) Återbruk av byggnader, online https://www.boverket.se/sv/byggande/cirkular-ekonomi/cirkulara-byggnader/aterbruk/byggnader/

Boverket (2026) *Icke-harmoniserade byggprodukter och förhandsbedömning*. https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/krav-pa-byggprodukter/icke-harmoniserade-byggprodukter/ Hämtad 2026-06-09.

Braakhuis H M, Park M V, Gosens I, De Jong W H & Cassee F R (2014) Physicochemical Characteristics of Nanomaterials That Affect Pulmonary Inflammation. *Particle and Fibre Toxicology.* https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24725891

Brantom P G (2005) Review of some other dyes with current non-food uses. *EFSA journal*, 2005. 263: p. 41–71.

Byggföretagen (2025a) *Byggarbetsplatsens teknikhandbok*. Stockholm.

Byggföretagen (2025b) *Resurs- och avfallsriktlinjer vid byggande och rivning.* Oktober 2025 Rapportlänk Hämtad 2026-06-08.

Byggmaterialhandlarna (2025) *BK04 – varugruppsindelning* webb

Chen X, Chen C E, Guo X & Sweetman A J (2023) Sorption and desorption of bisphenols on commercial plastics and the effect of UV aging. *Chemosphere*. 2023 Jan;310:136867. doi: 10.1016/j.chemosphere.2022.136867.

Creutzenberg O (2012) Biological Interactions and Toxicity of Nanomaterials in the Respiratory Tract and Various Approaches of Aerosol Generation for Toxicity Testing. *Archives of Toxicology.* https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22418596

Cullinan P, Muñoz X, Suojalehto H, Agius R, Jindal S, Sigsgaard T, Blomberg A, Charpin D, Annesi-Maesano I, Gulati M, Kim Y, Frank A L, Akgün M, Fishwick D, de la Hoz RE & Moitra S (2017) Occupational lung diseases: from old and novel exposures to effective preventive strategies. *Lancet Respir Med*. 2017 May;5(5):445–55.

European Commission (EC)(2004) Directive 2004/42/EC on the limitation of emissions of volatile organic compounds (VOC) due to the use of organic solvents in decorative paints and varnishes. *Official Journal of the European Union*, L143, 87–96.

EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM) (2012) Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food. *EFSA Journal* 2012;10(12):2985. [241 pp.] doi:10.2903/j.efsa.2012.2985.

EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (2026) Update of the risk assessment on dioxins and dioxin-like PCBs in feed and food, *EFSA Journal*, https://doi.org/10.2903/j.efsa.2026.10103

Elsacker E, Vandelook S & Peeters E (2023) Recent technological innovations in mycelium materials as leather substitutes: a patent review. *Front. Bioeng. Biotechnol.* 11:1204861. doi: 10.3389/fbioe.2023.1204861.

Engdahl M, Johansson B, Jonsson R, Kling R, Obitz C & Persson M (2025) *Vatten och avloppsinstallationer och byggnadsverk för vatten och avlopp – en kunskapssammanställning.* Malmö universitet. Rapportlänk Hämtad 2026-06-08.

European Chemicals Agency (ECHA) (2001) *European Union Risk Assessment Report, 4,4'-methylenedianiline*. 2001, European Communities: Germany.

European Chemicals Agency (ECHA) (2013) *Annex XV Restriction Report: Lead Chromates.* ECHA, Helsinki.

European Chemicals Agency (ECHA) (2016) *Committee for Risk Assessment (RAC): Opinion on 2-methyl-2H-isothiazol-3-one (MIT)*. ECHA/RAC/RES-O-0000001412-86-187/F.

European Commission, SCHEER (2021) *Final Opinion on EU-LCI values for human health-based indoor air limit values.* SCHEER (Scientific Committee on Health, Environmental and Emerging Risks).

European Commission Joint Research Centre (JRC) (2020) *EU Ecolabel Criteria for Paints and Varnishes.* Commission Decision (EU) 2020/1805.

EU kommissionen (2022) *Kommissionens rekommendation om definition av nanomaterial*, (2022/C 229/01) https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022H0614(01)&qid=1656424842360&from=SV

EU kommissionen (EU)(2025) *Europarlamentet och rådets förordning (EG) nr 1272/2008 om klassificering, märkning och förpackning av ämnen och blandningar (CLP).* https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008R1272-20250901

EU kommissionen (EU) (2026): Directorate-General for Environment, WSP, Ricardo and Trinomics (2026) *The cost of PFAS pollution for our society – Final report*, Publications Office of the European Union, 2026, https://data.europa.eu/doi/10.2779/9590509

Field D T, Green J L, Bennett R, Jenner L C, Sadofsky L R, Chapman E, Loubani M & Rotchell J M (2022) Microplastics in the surgical environment. *Environment International, 170* (August), Article 107630 . https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107630

Folkhälsomyndigheten (2026) *Hälsoskydd - vägledning och tillsyn* hemsida.

Fossilfritt Sverige (2024) *Färdplan för fossilfri konkurrenskraft – Bygg- och anläggningssektorn* Rapportlänk Hämtad 2026-06-08.

Gaines L G (2023) Historical and current usage of per-and polyfluoroalkyl substances (PFAS): A literature review. *American Journal of Industrial Medicine*. 2023;66(5):353-78.

Guadagni D G & Buttery R G (1978) Odor Threshold of 2,3,6-Trichloroanisole in Water. *Journal of Food Science*, 43(4), 1346–7.

Gundersen R E (1989) Discussion - Innovative shaft lining method *Mining Engineering*, 1989. 41(2): p. 114–7.

Health Canada (2017) *Final Screening Assessment for Methylenediphenyl Diisocyanates and Methylenediphenyl Diamines*. Canada Gazette, Part I, a statement under subsection 77(6) of the Canadian Environmental Protection Act, 1999.

Hoang Q A, Watanabe I, Minh T B & Takahashi S (2021) Unintentionally produced polychlorinated biphenyls in pigments: An updated review on their formation, emission sources, contamination status, and toxic effects. *Science of The Total Environment*. Volume 755, Part 1, 2021, 142504, ISSN 0048-9697, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142504.

Hu D & Hornbuckle K C (2010) Inadvertent Polychlorinated Biphenyls in Commercial Paint Pigments. *Environmental Science & Technology*, 44(8), 2822-7. https://doi.org/10.1021/es902413k

Huang B, Gao X, Xu X, Song J, Geng Y, Sarkis J, Fishman T, Kua H & Nakatani J (2020) A Life Cycle Thinking Framework to Mitigate the Environmental Impact of Building Materials. *One Earth.* Volume 3, Issue 5 p564–73. November 20, 2020.

Huang Y C & Tsuang W (2014) Health effects associated with faulty application of spray polyurethane foam in residential homes. *Environ Res*. 2014 Oct;134:295-300. doi: 10.1016/j.envres.2014.07.015.

Huang Y, Shang P, Li Y & Wang Y (2025) Lung hazards of microplastics and their toxicological mechanisms. *Environ Pollut.* 2025 Nov 15;385:127149. doi: 10.1016/j.envpol.2025.127149. Epub 2025 Sep 22. PMID: 40992716.

International Agency for Research on Cancer (IARC) (2006) Inorganic and Organic Lead Compounds *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans* Volume 87, ISBN: 978-92-832-1287-4.

International Agency for Research on Cancer (IARC) (2010) Carbon Black, Titanium Dioxide, and Talc. *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*, Vol. 93. ISBN: 978-92-832-1293-5.

International Agency for Research on Cancer (IARC) (2012) Chemical Agents and Related Occupations, Volume 100F, A Review of Human Carcinogens. *IARC Monographs.*

Jansson A & Hansén M (2009) *Putsade enstegstätade regelväggar - Erfarenheter från undersökningar som SP har utfört* Infoblad SBUF SP Rapport 2009:16 Hämtad 2026-06-08.

Jansson A (2011) *Putsade regelväggar 2011 - Erfarenheter från undersökningar som SP har utfört* SP Rapport 2011:61 Hämtad 2026-06-08.

Jartun M, Ottesen R T, Steinnes E & Volden T (2009) Painted surfaces – Important sources of polychlorinated biphenyls (PCBs) contamination to the urban and marine environment. *Environmental Pollution*, Volume 157, Issue 1, 2009, pp 295–302, ISSN 0269-7491, https://doi.org/10.1016/j.envpol.2008.06.036.

Jessieleena A, Rathinavelu S, Eswari Velmaiel K, John A A & Nambi I M (2023) Residential houses — a major point source of microplastic pollution: Insights on the various sources, their transport, transformation, and toxicity behaviour. *Environmental Science and Pollution Research* https://doi.org/10.1007/s11356-023-26918-1

Kemikalieinspektionen (2013) *Avgivning av bisfenol A vid renovering av dricksvattenrör – Redovisning från ett regeringsuppdrag* Rapport 7/13. Kemikalieinspektionen, Stockholm.

Kemikalieinspektionen (2015a) *Hälsoskadliga kemiska ämnen i byggprodukter - förslag till nationella regler* Rapport 8/15. Kemikalieinspektionen, Stockholm.

Kemikalieinspektionen (2015b) *Förekomst och användning av högfluorerade ämnen och alternativ (No. 6/15)*. Kemikalieinspektionen, Stockholm.

Kemikalieinspektionen (2021) *Tillsyn 7/21: PFAS i kemiska produkter och varor.* Rapport Kemikalieinspektionen, Stockholm.

Kemikalieinspektionen (2026) hemsida om hållbarhet och biocider, https://www.kemi.se/hallbarhet/kemikalier-i-en-cirkular-ekonomi

Khoshakhlagh A H, Ghobakhloo S, Al Sulaie S, Yazdanirad S & Gruszecka-Kosowska A (2025). A Monte Carlo simulation and meta-analysis of health risk due to formaldehyde exposure at different seasons of the year in various indoor environments. *Sci Total Environ* 15;965:178641. doi: 10.1016/j.scitotenv.2025.178641

Lamprea K, Bressy A, Mirande-Bret C, Caupos E & Gromaire M C (2018) Alkylphenol and bisphenol A contamination of urban runoff: an evaluation of the emission potentials of various construction materials and automotive supplies. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2018 Aug;25(22):21887-21900. doi: 10.1007/s11356-018-2272-z.

Law H D, Clements M, Lazarevic N, Smurthwaite K, Trevenar S, Newman L, Chalker E, Kirk M D & Korda R J (2025) Risk of cancer associated with residential exposure to asbestos insulation: updated evidence. *Lancet Reg Health West Pac*. 2025 Oct 7;63:101699. doi: 10.1016/j.lanwpc.2025.101699. PMID: 41127710; PMCID: PMC12538677.

Li H, Yang J, Wong G W K, Huang H, Xu Y, Ma W, Lv X, Peng L, Liu D, Xiao N, Yin S, Wang Q, Feng X, Yang A & Zhang J (2025) Microplastic exposure in the lungs of young children and its associations with allergic rhinitis: A cross-sectional study in China, *Eco-Environment & Health,* Volume 4, Issue 4, 2025, 100193, ISSN 2772-9850, https://doi.org/10.1016/j.eehl.2025.100193.

Li X-Y et al. (2022a) Utilization of carbon dioxide in polyurethane. *Journal of Fuel Chemistry and Technology*, 2022. 50(2): p. 195-209.

Li X, Zhang T, Lv W, Wang H, Chen H, Xu Q, Cai H & Dai J (2022b) Intratracheal administration of polystyrene microplastics induces pulmonary fibrosis by activating oxidative stress and Wnt/β-catenin signaling pathway in mice. *Ecotoxicology and Environmental Safety, 232*, Article 113238. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.113238

Lin M H, Lee C Y, Chuang Y S & Shih C L (2023) Exposure to bisphenol A associated with multiple health-related outcomes in humans: An umbrella review of systematic reviews with meta-analyses. *Environ Res.* 2023 Nov 15;237(Pt 1):116900. doi: 10.1016/j.envres.2023.116900.

Lu K, Lai K P, Stoeger T, Ji S, Lin Z, Lin X, Chan T F, Fang J K H, Lo M, Gao L, Qiu C, Chen S, Chen G, Li L & Wang L (2021) Detrimental effects of microplastic exposure on normal and asthmatic pulmonary physiology. *Journal of Hazardous Materials*, 416(May), Article 126069. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126069

Martínez-Ibarra A, Martínez-Razo L D, MacDonald-Ramos K, Morales-Pacheco M, Vázquez-Martínez E R, López-López M, Rodríguez Dorantes M & Cerbón M (2021) Multisystemic alterations in humans induced by bisphenol A and phthalates: Experimental, epidemiological and clinical studies reveal the need to change health policies. *Environmental Pollution*. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.116380

Michelini S, Mawas S, Kurešepi E, Barbero F, Šimunović K, Miremont D et al. (2025) Pulmonary hazards of nanoplastic particles: a study using polystyrene in in vitro models of the alveolar and bronchial epithelium. *Journal of Nanobiotechnology,* 23(1). https://doi.org/10.1186/s12951-025-03419-6

Mjörnell K (2025) *Utvecklad marknad och logistik för återbruk - En kunskapsöversikt* Rapportlänk ShiftSweden 2025:3

Mostovenko E, Canal CG, Cho M et al. (2022) Indirect Mediators of Systemic Health Outcomes Following Nanoparticle Inhalation Exposure. *Pharmacology & Therapeutics*. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35085604

Murphy C, Pandya T, Swanton C & Solomon B J (2025) Lung Cancer in Nonsmoking Individuals: A Review. *JAMA.* 2025;334(20):1836–45. doi:10.1001/jama.2025.17695

Narayanan S K & Kumar N (2025) Exploring the behaviour and performance of ashes of agricultural wastes for cleaner production in building materials: a systematic review. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2025 Jun;32(27):16022-16050. doi: 10.1007/s11356-025-36674-z.

Naturvårdsverket (2004) Naturvårdsverkets föreskrifter *NFS 2004:10* om deponering, kriterier och förfaranden för mottagning av avfall vid anläggningar för deponering av avfall, ISSN 1403-8234.

Naturvårdsverket (2009) *Naturvårdsverkets beräkningsprogram för riktvärden*. Hemsida

Naturvårdsverket (2016a) *Datablad för kvicksilver*.

Naturvårdsverket (2016b) *Datablad för PAH*.

Naturvårdsverket (2025a) *Kunskap om PFAS i livsmedel och miljö – Slutredovisning av ett regeringsuppdrag* Rapportlänk

Naturvårdsverket (2025b) *Bildning och spridning av metylkvicksilver*, Rapport 7183. ISBN 978-91-620-7183-7.

Naturvårdsverket (2025c) *Vägledning – Fluorerade växthusgaser* hemsida

Nguyen D K, Sixiao L, Nguyen L P, Kazuki K, Hidetake Y, Keiko K-O, Koichiro M & Kazuhide I (2023) Computational fluid-particle dynamics modeling of ultrafine to coarse particles deposition in the human respiratory system, down to the terminal bronchiole, *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, Volume 237, 107589, ISSN 0169-2607,

OECD (2021) Reconciling Terminology of the Universe of Per- and Polyfluoroalkyl Substances (PFAS). *OECD Series on Risk Management*, No. 61.

Olsson L (2022) Regntäthet hos prefabricerade betongsandwichväggar *Husbyggaren* nr 2, 2022 Artikel

Olszewski A, Kosmela P, Piasecki A, Żukowska W, Szczepański M, Wojtasz P, Barczewski M, Barczewski R & Hejna A (2022) Comprehensive Investigation of Stoichiometry-Structure-Performance Relationships in Flexible Polyurethane Foams. *Polymers (Basel)*. 2022 Sep 12;14(18):3813. doi: 10.3390/polym14183813.

Pawełczyk A & Božek F (2015) Health risk associated with airborne asbestos. *Environ Monit Assess*. 2015 Jul;187(7):428. doi: 10.1007/s10661-015-4614-3.

Pelclová D, Urban P, Preiss J, Lukás E, Fenclová Z, Navrátil T, Dubská Z & Senholdová Z (2006) Adverse health effects in humans exposed to 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin (TCDD) *Rev Environ Health.* 2006 Apr-Jun;21(2):119-38. doi: 10.1515/reveh.2006.21.2.119.

Perera K, Ziajahromi S, Nash S B & Leusch F D L L (2023) Microplastics in Australian indoor air: Abundance, characteristics, and implications for human exposure. *Science of the Total Environment,* 889 (March), Article 164292. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164292

Pramad B K C, Maharjan A, Acharya M, Lee D E, Kusma S, Gautam R, Kwon J T, Kim C Y, Kim K S, Kim H A & Heo Y (2023) Polytetrafluorethylene microplastic particles mediated oxidative stress, inflammation, and intracellular signaling pathway alteration in human derived cell lines. *Science of the Total Environment, 897,* Article 65295. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165295

Pritchard C J G, R E (1989) Discussion - Innovative shaft lining method - by R N Torbin and R F Kovar. *Mining Engineering,* 1989. 41(2): p. 114.

Radzi A B, Abdull N, Tay J H et al. (2026) Microplastics in Indoor Air and Dust: Characterization, Risk Factors, and Health Risks. *Water Air Soil Pollut* 237, 526 (2026). https://doi.org/10.1007/s11270-026-09170-4

Rathna R, Varjani S & Nakkeeran E (2018) Recent developments and prospects of dioxins and furans remediation. *J Environ Manage*. 2018 Oct 1;223:797-806. doi: 10.1016/j.jenvman.2018.06.095.

Re:Source (2025) *Bygg med bättre begagnat – Ett kvalitetsprojekt!* Projektnummer P2022-00290, projektledare RISE Research Institute of Sweden AB.

Regeringskansliet (2026) *Nationell handlingsplan för PFAS* https://www.regeringen.se/regeringens-politik/nationell-handlingsplan-for-pfas/

Riksantikvarieämbetet (2023) *Insektsnyckeln - våra vanligaste skadeinsekter*.

Rossignolo J A, Felicio Peres Duran A J, Bueno C, Martinelli Filho J E, Savastano Junior H & Tonin F G (2022) Algae application in civil construction: A review with focus on the potential uses of the pelagic Sargassum spp. biomass. *J Environ Manage*. 2022 Feb 1;303:114258. doi: 10.1016/j.jenvman.2021.114258.

Salthammer T, Mentese S & Marutzky R (2010) Formaldehyde in the Indoor Environment. *Chemical Reviews*, 110(4), 2536–72. https://doi.org/10.1021/cr800399g

Salthammer T (2022) Microplastics and their additives in the indoor environment. *Angewandte Chemie International Edition*. https://doi.org/10.1002/anie.202205713

Samburova V, Zielinska B & Khlystov A (2017) Do 16 polycyclic aromatic hydrocarbons represent PAH air toxicity? *Toxics*, vol 5, issue 3, p 17, Doi: 10.3390/toxics5030017

Samuelsson I, Mjörnell K & Jansson A (2007) *Fuktskador i putsade, odränerade träregelväggar– lägesrapport december 2007* Infoblad SBUF SP Rapport 2007:36

SAPEA (Science Advice for Policy by European Academies) (2019) *A Scientific Perspective on Microplastics in Nature and Society.* SAPEA Evidence Review Report No. 6. https://doi.org/10.26356/microplastics

Sasso A F, Pirow R, Andra SS, Church R, Nachman R M, Linke S, Kapraun D F, Schurman S H, Arora M, Thayer K A, Bucher J R & Birnbaum L S (2020) Pharmacokinetics of bisphenol A in humans following dermal administration. *Environ Int*. 2020 Nov;144:106031. doi: 10.1016/j.envint.2020.106031.

Schwensen J F et al. (2015) Occupational dermatitis from methylisothiazolinone in water-based paints. *Contact Dermatitis*, 73(5), 297–303. https://doi.org/10.1111/cod.12434

Sedlbauer K & Krus M (2003) A new model for mould prediction and its application in practice. I *Research in Building Physics* (1st ed.). CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781003078852-128

Seewoo B J, Wong E V S, Mulders Y R, Goodes L M, Eroglu E, Brunner M, Gozt A, Toshniwal P, Symeonides C & Dunlop S A (2024) Impacts associated with the plastic polymers polycarbonate, polystyrene, polyvinyl chloride, and polybutadiene across their life cycle: A review. *Heliyon*. 2024 Jun 13;10(12):e32912. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e32912.

Singh D, Marrocco A, Wohlleben W et al. (2022) Release of Particulate Matter From Nano-Enabled Building Materials (NEBMs) Across Their Lifecycle: Potential Occupational Health and Safety Implications. *Journal of Hazardous Materials*. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34391975

Son M H, Kim Y, Jo Y H & Kwon M (2021) Assessment of chemical asphyxia caused by toxic gases generated from rigid polyurethane foam (RPUF) fires. *Forensic Sci Int*. 2021 Nov;328:111011. doi: 10.1016/j.forsciint.2021.111011.

Spyropoulou A E, Lazarou Y G, Sapalidis A A & Chrysi S L (2022) Geochemical modeling of mercury in coastal groundwater, *Chemosphere*, Volume 286, Part 1, 131609, ISSN 0045-6535.

Suuronen K, Bäck B, Aalto-Korte K et al. (2019) Skin exposure to epoxy chemicals in construction coating, assessed by observation, interviews, and measurements. *Contact Dermatitis*. 2019;80:18–25. https://doi.org/10.1111/cod.13122

Svensk Byggtjänst (2026) *Svensk Byggtjänst hemsida*

The Danish Environmental Protection Agency (2020) *Survey and risk assessment of VOCs in PU foam products*. ISBN: 978-87-7038-230-4.

The Danish Health and Medicines Authority (Danish MDA) (2013) *Health risks of PCB in the indoor climate in Denmark*, ISBN online: 978-87-7104-004-3

Trier X et al. (2010) Primary aromatic amines (PAAs) in black nylon and other food-contact materials, 2004-2009. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*, 2010. 27(9): p. 1325–35.

Träskydd (2026) *Träskyddsklasser och användningsområden* (https://traskydd.com/bestandigt-tra/impregnerat-tra/traskyddsklasser-och-anvandningsomraden/). Hämtad 2026-06-17.

Tue N M, Suzuki G, Takahashi S, Kannan K, Takigami H & Tanabe S (2013) Dioxin-related compounds in house dust from New York State: occurrence, in vitro toxic evaluation and implications for indoor exposure. *Environ Pollut.* 2013 Oct;181:75-80. doi: 10.1016/j.envpol.2013.06.010.

Turk K, Kalčikova G, Kokalj A J et al. (2025) From plastic use in the construction and built environment to state-of-the-art circular economy solutions to combat microplastic pollution. *Environ Sci Eur* 37, 185. https://doi.org/10.1186/s12302-025-01228-0

Viitanen H, Krus M, Ojanen T, Eitner V & Zirkelbach D (2015) Mold Risk Classification Based on Comparative Evaluation of Two Established Growth Models, *Energy Procedia,* 78 (1425-1430). ISSN 1876-6102, https://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.11.165. (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610215018974).

Wicks Z W, Jones, F N & Pappas S P (2007) *Organic Coatings: Science and Technology (3rd ed.)*. John Wiley & Sons. ISBN: 978-0-471-69806-7.

Wiśniowska B, Linke S, Polak S, Bielecka Z, Luch A & Pirow R (2023) Physiologically based modelling of dermal absorption and kinetics of consumer-relevant chemicals: A case study with exposure to bisphenol A from thermal paper. *Toxicol Appl Pharmacol.* 2023 Jan 15;459:116357. doi: 10.1016/j.taap.2022.116357.

von Goetz N, Pirow R, Hart A, Bradley E, Poças F, Arcella D, Lillegard ITL, Simoneau C, van Engelen J, Husoy T, Theobald A & Leclercq (2013) Including non-dietary sources into an exposure assessment of the European Food Safety Authority: The challenge of multi-sector chemicals such as Bisphenol A. *Regul Toxicol Pharmacol*. 2017 Apr;85:70-78. doi: 10.1016/j.yrtph.2017.02.004.

World Health Organisation (WHO) (1992) *Environmental Health Criteria 134, Cadmium.* ISBN 92 4 157134 9.

World Health Organization (WHO) (2010) *Childhood Lead Poisoning.* WHO Press, ISBN: 978-92-4-150033-3.

World Health Organization (WHO) (2014) Public health impacts of exposure to mercury and Mercury compounds: the role of WHO and ministries of public health in the implementation of the Minamata Convention, WHA67.11, *The Sixty-seventh World Health Assembly*.

World Health Organization (WHO) (2021) *Human health effects of polycyclic aromatic hydrocarbons as ambient air pollutants*: report of the Working Group on Polycyclic Aromatic Hydrocarbons of the Joint Task Force on the Health Aspects of Air Pollution. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2021.

Wu H, Liu Q, Yang N & Xu S (2023) Polystyrene-microplastics and DEHP co-exposure induced DNA damage, cell cycle arrest and necroptosis of ovarian granulosa cells in mice by promoting ROS production. *Science of the Total Environment*. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.161962

Xu X, Goros R A, Dong Z, Meng X, Li G, Chen W, Liu S, Ma J & Zuo Y Y (2023) Microplastics and nanoplastics impair the biophysical function of pulmonary surfactant by forming heteroaggregates at the alveolar-capillary interface. *Environmental Science and Technology*, 57(50), 21050–60. https://doi.org/10.1021/acs.est.3c06668

Yannick Ngaba M J, Rennenberg H & Hu B (2025) Insights Into the Efficiency and Health Impacts of Emerging Microplastic Bioremediation Approaches. *Glob Change Biol*, 31: e70226. https://doi.org/10.1111/gcb.70226

Yuan S, Du X & Guo H (2023) Association between bisphenol A exposure and thyroid dysfunction in adults: a systematic review and meta-analysis, *Toxicology and Industrial Health*, Volume 39, Issue 4, Pages: 188–203, https://doi.org/10.1177/07482337231156284