

Material i byggnader

– Förstudie



Haddel Ali Shoker

Anders Sjöberg

Mats Persson

Preliminärt 2025-06-30

Förord

Denna förstudie om material i byggnader har tagits fram med stöd från Boverket. Rapporten har bara skrapat på ytan av ett område med många förgreningar och infallsvinklar. Förhoppning är en mer heltäckande kunskapssammanställning ska kunna tas fram i ett senare projekt.

Mats Persson

Malmö universitet

Denna rapport finns tillgänglig på <https://blogg.mah.se/bygglearn/projekt/> tillsammans med några fler kunskapssammanställningar

Där finns även listor och länkar tillgängliga i en Excel-fil

Synpunkter och förslag från denna 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

Sammanfattning

Att beskriva alla material i byggnader är en omfattande uppgift. I lagstiftning och beskrivningar används t.ex. begreppen byggprodukt, produkt, material, materialslag, byggmaterial, byggnadsmaterial, ämne, avfall, farligt avfall, farligt ämne för att kategorisera material.

För att överblicka området är en möjlighet att använda den livscykelindelning som används för beräkning av klimatbelastning från byggnadsverk enligt den europeiska standarden EN 15978.

A1–A3 Produktskede: Materialens livscykel börjar med råvaruuttag och går sedan till en tillverkningsprocess. Tillverkningen kontrolleras av tillverkaren resulterar i material och byggprodukter.

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 A1–A5 och C1–C4 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.

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 produktskedet och som inte finns med, eller finns med i låg grad som en restprodukt i den färdiga byggprodukten.

Denna förstudie har lyft på locket till ett omfattande område. Samverkan mellan författningar och branschens tillämningar och riktlinjer behöver följas och utvecklas.

Innehåll

1	Inledning.....	3
1.1	Bakgrund.....	3
1.2	Syfte och avgränsning.....	4
1.3	Genomförande	4
1.4	Till dig som läsare	4
2	Gällande lagar och regelverk samt system, verktyg och vägledningar	6
2.1	Lagar	7
2.2	Förordningar.....	8
2.3	Boverkets regler	8
2.4	Myndigheters vägledning	9
2.5	System, verktyg och vägledningar för att nå kvalitet	9
2.6	Miljöcertifieringssystem	11
2.7	Aktörer som behandlar material i byggnader i Sverige	11
3	Beskrivning av material i byggnader	13
3.1	Klassificering och varuidentifiering i byggsektorn	13
3.2	Beskrivna utifrån tillverkningsmaterial.....	13
3.3	Beskrivna utifrån egenskaper och funktion.....	15
3.4	Beskrivna utifrån miljöpåverkan.....	16
3.5	Känslomässig indelning av byggmaterial.....	17
4	Byggmaterialvalens utveckling	19
4.1	Byggmästarens helhetsansvar och industrialiseringen	19
4.2	Högre krav på material	20
4.3	Komplex montering	22
4.4	Löses på plats och experimentella lösningar	24
4.5	Beskrivning av materialval i byggprocessen	24
5	Hälsö- och miljöeffekter av byggmaterial	29
5.1	Problem	29
5.2	Intressentanalys	29
5.3	Nulägesanalys.....	30
5.4	Gap-analys	30
6	Farligt och komplext	33
6.1	Hantering av PFAS	33
6.2	Fluorerande växthusgaser och ozonnedbrytande ämnen.....	33
7	Analys och slutsats	35
	Referenser	36

Bilaga 1 – Vanligt förekommande farliga ämnen i byggmaterial

I Inledning

I.1 Bakgrund

Material 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 sprids vidare för att undvika negativa konsekvenser i samband med ändring av byggnad, renovering eller rivning. Det gäller såväl skyddsåtgärder vid arbeten där sådana ämnen finns, som den fortsatta hanteringen av byggnadsdelar som kanske kan återanvändas eller återvinnas eller behöver hanteras som farligt avfall.

Ytterligare en infallsvinkel är de regelverk som finns kring olika material och produkter utifrån olika märkningar eller certifieringssystem, exempelvis CE-märkning, typgodkännande eller certifieringar enligt t.ex. BREEAM, miljöbyggnad eller liknande. Materialdatabaser som BASTA, Vilma och eBVD med flera och arbetet med byggproduktförordningen (CPR 305/2011) (EU 2011) kan också ingå i detta. För material i kontakt med dricksvatten finns en positivlista.

Boverket har låtit kartlägga fel, brister och skador inom byggsektorn (Boverket 2018) med enkätundersökning och djupintervjuer. Resultatet av kartläggningen visar på att både när det gäller antal och kostnad är fukt den dominerande typen av fel, brister och skador. Se sammanställning i tabell 1.1.

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	de <u>vanligaste</u> Rang (%)	de <u>mest</u> <u>kostsamma</u> 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 %)

Det är tydligt att fuktrelaterade skador är de vanligaste och orsakar de största skadekostnaderna. Boverkets uppdelning utgår ifrån orsaken till hur vatten tar sig in i olika delar av byggnaden och hur det leder till vatten- och fuktskador.

1.2 Syfte och avgränsning

Det finns ett behov att inventera kunskaper om de material som används i byggnader och de möjliga hälsoproblem som finns kopplade till dessa samt att gå igenom vilka regelverk som styr och tillämpas. Denna förstudie syftar till att förbereda en kunskapssammanställning om material i byggnader i ett senare skede och är därför ett verktyg eller en mall för kommande arbeten.

I denna förstudie sammanställs:

- en översikt över material i byggnader och var kunskaper om material i byggnader finns,
- exempel på litteratur, branschstandarder, och föreskrifter som berör olika material i byggnader och
- exempel på aktörer som på olika sätt ställer krav på byggmaterial.

En kunskapssammanställning är ett effektivt verktyg för att stödja arbetet med att minimera hälso- och miljörisker med byggmaterial. Genom att identifiera specifika risker, 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.

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

- Haddel Ali Shoker, Malmö universitet
- Anders Sjöberg, AFEM Konsult AB
- Mats Persson, Malmö universitet

1.4 Till dig som läsare

Den här rapporten presenterar en översiktlig sammanställning av kunskap och erfarenheter. Rapporten är resultatet av författarnas analyser och utredningar. Boverket har inte tagit ställning till innehållet.

Kapitel 2 innehåller en översikt över flera sätt att kategorisera byggmaterial

Kapitel 3 försöker beskriva hur den svenska byggprocessen har moderniserats sedan byggmästarnas tid och hur ansvaret för materialval utvecklats genom åren.

Kapitel 4 går igenom hur materialval beskrivs och dokumenteras under byggprocessen.

Kapitel 5 går igenom hälso- och miljöeffekter av byggmaterial.

Kapitel 6 går igenom var material och produkter nämns i gällande lagar och regelverk.
I kapitel 7 sammanställs system, verktyg och vägledningar.

2 Gällande lagar och regelverk samt system, verktyg 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 tvingande. Allmänna råd som följer med föreskrifter 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 medlemslänternas 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 2.1 för en översikt om styrande lagar och regelverk.

Tabell 2.1 Styrande författningar för byggprojekt (Anpassad från Byggföretagen 2020)

Nivå	Organisation	Ansvarar för	Exempel på styrdokument
Europa	EU	Förordningar, direktiv, beslut, yttranden, rekommendationer	EU-förordning om byggprodukter EU-direktiv om byggnaders energiprestanda, miljökonsekvensbeskrivning EU:s taxonomi, CSRD
Nationellt	Riksdag	Grundlagar Lagar	Plan- och bygglagen (2010:900) (PBL) och miljöbalken (1998:808) (MB)
	Regering	Förordningar	Plan- och byggförordning (2011:338)
	Myndigheter: t.ex. Boverket, Folkhälso-myndigheten Arbetsmiljöverket	Föreskrifter och regler Rekommendationer	Boverkets föreskrifter och allmänna råd om bärförmåga, stadga och beständighet i byggnader m.m. (BFS 2024:6)

Utifrån lagar och regelverk arbetar myndigheter och organisationer i byggsektorn. Styrande dokument för byggprojekt redovisas i tabell 2.2.

Tabell 2.2 Styrande dokument för byggprojekt (Anpassad från Byggföretagen 2020)

Nivå	Organisation	Ansvarar för	Exempel på styrdokument
Internationellt	FN, WHO, IPPC		
Regionalt	Länsstyrelser	Samordning region och kommuner	Planeringsunderlag 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, arbetsplatsdispositionsplan (APD-plan), kvalitets-, miljö- och arbetsmiljöplan (KMA-plan)
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

2.1 Lagar

2.1.1 Byggproduktförordningen

Byggproduktförordning CPR (EU 305/2011) ger bl.a. följande definitioner:

1. *byggprodukt*: varje produkt eller byggsats som tillverkas och släpps ut på marknaden för att varaktigt ingå i byggnadsverk eller delar därav och vars prestanda påverkar byggnadsverkets prestanda i fråga om de grundläggande kraven för byggnadsverk.
2. *byggsats*: byggprodukt som släppts ut på marknaden av en enda tillverkare som en uppsättning av minst två separata komponenter som måste sättas samman för att inkorporeras i byggnadsverk.
3. *byggnadsverk*: byggnader och anläggningar.
4. *väsentliga egenskaper*: de egenskaper hos byggprodukten som rör de grundläggande kraven för byggnadsverk.
5. *byggprodukters prestanda*: prestanda med avseende på relevanta väsentliga egenskaper uttryckta i nivåer eller klass, eller i en beskrivning.
6. *nivå*: resultatet av en bedömning av en byggprodukts prestanda i förhållande till dess väsentliga egenskaper, uttryckt som ett numeriskt värde.
7. *klass*: en uppsättning nivåer som avgränsas av lägsta och högsta värden för en byggprodukts prestanda.
8. *tröskelvärde*: en byggprodukts lägsta eller högsta prestandanivå avseende en väsentlig egenskap hos en byggprodukt.
9. *produkttyp*: en uppsättning representativa nivåer eller klassen för prestanda i förhållande till de väsentliga egenskaperna hos en byggprodukt, som tillverkats i en specifik tillverkningsprocess med användning av en given kombination av råmaterial eller andra delar.
- ...

2.1.2 Plan- och bygglagen och miljöbalken

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 ställer krav på t.ex. typgodkännande och CE-märkning för materialslag och byggprodukter. Här definieras bl.a.:

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

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

2.1.3 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 är inte leder till hälsoproblem för de anställda.

2.2 Förordningar

2.2.1 Plan- och byggförordningen

Plan- och byggförordningen (2011:338) 3 kap. 9 § lyfter fram att byggnader ska vara projekterade och utförda så att användarnas och grannarnas hygien eller hälsa inte riskeras. Hänvisningen till hygien- och hälsorisker ges i t.ex. kap 6 3a§ som definierar klimatskärmens funktion:

1. *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,

2.3 Boverkets regler

I Boverkets byggregler (2011:6), BBR 31, finns krav liksom i Boverkets nya byggregler *Boverkets föreskrifter och allmänna råd om bärförmåga, stadga och beständighet i byggnader m.m. (BFS 2024:6)*

Under rubriken Byggprodukter och material 1 kap. i BFS 2024:6 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.

...

- 12 § Byggnader ska utföras
1. på ett fackmässigt sätt, och
 2. enligt gällande handlingar.

2.4 Myndigheters vägledning

2.4.1 Folkhälsomyndigheten

Folkhälsomyndigheten ger vägledning om tillsyn enligt miljöbalkens hälsoskyddsregler (Folkhälsomyndigheten 2024).

2.4.2 Arbetsmiljöverket

Arbetsmiljöverket har föreskrifter om arbete med och hantering av byggmaterial och byggavfall. I AFS:ar regleras bland annat asbest, bly, kadmium, kvicksilver och radon.

2.5 System, verktyg och vägledningar för att nå kvalitet

2.5.1 Kvalitets- och prestandamärkning av byggprodukter

(Baseras på text från Gustavsson et al. 2021)

Det har alltid funnits behov av att redovisa kvaliteter och kvalitetsnivåer för byggprodukter för att byggare ska kunna välja önskad produkt från sina tillverkare och leverantörer. Byggbranschen har också en lång tradition med olika märkningar av byggprodukter. Med byggprodukter menas i det här sammanhanget rena byggmaterial, sammansatta produkter som t.ex. fönster och kaminer, kompletta byggsystem för t.ex. fasader eller till och med hela byggnader. Märkningarna har olika inriktning/utgångspunkt som till exempel byggregler, funktion, energieffektivitet eller miljöfrågor. Men det övergripande syftet är att säkerställa kvaliteten på byggprodukten utifrån utvalda egenskaper. En projektör eller byggare ska alltid efterfråga en vara av viss kvalitet!

Med en väl fungerande kvalitetsmärkning finns det god kunskap om produkten och dessutom ett system för kvalitetssäkring av produkten. Detta innebär att en del av de kontroller som annars behöver hanteras i det enskilda byggprojektet redan hanteras inom ramen för kvalitetsmärkningen. Det finns också minimikrav på enskilda byggprodukter enligt PBL: *Byggprodukter får ingå i ett byggnadsverk endast om den är lämplig för den avsedda användningen.* Det vill säga har sådana egenskaper att det byggnadsverk som produkten ska ingå i kan uppfylla de tekniska egenskapskraven när byggnadsverket är projekterat och uppfört på rätt sätt.

Att använda sig av verifierade och kvalitetsmärkta lösningar och konstruktioner är i princip nödvändigt för att klara av projektering och bygglovsprocessen med kontrollplan enligt PBL och tillstyrkt slutbesked. Med dokumentation av genomförande och typgodkännande i byggprocessen finns förutsättningar för att styrka uppfyllande av myndigheters minimikrav och beställares och brukares krav. Myndigheternas krav utgår till stor del från att personer som vistas i en byggnad inte ska riskera ohälsa men också på hushållning med resurser och hållbar utveckling. Här följer exempel på några vanliga märkningar.

2.5.1.1 CE-märkning

Bokstäverna CE är en förkortning för Conformité Européenne vilket betyder i överensstämmelse med för produkten aktuell EU-lagstiftning. Att en produkt är CE-

märkt betyder att tillverkaren eller importören intygar att produkten uppfyller EU:s grundläggande hälso-, miljö- och säkerhetskrav. CE-märkning ska inte ses som en kvalitetsmärkning av produktens funktion utan är i första hand ett handelsmärke som gör att en produkt kan säljas fritt över nationsgränserna inom EU och EES.

CE-märkningen är obligatorisk om det finns en harmoniserad standard men frivilligt om det saknas en harmoniserad standard. CE-märkning innebär inte per automatik att svensk lagstiftning uppfylls, varken för produkter som uppfyller harmoniserad standard eller för frivillig märkning.

Frivillig CE-märkning genom Europeiskt Teknisk Bedömning (ETA) baseras på ett europeiskt bedömningsdokument. Ett europeiskt bedömningsdokument arbetas fram först när ett företag ansöker om ETA. Exempel på produktområden för CE-märkning är:

- Bedömning och hantering av omgivningsbuller (2002/49/EG). Ansvarig myndighet är Naturvårdsverket.
- Byggnaders energiprestanda (2010/31/EU). Ansvarig myndighet är Boverket.
- Byggprodukter (305/2011/EU). Ansvarig myndighet är Boverket.
- Energimärkning (2017/1369/EU). Ansvarig myndighet är Boverket.

För ytterligare information om CE-märkning se <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/regler-om-byggande/byggprodukter/att-salja-byggprodukter/guide-ce-markning/>.

2.5.1.2 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.

2.5.1.3 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 och BBR i den omfattning som märkningen avser. De krav som ställs på typgodkända produkter får inte vara högre än vad som finns i gällande byggregler.

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. (EU 305/2011) (SFS 2013:306)

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.

2.5.2 Resurs- och avfallsriktlinjer vid byggande och rivning

Resurs- och avfallsriktlinjer vid byggande och rivning (Byggföretagen 2023) definierar

1. *Avfall*: Varje föremål, ämne eller substans som innehavaren gör sig av med eller avser eller är skyldig att göra sig av med (15 kap. 1 § miljöbalken).
2. *Avfallsslag/avfallstyp*: Avfall kan klassas i ett stort antal typer utifrån bransch eller slag av avfall. Typerna framgår av Bilaga 3 till avfallsförordningen och betecknas med en avfallskod. Avfallsslag används ofta som synonym till avfallstyp.
3. *Biprodukt*: Ett ämne eller föremål som uppkommit i en produktionsprocess där huvudsyftet inte är att producera ämnet eller föremålet ska anses vara en biprodukt i stället för avfall, om det är säkerställt att ämnet eller föremålet
 1. kommer att fortsätta användas,
 2. kan användas direkt utan någon annan bearbetning än den bearbetning som är normal i industriell praxis,
 3. har producerats som en integrerad del av produktionsprocessen, och
 4. den användning som avses i 1 inte strider mot lag eller annan författning och inte leder till allmänt negativa följder för miljön eller människors hälsa (15 kap 1 § miljöbalken).
4. *Farligt avfall*: Avfall som markerats med en asterisk (*) i förteckningen i Bilaga 3 till avfallsförordningen. För avfall med dubbla ingångar i Bilaga 3 (som kan vara både farligt och icke-farligt avfall) ska bedömning göras enligt 2 kap. 2–3 §§ avfallsförordningen och EU-förordning 1357/2014.
5. *Farligt ämne*: Ett ämne som har klassificerats eller som kommer att klassificeras som farligt enligt förordning (EG) nr 1272/2008 om klassificering, märkning och förpackning av ämnen och blandningar (CLP-förordningen).

Riktlinjerna innehåller ett avsnitt om POPs-avfall (Persistent Organic Pollutants).

Vanliga POPs-ämnena i byggmaterial är bland annat PCB, PFOS, PFOA, PFHxS, SCCP, PBDE, HBCD, samt bromerade flamskyddsmedel.

Det finns även en bilaga (1) med lista över farligt avfall, FA-listan, som utgår från farliga ämnen och tar upp farligt avfall samt annat avfall som kräver speciell uppmärksamhet eller är svårt att klassificera. Ytterligare en bilaga (2) sammanställer material och produkter från rivning och utbyte.

2.6 Miljöcertifieringssystem

Även om olika miljöcertifieringssystem har varierande fokusområden, så delar de en gemensam målsättning att skapa hållbara och hälsosamma byggnader för människor att bo, arbeta och vistas i. Att byggnader är hälsosamma för människor att vistas i refererar, i alla fall indirekt, till byggmaterial inte ska bidra till ohälsa. Information om miljöcertifieringssystem finns på Sweden Green Building Council hemsida www.sgbc.se.

2.7 Aktörer som behandlar material i byggnader i Sverige

2.7.1 Myndigheter

- Arbetsmiljöverket

- Boverket
- Folkhälsomyndigheten
- Kemikalieinspektionen
- Naturvårdsverket
- m.fl.

2.7.2 Branschens aktörer

2.7.2.1 Byggföretagen

Byggföretagen är en bransch- och arbetsgivarorganisation som samlar bygg-, anläggnings- och specialföretag som vill bygga Sverige på schyssta grunder. Medlemmar finns i alla storlekar och verkar över hela landet.

2.7.2.2 Byggmaterialhandlarna

Byggmaterialhandlarna är en branschorganisation för byggmaterialhandeln i Sverige som samlar elva stora kedjor samt ett femtiotal fria handlare runt om i landet. Totalt sysselsätter branschen 21 000 personer och omsätter över 110 miljarder kronor.

2.7.2.3 Byggmaterialindustrierna

Byggmaterialindustrierna är en paraplyorganisation som välkomnar alla företag och branschorganisationer som tillverkar och arbetar med byggmaterial. Branschen omsätter omkring 200 miljarder SEK och sysselsätter drygt 50 000 personer i Sverige.

Byggmaterialindustriernas främsta uppgift är att samordna, stärka och verka för de frågor som är gemensamma för hela byggmaterialindustrin.

2.7.3 Materialdatabaser

2.7.3.1 Vilma

Standarden Vilma reglerar krav på information om produkter. Vilmastandarden som Byggmaterialhandlarna utvecklat och äger reglerar handelns krav på produktinformation från sina leverantörer. Finfo sköter distributionen av informationen om byggprodukterna.

Vilma standarden består av ett regelverk för artikelinformation och varugrupperingskoden BK04. Standarden finns from 1 juni 2023 enbart i en version. Den senaste versionen är Vilma 2.7

2.7.3.2 BASTA

BASTA-systemet erbjuder kostnadsfri och publikt tillgänglig information om hållbara produktval kopplat till kemiskt innehåll. BASTA är ett dotterbolag till IVL Svenska Miljöinstitutet och Byggföretagen.

2.7.3.3 eBVD

Det digitala eBVD-systemet tillhandahåller ett verktyg där tillverkare av byggprodukter och byggmaterial kan registrera och hantera sin digitala miljöinformation. Det som ska registreras i en eBVD (elektronisk byggvarudeklaration) är överenskommet av hela byggbranschen. eBVD i Norden AB är ett dotterbolag till IVL Svenska Miljöinstitutet och Byggmaterialindustrierna.

2.7.3.4 Finfo

Finfo erbjuder lösningar för att hantera, kontrollera och sprida artikelinformation anpassat för hela värdekedjan; från leverantör, handel och till byggbolag. Finfo hjälper företag att hantera information snabbt, korrekt och samordnat, för att skapa bättre förutsättningar för både inköp, försäljning och entreprenad.

3 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.

3.1 Klassificering och varuidentifiering i byggsektorn

3.1.1 Byggtekniska beskrivningar - CoClass och AMA

I byggsektorn finns flera standardiserade sätt att beskriva byggmaterial i olika delar av en byggnad. På ritningar i beskrivningar används t.ex. AMA, BSAB och CoClass (Svensk Byggtjänst 2025). 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 *Bygghandelskatalog* och *Produktionsresultat* från AMA och BSAB finns med i CoClass. 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).

3.1.2 Byggmaterialhandel - Vilma, BASTA och eBVD

För byggmaterialhandel och byggmaterialindustrin finns system för att ge olika produkter unika beteckningar för spårbarhet och beskrivning av egenskaper. I Sverige finns Vilma, BASTA och eBVD som samlar och tillhandahåller information om byggmaterial på ett standardiserat sätt. I dessa system finns klassificering enligt BK04 som är en femsiffrig kod uppdelad i cirka 875 rader (Byggmaterialhandlarna 2025)

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. BASTA och eBVD använder GTIN och BK04 för att klassificera och identifiera produkter och byggmaterial.

3.2 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. Exempel på indelning är CoClass material och resurs-tabell som innehåller både rena och sammansatta material. Enstaka formade produkter finns också, t.ex. gipsskiva.

Här följer en vidare indelning utifrån tillverkningsmaterial.

3.2.1 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".

3.2.2 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 ut 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 blandas med syror för att koagulera, i senare processteg tillsätts olika ämnen såsom svavel, kol och oljor för att erhålla önskade egenskaper.

3.2.3 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.

3.2.4 Nanomaterial

Nanomaterial är material som har en strukturell dimension i nanoskalan, vilket innebär att de har en eller flera dimensioner som mäter mellan 1 och 100 nanometer (nm). På denna skala uppvisar material ofta unika fysikaliska och kemiska egenskaper som skiljer sig från deras större motsvarigheter. Exempelvis kan ett nanomaterial vara starkare och lättare än traditionella material.

3.2.5 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.

3.3 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.

Exempel på indelning är CoClass tabeller för produktionsresultat respektive egenskaper.

3.3.1 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

3.3.2 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

3.4 Beskrivna utifrån miljöpåverkan

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.

De nationella databaserna för byggmaterial BASTA och eBVD finns för att sammanställa bl.a. miljöpåverkan. Byggbranschens *Resurs- och avfallsriktlinjer vid byggande och rivning* (Byggföretagen 2023) innehåller information om farliga material i byggnadsdelar och avfall från byggnader.

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.

3.4.1 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.

3.4.2 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 byggnadsmaterialen 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.

3.4.3 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.

3.4.4 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 fluoriserande växthusgaser som används vid tillverkningen av byggmaterial.

3.4.5 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 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.

3.5 Känsломässig indelning av byggmaterial

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

- **Historiska byggmaterial** som vanligtvis 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 minska 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.
- **Nya byggmaterial** refererar oftast till förbättring av befintliga material. Det är ofta material som nyligen har utvecklats eller introducerats på marknaden och som skiljer sig från traditionella material, som trä, betong och tegel. Dessa nya material kan ha olika egenskaper och fördelar, såsom ökad hållfasthet, bättre isolerförmåga, lägre vikt, lägre kostnad, snabbare installation, lägre underhåll och bättre brandmotstånd.
- **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 materialen som fortfarande används flitigt i normalt byggande. Medan andra traditionella material som lera, halm och vass i större utsträckning.

4 Byggmateriälvalens 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 materiälval, 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 materiälval utvecklats genom åren.

4.1 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, materiälval, 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 ofta 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 bokhyllstommar i betong skedde utmed långa linjära banor för byggkranar. Montage av prefabricerade väggelement minskade behovet av yrkesskickliga timmermän och murare.

Byggmästarna 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.

4.2 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.

Flerskikt-konstruktionen har en större komplexitet och kunskapshöjd än de klassiska homogena konstruktionerna. En flerskikt-konstruktion behöver dimensioneras så att alla materialskikten samverkar och tillsammans 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.

Exempel – Lufttätethet

Från början monterades en vindskyddsskiva utanpå träregelstommen, för att hindra inblåsning i isoleringen av luften i spalten, innanför fasadmaterialet. Vindskyddsskivan hindrade luftflöden i konstruktionen och stod för en typ av lufttätethet. Samtidigt monterades en PE-folien på insidan av träregelstommen och utgjorde en diffusionsspärr som hindrade fukten i luften inomhus att diffundera ut och kondensera i konstruktionen. Nu är PE-foliens funktion i huvudsak att skapa byggnadens lufttätethet. Efter övergången från stationära till dynamiska beräkningsverktyg visade det sig att många konstruktioner klarar sig utan en helt tät diffusionsspärr.

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 lufttätethet hos ytterväggar med regelstommar. Samt att det är lufttätetheten 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.

4.2.1 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 behöva 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” minskad, 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 byggtreprenören 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 – värme och ventilation

Exempelvis stod vedspisen samt kakelugnar och friskluftsdon i ytterväggen för både uppvärmning och ventilation i bostadshus i början av 1900-talet. Dagens boende ställer mycket högre krav på bekvämlighet och komfort, och dessa krav är möjliga att möta med moderna uppvärmnings- och ventilationssystem. De moderna systemen kräver dock en mer detaljerad projektering än den som utfördes av byggmästaren och kakelugnsmästaren kring år 1900.

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 luftvirvar 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 vindskyggsbänkar och träregelstommar precis under fönstervinkeln, där fönsterblecket är felaktigt utfört. Detta problem uppdagades av RISE (dåvarande SP) 2006 och rapporterades i dagspress.

4.3 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 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.

Exempel – montage av enstegstätade fasader

När det gäller de enstegstätade fasaderna så uppstod problem med inläckage i fasaden vid anslutningar och genomföringar. Montaget blev inte så tätt som krävdes för denna känsligare konstruktion, det blev av allt att döma bara så tätt som montörerna var vana att göra vid andra typer av fasadsystem. Den enstegstätade fasaden betraktas nu som olämplig på väggar med träregelstommar, trots att alla detaljer i P-märkta monteringsanvisningar har provats av dåvarande SP och befunnits klara kraftfullt

slagregn. Troligtvis är konstruktionen olämplig eftersom byggarbetsplatserna inte alltid klarade att följa anvisningar med de toleranser och krav som behövdes för att skapa en tät enstegstätad fasad.

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 4.1 visar skador i fuktiga partierna som huvudsakligen finns i anslutning till och under fönster, där tätningsband och fönsterbleck monterats felaktigt.



Figur 4.1 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)

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)

4.4 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 effektivast 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 nivå 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.

4.5 Beskrivning av materialval i byggprocessen

De övergripande valen av byggsystem och huvudsakliga material görs tidigt i byggprocess. 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 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 överensstämmelse 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.

4.5.1 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 överensstämmelse med lagstiftning, branschregler och den övergripande tanken med byggnaden.

4.5.1.1 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 (figur 4.2) är 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 fortfarande kan väljas fritt i senare skede.

Innerväggar utföres som stålregelväggar med skivbeklädning med skivbredd 90 cm. Inre skiva skall vara plywoodskiva min densitet 450 kg/m².

Skivor bakom vattentäta skikt på väggar skal vara med utförande enligt BKR (Byggkeramikrådet)

Figur 4.2 Exempel på text ur rambeskrivning

I detta skede styrs även projektet mot val av konstruktioner och material med hög respektive låg risk. Medvetna val som görs 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.

4.5.1.2 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 4.3) 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.

Ytor	Material	Behandling
Golv	Plastmatta typ Gerflor Taralay Forum 4328 Yanko Comfort - plan 01. 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. Krok typ Detra, nr 14865 naturanodiserade aluminium. Papperskorg pulverlackad vit typ BB 6836675. Sanitetspåhållare, typ BB 227000.	
Övrigt		

Figur 4.3 Exempel på rumsbeskrivning med specifikation av material.

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 materielgruppen 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.

Typprodukter

Ett annat sätt att beskriva vilket material som önskas är med typprodukter. Det används en högre grad av specialiserade önskemål, funktionskrav eller myndighetsutövning. I rumsbeskrivningen (figur 4.2) 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.

4.5.2 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 byggmaterial. 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 ett råmaterial 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.

4.5.3 Byggskede

I byggskedet (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 beslutas och fixas för 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 onödigt 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. Lycksökare lovar att det inte är några problem utan att deras produkt löser problemet och att det aldrig kommer uppstå några problem i framtiden.

5 Hälso- och miljöeffekter av byggmaterial

Byggmaterial påverkar 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)

Följande beskriver tillvägagångssättet för förstudien, med hänsyn till det önskade slutläget för hela projektet.

5.1 Problem

Information om material och produkter är lätt tillgängligt för alla i branschen.

- 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.

Var ska information samlas – hos ägare, kommun, byggentreprenör, tillverkare, byggvaruhandel, forskningslitteratur, Basta-online, EU-databas eller annat? Vad händer över tid? Företag upphör? Historiska data går lätt förlorad. Var ska intyg och certifikat samlas?

Intressenter inom byggindustrin 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. Går det 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. En sådan databas skulle också stödja innovation genom att inkludera information om nya och hållbara byggmaterial.

5.2 Intressentanalys

En intressentanalys har tagits fram genom att bedöma ge en översikt över myndigheters och aktörers intresse, inflytande och prioritet i denna förstudie om material i byggnader (se tabell 5.1). Bedömningen baseras på hur mycket varje aktör kan påverka byggprojektets slutläge. Boverket vill att denna förstudie genomförs, vilket innebär att båda deras intresse, inflytande och prioritet är högt. De andra aktörerna har potentiellt

högt intresse, men deras inflytande på denna specifika förstudie är bedömt som lågt och bedömningen kan ändras om de vill delta i fortsatta studier i framtiden.

Tabell 5.1 Intressentanalys av förstudie om material i byggnader

Aktörer	Intresse	Inflytande	Prioritet
Boverket Byggregler	Hög	Hög	Hög
Arbetsmiljöverket Arbetsmiljö och säkerhet	Hög	Låg	Medel
Folkhälsomyndigheten Folkhälsa och relaterade risker	Hög	Låg	Medel
Naturvårdsverket Miljöskydd och hållbarhet	Hög	Låg	Medel
Kemikalieinspektionen Reglering av kemikalier och deras användning	Låg	Låg	Låg
Byggföretag	Hög	Låg	Medel

Genom att identifiera och involvera intressenter tidigt går det att säkerställa att behov, förväntningar och krav beaktas i en senare kunskapssammanställning. Detta förbättrar kommunikationen och samordningen, minskar risken för konflikter och säkerställer att kunskapssammanställningen får bredare acceptans och stöd. Dessutom kan intressenter bidra med värdefull information och insikter som kan förbättra kvaliteten och relevansen av kunskapssammanställningen.

5.3 Nulägesanalys

Byggindustrin i Sverige står inför flera utmaningar när det gäller val av byggmaterial, deras användningsområden samt hälso- och miljörisker. Det finns inte en komplett, tillgänglig och kostnadsfri inventeringslista över byggmaterial, vilket gör det svårt för intressenter att göra informerade val som främjar både effektivitet och hållbarhet. Information finns men är spridd och inte helt standardiserad. Alla egenskaper är inte testade och dokumenterade om det inte finns krav på det. Boverkets byggregler (BBR) och Boverkets nya föreskrifter betonar vikten av att undvika material som kan vara farliga för människors hälsa, både vid nyproduktion och i befintliga byggnader.

Det finns också ett behov av att dokumentera och se till att kunskap om befintliga material som utgör risker, såsom asbest och PCB, är väl spridd i byggsektorn samt att utveckla regelverk och certifieringssystem för nya material. För att förbättra situationen föreslås en omfattande kunskapssammanställning som inkluderar alla relevanta aktörer och deras behov, förväntningar och krav.

5.4 Gap-analys

5.4.1 Kommunikation och samordning

I Sverige finns flera samordnande organisationer som Svensk Byggtjänst, Byggföretagen Boverket och Toxrådet. Samtliga arbetar för att samordna olika intressenter inom byggindustrin och främja gemensamma mål och prioriteringar. Trots detta kan beslutsfattandet ibland fördröjas. Därför skulle det vara fördelaktigt att skapa en samordningsgrupp bestående av representanter från aktörer (se tabell 5.1). Denna grupp skulle ha regelbundna möten och säkerställa transparent kommunikation för att förbättra samordningen och effektivisera beslutsprocessen.

Under arbetet med denna förstudie har det blivit tydligt att det finns en betydande utmaning i att samla detaljerad information om byggmaterial från olika källor. Det kan till och med vara så att tillverkare inte kan redogöra för exakt alla komponenter i materialet/produkten. Informationen på övergripande nivå om krav m.m. finns spridd över flera myndigheter och organisationer, vilket gör det tidskrävande att få en heltäckande bild av de regler och riktlinjer som gäller för olika material. Denna fragmentering indikerar ett behov av t.ex. en centraliserad databas eller kunskapssammanställning där all relevant information om byggmaterial, inklusive säkerhetsföreskrifter, miljöpåverkan och hälsorisker, kan samlas och göras lättillgänglig för alla intressenter. En sådan resurs skulle inte bara underlätta för forskare och yrkesverksamma inom byggsektorn, utan även bidra till en mer effektiv och säker hantering av byggmaterial. (se även Jeppsson 2024)

Nedan för är ett förslag för Byggindustrins samordningsråd som kan bestå av:

1. Strategisk ledningsgrupp
Består av högre chefer och beslutsfattare från varje aktör.
Ansvarar för att sätta långsiktiga mål och strategier.
2. Operativa arbetsgrupper
Består av tekniska experter och specialister från varje aktör.
Fokuserar på specifika projekt och operativa frågor.
3. Kommunikationsplattform
Digital plattform för kontinuerlig och transparent kommunikation mellan alla aktörer.
Regelbundna nyhetsbrev för att hålla alla informerade om framsteg och förändringar.
4. Regelbundna möten
Kvartalsvisa möten för strategisk ledningsgrupp.
Veckovisa eller månatliga möten för operativa arbetsgrupper.
5. Utvärdering och uppföljning
Regelbundna utvärderingar av framsteg och justeringar av strategier baserat på feedback och resultat.

Kanske är detta förslag allt för omfattande. Det finns redan system för olika delar och värdet av att samla allt behöver utredas. Om det över huvud taget är möjligt att samla all relevant information under ett paraply! Behovet av uppdateringar och utveckling får inte underskattas.

5.4.2 Prioritering av intressen

Olika intressen leder ofta till konflikter och fördröjningar i beslutsfattandet, som när byggföretag vill använda billigare material som inte uppfyller miljökrav eller när arbetsmetoder ökar kostnader och byggtid. I Storbritannien hanteras detta genom samordningsgrupper som UK Construction Leadership Council (CLC), som främjar gemensamma mål och prioriteringar. Regelbundna möten och transparent kommunikation är centrala för att lösa konflikter och förbättra beslutsfattandet. Åtgärder inkluderar att skapa samordningsgrupper, utveckla gemensamma agendor, hålla regelbundna möten och säkerställa öppen kommunikation.

Att förstå och hantera byggmaterials livscykel och hållbarhet är avgörande för att minska miljöpåverkan och främja hållbara byggmetoder. I Storbritannien finns Inventory of Carbon and Energy (ICE) Database, (Circular ecology 2019) som är en omfattande och fritt tillgänglig databas som innehåller detaljerad information om koldioxidavtryck och

energianvändning för över 200 byggmaterial. I Sverige finns det liknande initiativ, men de är ofta inte lika offentligt tillgängliga eller omfattande som ICE-databasen. Detta skapar en lucka i tillgången till detaljerade miljödata för byggmaterial, vilket kan påverka möjligheterna att göra informerade och hållbara val inom byggbranschen.

5.4.3 Utbildning och medvetenhet

Utbildning och medvetenhet om riskerna med byggmaterial är idag inte tillräckligt omfattande, vilket kräver implementering av mer omfattande utbildningsprogram.

För att öka medvetenheten om riskerna med byggmaterial som asbest och innovativa material, bör omfattande utbildningsprogram utvecklas och genomföras för byggnadsarbetare, byggingenjörer och arkitekter. Dessa program bör inkludera praktiska workshops, onlinekurser och certifieringsprogram. Informationskampanjer riktade mot allmänheten och byggindustrin är också viktiga för att betona vikten av säker hantering av farliga byggmaterial. Dessutom bör samarbete med universitet och yrkesskolor främjas för att inkludera utbildning om byggmaterialrisker i deras utbildningsplaner respektive läroplaner.

5.4.4 Övervakning och efterlevnad

För att säkerställa efterlevnad av regler för hantering av riskmaterial som asbest, bör inspektionsrutiner förbättras genom ökad frekvens och noggrannhet. Strängare sanktioner för överträdelser och investeringar i avancerad övervakningsteknik, såsom sensorer och realtidsdataövervakning, är också nödvändiga. För nya material krävs utveckling av tydliga nationella regler och standarder som kompletterar CE-märkningen, kontinuerlig utvärdering baserad på ny forskning, samt pilotprojekt och fältstudier för att testa materialens långsiktiga prestanda och säkerhet.

5.4.5 Marknadsacceptans för nya material

Marknadsacceptansen för nya material hindras av höga kostnader och otillräcklig testning, trots dess potential. För att övervinna dessa hinder föreslås ekonomiska incitament som skatteavdrag och subventioner, utbildningsprogram och demonstrationer för att visa fördelarna, samarbete med byggindustrin för att utveckla marknadsföringsstrategier, samt fortsatt investering i forskning och utveckling för att minska kostnader och förbättra prestanda.

6 Farligt och komplext

Farliga material omnämns bland annat i Resurs- och avfallsriktlinjer vid byggande och rivning (Byggföretagen 2023), t.ex. olika typer av avfall från byggproduktion såsom farligt avfall, trä, metall, gips, mineral, glas, plast, förpackningar och returpapper, mineralull, asbest, bly, CFC (freon), betong, kadmium, kvicksilver, PAH, asfalt, PCB, klorparafiner, plast, kreosotimpregnerat virke och hussvamp och skadedjur i trä.

Här redovisas två utvalde exempel på farliga material och komplexa material/byggprodukter. (se även bilaga 1)

6.1 Hantering av PFAS

PFAS är en grupp av tusentals syntetiska ämnen som är mycket persistenta i miljön och kan ha negativa hälso- och miljöeffekter. Det pågår flera aktiviteter för att reda ut åtgärder för att hantera PFAS.

I januari 2023 lämnade myndigheter från Danmark, Tyskland, Nederländerna, Norge och Sverige in ett förslag till ECHA (European Chemicals Agency) om att begränsa PFAS i EU. Förslaget syftar till att minimera utsläppen av PFAS genom att ersätta dem där det är möjligt och tillåta fortsatt användning endast där det inte finns lämpliga alternativ.

ECHA:s vetenskapliga kommittéer för riskbedömning (RAC) och socioekonomisk analys (SEAC) utvärderar förslaget sektorsvis för att säkerställa en grundlig granskning. Hittills har de nått preliminära slutsatser för vissa sektorer, inklusive konsumentprodukter, kosmetika, skidvalla, metallplätering och petroleumprodukter. Mer än 5 600 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.

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, Försvarmakten, Fohm, länsstyrelser, kommuner, MSB, Vattenmyndigheterna och Chalmers i olika delprojekt. (Naturvårdsverket 2025)

6.2 Fluorerande växthusgaser och ozonnedbrytande ämnen

Naturvårdsverket föreslår ändringar i avfallsförordningen vid avfallshantering av bygg- och rivningsavfall innehållande f-gaser (fluorerande växthusgaser) och ODS (ozonnedbrytande ämnen). Vid renoverings- eller rivningsåtgärder ska den som producerar eller annars har ansvar för bygg- och rivningsavfall säkerställa att rivningsavfall bestående av skumpaneler innehållande ODS och listade f-gaser hanteras enligt kraven i de båda EU-förordningarna.

Utsläpp ska så långt som möjligt undvikas vid renovering eller rivning av skumpaneler med skumplast, skumplast i laminerade skivor med hålrum eller uppbyggda strukturer om de innehåller listade f-gaser eller ozonnedbrytande ämnen. Gaserna ska destrueras på en behörig återvinningsanläggning och gaserna får inte avges innan dess genom översam hantering av materialet.

När privatpersoner ägnar sig åt rivning och renovering, och har byggmaterial som innehåller detta material blir materialet kommunalt avfall, det vill säga det är kommunens ansvar att materialet i avfallsledet samlas in och hanteras korrekt. (Naturvårdsverket 2024).

7 Analys och slutsats

Att beskriva alla material i byggnader är en omfattande uppgift. I lagstiftning och beskrivningar används begreppen byggprodukt, produkt, material, materialslag, byggmaterial, byggnadsmaterial, 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.

För att överblicka området är en möjlighet att använda den livscykelindelning som används för beräkning av klimatbelastning från byggnadsverk enligt den europeiska standarden EN 15978.

A1–A3 Produktskede: Materialens livscykel börjar med råvaruuttag och går sedan till en tillverkningsprocess. Tillverkningen kontrolleras av tillverkaren resulterar i material och byggprodukter.

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 A1–A5 och C1–C4 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.

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 produktskedet och som inte finns med, eller finns med i låg grad som en restprodukt i den färdiga byggprodukten.

Denna förstudie har lyft på locket till ett omfattande område. Samverkan mellan författningar och branschens tillämningar och riktlinjer behöver följas och utvecklas.

Referenser

- 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 2021-11-24
- Byggföretagen (2020) *Byggarbetsplatsens teknikhandbok*
- Byggföretagen (2023) *Resurs- och avfallsriktlinjer vid byggande och rivning november 2023* [Rapportlänk](#)
- Byggmaterialhandlarna (2025) *BK04 – varugrupsindelning* [webb](#)
- Circular ecology (2019) *The inventory of carbon and energy (ICE) database* [hemsida](#)
- EU (2011) *Construction product regulation* [Förordningslänk](#)
- Folkhälsomyndigheten (2024) *Hälsoskydd* [hemsida](#)
- Gustavsson T, Björnlund L, Bok G, Gustafsson E, Nilsson L-O, Persson M, Sikander E (2021) *Fuktsäkra byggnader – en nulägesbeskrivning* Malmö universitet
[Rapportlänk](#)
- 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
- Jansson A & Hansén M (2009) *Putsade enstegstättade regelväggar - Erfarenheter från undersökningar som SP har utfört* [Infoblad SBUF](#) [SP Rapport 2009:16](#)
- Jansson A (2011) *Putsade regelväggar 2011 - Erfarenheter från undersökningar som SP har utfört* [SP Rapport 2011:61](#)
- Jeppsson J (2024) *Nationell Färdplan Digitala Byggarbetsplatser - Branschsamverkan SBUF* [Rapport 14275](#)
- Naturvårdsverket (2024) *Förslag till författningsändringar till följd av EU:s reviderade förordningar om fluorerade växthusgaser och ozonnedbrytande ämnen* [Rapportlänk](#)
- Naturvårdsverket (2025) *Kunskap om PFAS i livsmedel och miljö – Slutredovisning av ett regeringsuppdrag* [Rapportlänk](#)
- Olsson L (2022) Regntäthet hos prefabricerade betongsandwichväggar *Husbyggaren* nr 2 2022 [Artikel](#)
- Naturvårdsverket (2024) *Förslag till författningsändringar till följd av EU:s reviderade förordningar om fluorerade växthusgaser och ozonnedbrytande ämnen* [Skrivelse NV-09154-23](#)
- Naturvårdsverket (2025) *Vägledning – Fluorerande växthusgaser* [hemsida](#)
- Nilsson L-O (1997) *Fuktmätning, del 2 av Byggfukt i betongplatta på mark - Torknings- och mätmetoder. Rapport TVBM-3008 Avd för Byggnadsmateriallära, Lunds Tekniska Högskola*
- Samuelsson I, Mjörnell K & Jansson A (2007) *Fuktskador i putsade, odränerade träregelväggar– lägesrapport december 2007* [Infoblad SBUF](#) [SP Rapport 2007:36](#)

- Sjöberg (2001) *Sekundära emissioner från betonggolv med limmade golvmaterial*.
Publikation P-01:4 Inst. för Byggnadsmaterial, Chalmers, Göteborg
- Svensk betong (2022) *Vägledning till klimatförbättrad betong – utgåva 2* [Rapportlänk](#)
- Svensk Byggtjänst (2025) [Svensk Byggtjänst hemsida](#)
- Wengholt Johnsson H (1995) *Kemisk emission från golvsystem: effekt av olika betongkvalitet och fuktbelastning* Chalmers
- Ökopol (2020) *Advanced materials – overview of the field – factsheets on selected classes of advanced materials - annexes to the final report* [Rapportlänk](#)

Bilaga I – Vanligt förekommande farliga ämnen i byggmaterial

OBS – denna sammanställning är ofullständig, inte komplett!

Här redovisas några farliga ämnen i byggmaterial

1. Asbest
2. Polyklorerade bifenyler (PCB)
3. Tungmetaller (t.ex. bly, kvicksilver)
4. Flyktiga organiska föreningar (VOC)
5. Formaldehyd
6. Radon
7. Innovativa material
8. Grafen
9. Aerogel
10. Härdplaster
11. Självläkande betong
12. Endokrinstörande ämnen i byggmaterial

I Asbest

Beskrivning

En gång ett mycket använt material för isolering, brandskydd och ljudisolering på grund av dess värmebeständighet och tålighet.

Asbest är ett samlingsnamn på en rad i naturen förekommande fibrösa kristallina silikatmineral med olika kemisk sammansättning och olika egenskaper.

Den dominerande asbestsorten är krysotil (99 % av all asbest). Den bryts huvudsakligen i Ryssland, Kina, Kanada och Kazakstan. De övriga asbestsorterna är amosit, antofyllit, tremolit, aktinolit och krokidolit. I Sverige bryts ingen asbest. Användningsområden
Asbest har använts sedan lång tid tillbaka p.g.a. dess värdefulla tekniska egenskaper såsom hög mekanisk hållfasthet och smidighet, hög termisk beständighet, god ljud- och värmeisolerande förmåga samt hög kemisk beständighet. Kommersiellt började asbest användas under andra hälften av 1800-talet. Asbest har använts inom ett stort antal områden och i ca 3 000 produkter. Exempel på användningsområden är skyddskläder mot hetta, isoleringsmaterial, bromsband, packningar, tillsats till murbruk, armerad plast, elkablar och golvmaterial. Asbest har länge använts i byggnader, fartyg och ångpannor. Stora mängder av asbest har tidigare använts som bullerisolering. I vissa fall har den sprutats på stålkonstruktioner för att öka brandmotståndet. I dag använder man främst olika syntetiska oorganiska fibrer (jämför föreskrifterna om syntetiska oorganiska fibrer) för buller- och brandisolering. (AFS 2023:13)

Hälsorisker

Inandning av asbesthaltigt damm

- Vid arbete med asbest kan luftburet damm med nål- eller trådformiga asbestfibrer uppstå. Fibrerna kan vara mycket tunna och tränga djupt ner i lungorna, där de kan fastna och orsaka sjukdomar.

- Vid hantering av asbestavfall finns risker som inandning av asbesthaltigt damm, kontaminering av kläder och utrustning, samt miljöförorening. Specifika åtgärder krävs vid gruvbrytning och anläggningsarbete för att hantera asbestförorenade mineraler. Genom att följa regler och riktlinjer för säker hantering och bortskaffning kan dessa risker minimeras.

Sjukdomar orsakade av asbest:

- Cancerframkallande: Långvarig exponering för asbestfibrer kan orsaka allvarliga luftvägssjukdomar, inklusive:

Mesoteliom: En sällsynt cancer som påverkar lungornas, bröstkorgens och bukhålans slemhinnor

Lungcancer: Risken ökar med mängden asbestexponering. Både rökare och icke-rökare kan drabbas, men rökare löper högre risk.

- Asbestos: Lungfibros som leder till nedsatt lungfunktion och andningssvårigheter. Drabbar de som utsatts för höga halter asbest under lång tid.
- Pleuraplack: Förtjockningar av bindväv på lungsäcksbladet, ofta utan symtom men kan vara ett tecken på asbestexponering.
- Latensperiod: Symtom kan ta 10–40 år att utvecklas efter exponering.

Exponering och risker:

- Trots minskad användning av asbest sedan 1970-talet finns risker kvar vid renovering och rivning av äldre byggnader.
- Asbest i fri form utgör större risk för dammbildning än när den är bunden i material.
- För att minska risken för asbestexponering är det viktigt att alla som arbetar med asbest får rätt utbildning och använder personlig skyddsutrustning (PPE) som andningsskydd och handskar. Användning av våta metoder för att minska dammbildning, ventilationssystem med HEPA-filter, och skapandet av reglerade områden för asbestarbete är också avgörande. Regelbunden luftövervakning säkerställer att asbestnivåerna hålls under tillåtna gränsvärden, och säker bortskaffning av asbesthaltigt avfall förhindrar miljöförorening.

Reglering

- Risker vid vissa typer av arbeten AFS 2023:13
- Förbudet eller kraftigt begränsat i många länder. Byggnader som byggdes före 1980-talet kan fortfarande innehålla asbest, vilket kräver noggrann hantering och borttagning av yrkesmän vid renovering eller rivning. I Sverige minskade användningen av asbest dramatiskt efter 1973 och importen upphörde helt 1997.
- Användningsförbud - Kemikalieinspektionen har i föreskrifter om kemiska produkter och biotekniska organismer meddelat bestämmelser om förbud att släppa ut på marknaden och använda asbest och produkter som medvetet tillsatts asbetsfibrer. Detta förbud gäller inte användning av varor som installerats eller tagits i bruk före den 1 januari 2005 tills dessa slutförvaras eller tas ur bruk.

Miljöpåverkan

- Asbestfibrer, när de inte bortskaffas på rätt sätt, kan förorena jord och vatten, vilket utgör risker för ekosystem och folkhälsa.
- Asbestfibrer, när de inte bortskaffas på rätt sätt, kan ha betydande miljöpåverkan. De kan förorena luft, vatten och jord, vilket leder till allvarliga hälsorisker för både människor och djur. I luften kan asbestfibrer sväva under lång tid och inandas av

människor och djur, vilket kan orsaka lungsjukdomar och cancer. I vatten kan asbestfibrer från gamla rör och dräneringssystem förorena vattenkällor, och eftersom fibrerna bryts ner långsamt, kan de spridas mellan sjöar, floder och andra vattendrag. I jorden kan asbestfibrer som frigörs vid bygg- och rivningsarbeten eller genom illegal dumpning förorena marken och spridas med vinden. Dessa fibrer kan också påverka växtligheten genom att stoppa tillväxt.

- Ny forskning från Stanford University visar att vissa metoder för asbestavfallshantering kan öka risken för att asbestfibrer sprids till vattenförsörjningen. Studien fann att organiskt material i jorden kan förändra asbestpartiklarnas elektriska laddning, vilket gör dem mindre klabbiga och möjliggör snabbare rörelse genom marken. Detta innebär att asbestfibrer kan transporteras genom jorden och potentiellt förorena närliggande vattenkällor. Dessutom undersöks hur växt-fungus-associationer kan extrahera järn från asbestfibrer och göra dem mindre toxiska.¹
- Intressant nog undersöker forskare möjligheten att använda asbest som en koldioxidfälla. Genom att behandla asbest på ett specifikt sätt kan det omvandlas till ett material som effektivt binder koldioxid. Detta kan potentiellt bidra till att minska mängden CO₂ i atmosfären och därmed bekämpa klimatförändringarna. Det är en innovativ metod som kombinerar hantering av farligt avfall med klimatåtgärder. Forskning har också visat att asbest kan användas för att bekämpa klimatförändringar genom att binda koldioxid. När asbest utsätts för koldioxid bildas stabila mineraler som magnesit och magnesiumkarbonat, vilket effektivt kan lagra koldioxid i miljontals år. Detta gör asbest till en potentiell kolsänka, vilket kan bidra till att minska atmosfärens koldioxidnivåer.²

Förbyggande åtgärder vid arbete med asbest

För att förhindra spridning av asbestdamm vid rivning bör arbetsområdet inneslutas med täckplastväggar och utrustas med en luftsluss för in- och utpassering. Området bör sättas i undertryck med fläktaggregat försedda med HEPA-filter, som renar luftflödet. Användning av glovebag-teknik och punktutsug kan också minska dammspridning. Personlig skyddsutrustning och noggrann hygien är avgörande för att skydda arbetstagare. Efter avslutat arbete bör fläktaggregaten lämnas kvar för att rena luften ytterligare innan täckplastväggar och luftsluss tas bort.

- Framtiden för asbesthantering präglas av innovation och säkerhet. Avancerade detektionstekniker som AI och spektroskopi möjliggör snabbare och mer exakt identifiering av asbest. Robotteknik och nya inkapslingsmaterial förbättrar säkerheten vid borttagning. Strängare regler och globala samarbeten stärker säkerhetsstandarder, medan forskning om säkrare alternativ till asbest pågår.³
- Svepelektronmikroskopi (SEM) har visat sig vara en effektiv och kostnadseffektiv metod för att upptäcka asbest. Till skillnad från transmissionselektronmikroskopi (TEM), som traditionellt använts, kan SEM utföras utanför laboratorier och direkt i

• ¹ <https://news.stanford.edu/stories/2021/04/u-s-asbestos-sites-made-risky-remediation-strategies>

• ² <https://www.nyteknik.se/nyheter/forskarna-vill-anvanda-asbest-som-koldioxidfalla/790819>

• ³ <https://www.armco.org.uk/asbestos-survey-news/the-future-of-asbestos-management/>

fält. Detta påskyndar processen och minskar kostnaderna för asbestsanering. SEM kräver också mindre omfattande utbildning för operatörer och erbjuder en större synfält, vilket gör det till ett praktiskt alternativ för asbestdetektion.

- Att utveckla nya metoder och banbrytande teknik för att minska riskerna vid hantering av asbest är viktigt. Till exempel har det japanska telekommunikationsföretaget NTT utvecklat en banbrytande teknik som använder högkraftslaser för att omvandla asbestfibrer till en ofarlig sfärisk form, vilket minskar risken för dammspridning och hälsorisker för arbetare. Genom att använda ett diffraktivt optiskt element (DOE) kan lasern också kontrollera dammspridningen under processen. Denna teknik gör det möjligt att säkert och effektivt avlägsna asbest, även i svåråtkomliga områden.

2 Polyklorerade bifenyler (PCB)

Beskrivning

PCB användes ofta i elektrisk utrustning som transformatorer och kondensatorer, samt i fogmassor, färger och tätningsmedel.

Hälsorisker

- Cancerframkallande: Klassificeras som en sannolik mänsklig cancerframkallare av EPA (U.S. Environmental Protection Agency) och WHO.
- Endokrin störning: PCB kan störa hormonsystem, vilket leder till reproduktiva och utvecklingsmässiga problem.
- Neurologiska effekter: Långvarig exponering kan försämra kognitiva och motoriska funktioner.

Reglering

- Polyklorerade bifenyler (PCB), icke dioxinlika: Karolinska Institutet om PCB.⁴
- Föreskrift: PCB-förordningen (SFS 2007:19).⁵

Miljöpåverkan

- PCB kvarstår i miljön och ackumuleras i näringskedjan (särskilt i fisk och andra vattenlevande organismer).
- Förorenade platser kräver omfattande sanering för att förhindra ytterligare miljöförstöring.
- Förbyggande åtgärder vid arbete med PCB

3 Tungmetaller (t.ex. bly, kvicksilver)

Beskrivning

Finns i olika byggmaterial, inklusive blybaserade färger, VVS-system (blyrör) och lysrör (kvicksilver).

⁴ [Polyklorerade bifenyler \(PCB\), icke dioxinlika | Karolinska Institutet](#)

⁵ [SFS 2007:19 Förordning om PCB m.m.](#)

Hälsorisker:

Bly

- Påverkar nästan alla system i kroppen, särskilt skadligt för små barn och gravida kvinnor.
- Kan orsaka utvecklingsförseningar, inlärningssvårigheter och lägre IQ-nivåer hos barn.

Kvicksilver

- Långvarig exponering kan skada nervsystemet, matsmältningssystemet och immunsystemet.
- Kvicksilverånga från trasiga lampor eller termometrar kan leda till akut förgiftning.

Reglering

- Lead and you - working safely with lead: UK.⁶

Miljöpåverkan

- Tungmetaller kan läcka ut i jord och vatten, förorena ekosystem och komma in i näringskedjan.
- Förbyggande åtgärder vid arbete med tungmetaller

4 Flyktiga organiska föreningar (VOC)

Beskrivning

VOC avges som gaser från vissa fasta ämnen eller vätskor, inklusive lim, färger, lacker och golvmaterial.

Hälsorisker

Kortvariga: Irritation i ögon, näsa och hals; huvudvärk; yrsel.

Långvariga: Långvarig exponering för höga nivåer kan skada lever, njurar och centrala nervsystemet. Vissa VOC, såsom bensen, är kända cancerframkallare.

Miljöpåverkan

VOC bidrar till bildandet av marknära ozon (smog), vilket skadar luftkvaliteten och påverkar människors och miljöns hälsa.

Reglering:

Förbyggande åtgärder

5 Formaldehyd

Beskrivning

Formaldehyd är en vanlig kemikalie som används i pressade träprodukter (t.ex. spånskivor, plywood), lim och beläggningar.

⁶ [Lead and you - working safely with lead - indg305](#)

Hälsorisker

Andningsproblem: Orsakar irritation i ögon, näsa och hals. Långvarig exponering kan leda till kroniska andningsbesvär.

Cancerframkallande: Klassificeras som en mänsklig cancerframkallare av Internationella cancerforskningsinstitutet (IARC).

Sensibilisering: Kan orsaka allergiska hudreaktioner och astmaliknande symtom.

Miljöpåverkan

När det släpps ut bidrar formaldehyd till inomhusluftföroreningar, vilket utgör risker för både människor och djur.

Reglering

I Sverige finns det i stort sett bara en specifik regel på det här området och det är bestämmelsen om avgivning av formaldehyd från träbaserade skivor.

Kemikalieinspektionen bedömer att den regeln inte ger ett tillräckligt skydd för framför allt barn som exponeras i högre grad än vuxna för ämnen i både luft och damm i inomhusmiljön.⁷

Förbyggande åtgärder

6 Radon

Beskrivning

Radon är en färg- och luktlös radioaktiv gas som bildas naturligt när uran i jordskorpan sönderfaller. Uranhalten varierar mellan olika bergarter, med höga halter i granit, pegmatit och alunskiffer, medan sedimentära bergarter som kalksten och sandsten har låga halter. Den viktigaste radonisotopen är radon-222, som sönderfaller till kortlivade radondöttrar som kan fastna i lungorna och orsaka joniserande strålning. Radonhalten mäts i becquerel per kubikmeterluft (Bq/m³). Radon kan tränga in i byggnader från marken, byggmaterial eller hushållsvatten och står för en betydande del av befolkningens exponering för joniserande strålning. Det enda sättet att upptäcka radon är genom mätning.⁸

Hälsorisker:

Orsakar lungcancer. När radon sönderfaller bildas radioaktiva partiklar som kan fastna i lungorna och skada cellernas DNA. En svensk studie visar ett tydligt samband mellan radon i bostäder och lungcancer. Risken för lungcancer ökar markant vid kombinerad exponering för radon och rökning. Studien uppskattar att cirka 500 fall av lungcancer

7

<https://www.kemi.se/download/18.6df1d3df171c243fb23a98e8/1591454108888/report-4-16-hazardous-chemicals-in-construction-products.pdf>

⁸ <https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/globalassets/radon/nationell-handlingsplan-for-radon.pdf>

årligen i Sverige orsakas av radon, varav de flesta drabbar rökare. Radon beräknas orsaka cirka 50 lungcancerfall årligen hos icke-rökare.⁹

Miljöpåverkan: Radon påverkar främst inomhusmiljön. Den kan tränga in i byggnader genom sprickor i grunden eller via byggmaterial som blå lättbetong.

Reglering:

Miljöpåverkan

Förbyggande åtgärder:

För att skydda sig mot radon är det viktigt att mäta radonhalten i hemmet eller på arbetsplatsen. Om halterna är förhöjda (över 200 Bq/m³) kan man förbättra ventilationen, tätta sprickor i grunden eller installera en radonsug för att minska radonhalten. Källa (<https://radonova.se/nyheter/vad-aer-radon>)

7 Innovativa material - nanomaterial

Beskrivning

Nanomaterial är ämnen som är mellan 1 och 100 nanometer i minst en dimension, det vill säga på någon ledd. Alltså kan ett ämne till exempel i form av ett rör, en mycket smal tråd, ett extremt tunt flak eller ett litet korn vara ett nanomaterial. En nanometer är en miljondels millimeter. Jämför det med ett hårstrå som är 80 000 nanometer i diameter.

Många nanomaterial finns naturligt i vår miljö, till exempel i rök från skogsbränder och vulkaner och i saltkristaller från havet. Nanomaterial framställs också avsiktligt, eftersom man vill nyttja materialets speciella egenskaper för att ge en produkt en viss funktion. Dessutom kan nanomaterial bildas oavsiktligt, till exempel vid förbränning av fossila bränslen.

Nanostorleken har ofta andra egenskaper än större former av samma ämne, till exempel kan optiska egenskaper, vattenlöslighet och smältpunkt skilja sig. Genom att använda nanomaterial kan produkter till exempel få vattenavvisande, rengörande eller absorberande egenskaper.

Användningen av nanoteknologi förekommer i många olika typer av produkter som exempelvis färg, rengöringsmedel, kosmetika, textilier och elektroniska produkter.

Användningsområde i byggmaterial och byggprodukter:

Nanomaterial används mest i byggprodukter för att förbättra deras prestanda, såsom ökad hållbarhet, styrka och motståndskraft mot väder och kemikalier. Exempel inkluderar betong, fönsterglas, beläggningar, solar cell och isoleringsmaterial.

Exempel på vanligt använda nanomaterial inkluderar titandioxid i "självrengörande" fönster; silikarök (nanoskalig amorf kiseldioxid) i självkompakterande betong; och vattenavvisande beläggningar, huvudsakligen baserade på kiseldioxid.

⁹ <https://ki.se/imm/miljomedicinsk-riskbedomning/riskwebben/radon>

Andra tillämpningar, såsom väg- och trottoarytor som minskar luftburen förorening. Se tabell 1 med exempel på tillverkande nanomaterial som används inom byggsektorn.

TABELL 1. Exempel på tillverkade nanomaterial som används inom byggsektorn.

Nanomaterial	Byggmaterial	Fördelar
Kolnanorör	Betong Keramisk Solar cell	Mekanisk hållbarhet, sprickförebyggande, förbättrade mekanisk och termiska egenskaper, realtidövervakning av strukturellhälsa, effektiv elektronmediering.
SiO ₂ -nanopartiklar	Fönster Betong Solar cell	Ljusgenomsläpp, brandsäkerhet, flamresistens, antireflex, snabb hydrering, ökad hydreringsgrad.
TiO ₂ -nanopartiklar	Betong Beläggning Målning	Självrengörande, superhydrofilitet, antidimma, smutsresistent
Fe ₂ O ₃ -nanopartiklar	Stål	Ökad tryckhållfasthet, abrasionsresistent
Cu-nanopartiklar	Stål	Svetsbarhet, korrosionsbeständighet, Formbarhet.
Ag-nanopartiklar	Beläggning/målning	Biocid aktivitet
Nanoclay	Betong Asfalt Beläggning/målning	Hållbarhet Styrka Stabilitet

Det finns också en studie som ger en omfattande översikt över tillgängliga nanomaterial på EU-marknaden, deras användningsområden och de viktigaste aktörerna inom sektorn. Den identifierar nyckelaktörer som producenter, stora handlare och nedströmsanvändare, och analyserar deras roll i olika länder, inklusive Sverige. Studien belyser också de huvudsakliga användningsområdena för nanomaterial, vilket är relevant för innovativa byggmaterial som innehåller nanoteknik. Dessutom presenteras en femårig marknadsprognos med olika scenarier, vilket ger insikt i framtida trender och tillväxtpotentialer inom byggmateralsektorn.¹⁰

Hälsorisker

Nanomaterial kan innebära risker för hälsan på grund av deras specifika egenskaper. Vid inandning kan nanomaterial tränga djupt ner i lungorna och vara mer skadliga än större partiklar av samma ämne. De kan också tas upp av kroppen genom mat och dryck. Eftersom nanomaterial kan ha olika former, som kolnanorör, fullerener och grafen, kan deras påverkan på hälsan variera. Därför måste varje nanoform bedömas individuellt för att förstå dess specifika hälsoeffekter.

Toxiciteten hos nanomaterial

Toxiciteten hos nanomaterial varierar beroende på typ och storlek. Vissa nanomaterial kan vara skadliga vid inandning eller kontakt med huden, vilket kan leda till hälsoproblem som inflammation eller lungskador. Det är viktigt att noggrant utvärdera varje nanomaterials toxicitet.

¹⁰ [Study of the EU market for nanomaterials, including substances, uses, volumes and key operators - Publications Office of the EU](#)

Enligt en studie publicerad i *Frontiers in Endocrinology* kan nanomaterial orsaka inflammation, oxidativ stress och cellskador, vilket kan leda till kroniska sjukdomar och hormonstörningar. Dessa material kan hämma eller störa kroppens naturliga hormoner, vilket gör dem potentiellt endokrinstörande.¹¹

Se tabell 2 om Nanomaterial-toxicitet för mikroorganismer, laboratorietestdäggdjur och mänskliga cellinjer.

Tabell 2: Nanomaterial-toxicitet för mikroorganismer, laboratorietestdäggdjur och mänskliga cellinjer.

Nanomaterial	Toxikologiska effekter
Kolnanorör	Antibakteriell Cellmembranskada Apoptos/Nekros Hämmer andningsfunktionerna Mitokondriell DNA-skada Inducerar granulom och aterosklerotiska lesioner Hämmer bakteriell clearance från lungvävnader
C60 (water-stable colloid)	Antibakteriell Cytotoxiska för mänskliga cellinjer Tas upp av mänskliga keratinocyter Stabiliserar proteiner Lipid peroxidation oxidativ cytotoxicitet
C60-derivat bakteriedödande	apoptos/nekros ansamling i levern inducerar gliom, sarkom hos möss och mänskliga celler
Quantum dots	Bakteriedödande toxicitet från metallfrisättning partikelupptag Oxidativ skada på DNA Ansamling av metaller i njurarna Cellgifter på grund av oxidativ skada på flera organeller
TiO ₂	Akut dödlighet Tillväxthämning Bakteriedödande för grampositiva bakterier undertryckande av fotosyntetisk aktivitet Oxidativ skada på grund av ROS
SiO ₂	mild toxicitet på grund av ROS-produktion giftigt för marina alger apoptos uppreglering av tumörnekrosfaktor - alfagener inflammatoriska och immunsvar
nCu/nCuO	Giftigt för sötvattenalger giftigt för jäst DNA-skada (ensträngsbrott) lipidperoxidation akut toxicitet för lever, njure och mjälte

¹¹ [Frontiers | Role of Endocrine-Disrupting Engineered Nanomaterials in the Pathogenesis of Type 2 Diabetes Mellitus](#)

Miljöpåverkan

Nanomaterial påverkar miljön på olika sätt beroende på deras specifika egenskaper. Olika nanoformer av ett ämne kan bete sig olika i miljön, vilket påverkar deras löslighet i vatten och hur de ansamlas i organismer. Detta gör det svårt att göra generella uttalanden om deras miljöpåverkan, och varje fall måste bedömas separat. Effekterna på miljön är liknande oavsett om nanomaterialet är avsiktligt tillverkat, oavsiktligt skapat eller naturligt förekommande.

Reglering

- Nationell handlingsplan för säker användning och hantering av nanomaterial.¹²
- Arbetsmiljöverket: Nanomaterial.¹³
- Användning av nanomaterial på arbetsplatsen: UK reglering.¹⁴
- Hantera nanomaterial på arbetsplatsen: Europiska arbetsmiljöbyrån.¹⁵
- Kolnanorör kunskapssammanställning.¹⁶

8 Grafen

Beskrivning

Ett supermaterial som är starkare än stål men mycket lättare. Det har potential att revolutionera byggindustrin med sin hållbarhet och ledningsförmåga.

Hälsorisker

Miljöpåverkan

Åtgärder

9 Aerogel

Beskrivning

Ett extremt lätt och isolerande material som kan förbättra energieffektiviteten i byggnader.

Aerogel har dessa viktiga egenskaper:

Låg värmeledningsförmåga: Aerogeler är bland de bästa isoleringsmaterialen, med värmeledningsförmåga ofta under 0,03 W/mk. Denna överlägsna isolering minskar behovet av uppvärmning och kylning, vilket i sin tur minskar energiförbrukningen och koldioxidutsläppen.

¹² regeringen.se/contentassets/9b5e3cd243354810a54fb230576bf7fb/saker-utveckling---nationell-handlingsplan-for-saker-anvandning-och-hantering-av-nanomaterial-sou-201370/

¹³ [Nanomaterial - Arbetsmiljöverket](#)

¹⁴ [Using nanomaterials at work Using nanomaterials at work: Including carbon nanotubes \(CNTs\) and other bio-persistent high aspect ratio nanomaterials \(HARNs\)](#)

¹⁵ [Hantera nanomaterial på arbetsplatsen | Safety and health at work EU-OSHA](#)

¹⁶ [Kolnanorör – exponering, toxikologi och skyddsåtgärder, Kunskapssammanställning, Rapport 2011:1](#)

Hög porositet och yta: Aerogeler har porositet på 80–99,8 % och mycket höga ytor (upp till 1200 m²/g). Denna porösa struktur gör att aerogeler fungerar som utmärkta värmeisolatorer samtidigt som de absorberar luftburna föroreningar.

Lättvikt och enkel applicering: Aerogeler är extremt lätta, med densiteter så låga som 3 mg/cm³. Detta gör dem enkla att integrera i byggmaterial utan att lägga till betydande strukturell belastning.

Brandmotstånd: Aerogeler är mycket brandresistenta och kan motstå temperaturer upp till 1 200°C. Denna egenskap gör dem idealiska för att förbättra brandsäkerheten i byggnader genom att fungera som en termisk barriär vid brandincidenter.

Fuktmotstånd och andningsförmåga: Trots sin höga porositet uppvisar aerogeler utmärkt hydrofobicitet, vilket hjälper till att förhindra vattenabsorption. Denna egenskap, kombinerad med andningsförmåga, minskar risken för mögel och mögeltillväxt samtidigt som den bibehåller en torr och hälsosam inomhusmiljö

Hälsorisker:

Inandning av partiklar: Aerogeler kan frigöra små partiklar som kan inhaleras och nå djupt in i lungorna. Detta kan orsaka irritation i övre luftvägarna och potentiellt leda till andningsproblem.

Hudirritation: Hantering av aerogeler kan leda till torr eller irriterad hud. Det är viktigt att använda skyddsutrustning som handskar för att minimera hudkontakt

Ögonirritation: Partiklar från aerogeler kan också irritera ögonen, vilket gör det viktigt att använda skyddsglasögon under hantering.

Riskreducering

Minskad exponering för VOC: Många traditionella isoleringsmaterial, såsom skum, avger flyktiga organiska föreningar (VOC), vilket försämrar inomhusluftens kvalitet och utgör hälsorisker för andningsorganen. Bio-aerogeler, som härrör från naturliga källor, är VOC-fria och kan till och med adsorbera och minska befintliga VOC i inomhusmiljön.

Ersättning för asbest: Asbest användes tidigare i stor utsträckning för isolering på grund av dess brandmotstånd men är nu förbjudet på grund av dess allvarliga hälsorisker, inklusive lungcancer och asbestos. Aerogeler, särskilt kiselbaserade eller biobaserade aerogeler, erbjuder ett giftfritt alternativ med likvärdiga eller bättre isoleregenskaper.

Fuktregering och mögelförebyggande: Aerogeler har utmärkta fuktregeringsegenskaper, vilket kan hjälpa till att förhindra tillväxt av mögel och mögel. Detta minskar hälsorisker som allergier och astma orsakade av mögel.

Skydd mot termisk chock: Aerogeler kan motstå extrema temperaturfluktuationer utan att försämrats, vilket gör dem lämpliga för miljöer som upplever snabb uppvärmning och kylning. Denna egenskap hjälper till att bibehålla stabila inomhustemperaturer och minskar belastningen på HVAC-system.

Minskning av damm och allergener: Den täta och porösa strukturen hos aerogeler kan fånga luftburna partiklar, inklusive damm och allergener, vilket förbättrar inomhusluftens kvalitet och minskar hälsorisker associerade med andningsirritanter.

Förbättrad akustisk isolering: Aerogeler ger också ljudisoleringsfördelar genom att absorbera ljudvågor, vilket hjälper till att skapa tystare inomhusmiljöer. Detta minskar bullerföroreningar, vilket bidrar till bättre mentalvälbefinnande och lägre stressnivåer för de boende.

Miljöriskreducering med hjälp av aerogeler

Lågt koldioxidavtryck: Bio-aerogeler tillverkas av förnybara resurser såsom cellulosa, alginat eller kitin. Deras produktion och livscykelutsläpp av koldioxid är betydligt lägre jämfört med syntetiska isoleringsmaterial. Dessutom minskar de energibesparingar de möjliggör ytterligare byggnaders koldioxidavtryck.

Nedbrytbarhet och avfallsreduktion: Till skillnad från traditionella isoleringsmaterial, som kan kvarstå i miljön i årtionden, är bio-aerogeler biologiskt nedbrytbara och minskar långsiktigt avfall. De kan också produceras från jordbruks- eller industriella biprodukter, vilket främjar en cirkulär ekonomi.

Kemisk stabilitet: Aerogeler är kemiskt stabila och släpper inte ut skadliga ämnen i miljön, även under extrema förhållanden som brand eller långvarig exponering för solljus.

Resurseffektivitet: Produktionen av aerogeler kräver minimalt råmaterial på grund av deras höga porositet, vilket gör dem resurseffektiva och mindre påverkande på naturresurser.

Skydd av vatten och jord: Aerogeler är hydrofoba, vilket förhindrar vattenförorening och minskar risken för skadlig kemisk utlakning i jord och grundvatten när de används i byggapplikationer.

Hållbarhet och lång livslängd: Aerogeler bibehåller sina strukturella och isolerande egenskaper under lång tid, vilket minskar behovet av frekventa byten och minimerar materialavfall.

Termiska och akustiska energibesparingar: Genom att förbättra värmeisolering och ljudisolering minskar aerogeler energianvändningen för uppvärmning, kylning och bullerkontroll, vilket bidrar till miljöskydd genom lägre energibehov.

Minskning av industriellt avfall: Tillverkningsprocessen för bio-aerogeler kan använda jordbruksrester, matavfall eller biprodukter från pappersindustrin, vilket omvandlar potentiellt avfall till högvärdiga byggmaterial.

Specifika tillämpningar av aerogeler i byggnader

Vägg- och takisolering: Aerogeler kan appliceras i väggar och tak för att avsevärt minska värmeöverföringen, förbättra byggnaders energieffektivitet och bibehålla en bekväm inomhusmiljö.

Rör- och utrustningsisolering: Aerogeler används också för att isolera industriell utrustning och rör, vilket minskar energiförlust och bibehåller säkra ytemperaturer.

Luftrening: När de kombineras med fotokatalysatorer som TiO_2 kan aerogeler användas i luftreningssystem för att bryta ner skadliga ämnen som formaldehyd, bensen och kväveoxider.

Fönsterglasisolering: Transparenta aerogeler kan integreras i fönsterglassystem för att förbättra värmeisoleringen utan att kompromissa med naturligt ljusinsläpp.

Ljudisoleringspaneler: Aerogelers porösa struktur gör dem utmärkta ljudabsorbenter, användbara för att skapa ljudisoleringspaneler i byggnader för att minska bullerförorening.

Brandsäkra barriärer: På grund av deras höga termiska stabilitet kan aerogeler användas som brandsäkra barriärer i väggar och tak, vilket förbättrar byggnadens säkerhet vid brandincidenter.

Golvisolering: Aerogeler är effektiva för att isolera undergolvsutrymmen, vilket ger termisk komfort och minskar energiförbrukningen för uppvärmning och kylning.

Strukturell förstärkning: När de kombineras med andra material kan aerogeler användas för lätta strukturella element, vilket förbättrar byggnadens integritet samtidigt som den totala materialvikten minskas.

Nya studier som stödjer användningen av aerogel:

Ahankari, S., Paliwal, P., Subhedar, A., & Kargarzadeh, H. (2021). Recent developments in nanocellulose-based aerogels in thermal applications: a review. *ACS nano*, 15(3), 3849-3874.

<https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acsnano.0c09678>

Alassaf, Y. (2024). Comprehensive Review of the Advancements, Benefits, Challenges, and Design Integration of Energy-Efficient Materials for Sustainable Buildings. *Buildings*, 14(9), 2994.

<https://www.mdpi.com/2075-5309/14/9/2994>

Apostolopoulou-Kalkavoura, V., Munier, P., & Bergström, L. (2021). Thermally insulating nanocellulose-based materials. *Advanced Materials*, 33(28), 2001839.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/adma.202001839>

Gu, X., & Ling, Y. (2024). Research progress of aerogel materials in the field of construction. *Alexandria Engineering Journal*, 91, 620-631.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016824001790>

Hu, P., Hu, X., Liu, L., Li, M., Zhao, Z., Zhang, P., ... & Sun, Z. (2024). Dimensional upgrading of 0D silica nanospheres to 3D networking toward robust aerogels for fire resistance and low-carbon applications. *Materials Science and Engineering: R: Reports*, 161, 100842.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0927796X2400072X>

Kotov, E. V., Nemova, D., Sergeev, V., Dontsova, A., Koriakovtseva, T., & Andreeva, D. (2024). Thermal performance assessment of aerogel application in additive construction of energy-efficient buildings. *Sustainability*, 16(6), 2398.

<https://www.mdpi.com/2071-1050/16/6/2398>

Kumari, A., & Yadav, S. K. (2024). Moving towards sustainable nanoengineered building materials with less energy consumption. *Energy and Buildings*, 114475.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778824005917>

Rabbat, C., Awad, S., Villot, A., Rollet, D., & Andrès, Y. (2022). Sustainability of biomass-based insulation materials in buildings: Current status in France, end-of-life projections and energy recovery potentials. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 156, 111962.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032121012272>

Wiprächtiger, M., Haupt, M., Heeren, N., Waser, E., & Hellweg, S. (2020). A framework for sustainable and circular system design: Development and application on thermal insulation materials. *Resources, Conservation and Recycling*, 154, 104631.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344919305373>

Zhou, J., & Hsieh, Y. L. (2020). Nanocellulose aerogel-based porous coaxial fibers for thermal insulation. *Nano Energy*, 68, 104305.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211285519310122>

I 0 Hårdplaster

Hårdplaster är en typ av plast som hårdas genom en kemisk reaktion, vilket gör dem starka och hållbara. De används ofta inom byggindustrin i produkter som fogs-kum, brandtätning, golvbeläggningar och isolering på fjärrvärmerör¹². Här är en översikt över deras användning och de hälso- och miljörisker som är förknippade med dem.

Användningsområde i byggmaterial

Fogs-kum: och brandtätningar: Används för att fylla och täta sprickor och hål.

Brandtätning: Används för att förhindra spridning av eld och rök genom väggar och golv.

Golvbeläggningar: Epoxibeläggningar används för att skapa slitstarka och kemikalieresistenta ytor.

Isolering: Polyuretan används ofta för isolering av rör och byggnader.

Hälsorisker

Allergier och överkänslighet: Många hårdplaster, särskilt epoxi och isocyanater, kan orsaka allergiska reaktioner och överkänslighet vid hudkontakt eller inandning.

Kemiska risker: Vid bearbetning och termisk nedbrytning av hårdplaster kan farliga kemikalier frigöras, vilket kräver god ventilation och användning av personlig skyddsutrustning²⁴.

Miljöpåverkan

Tillverkning och avfallshantering av hårdplaster kan ha negativ miljöpåverkan om inte korrekt hanterat. Det är viktigt att följa riktlinjer för säker hantering och avfallshantering.

Förebyggande åtgärder

Utbildning: Arbetstagare bör genomgå utbildning i säker hantering av hårdplaster och vara medvetna om de potentiella riskerna².

Skyddsutrustning: Användning av personlig skyddsutrustning som handskar, skyddsglasögon och andningsskydd är avgörande för att minska exponeringen².

Ventilation: God ventilation är nödvändig för att minska koncentrationen av farliga ångor och partiklar i arbetsmiljön.

I I Självläkande betong

Betong som kan reparera sina egna sprickor med hjälp av bakterier eller kemiska reaktioner, vilket förlänger livslängden på byggnader och minskar underhållskostnaderna.

I 2 Endokrinstörande ämnen i byggmaterial

Bisfenol A (BPA) finns i epoxihartser och polykarbonatplaster, används i beläggningar och tätningsmedel.

Hälsorisker

Kan härma östrogen och störa hormonbalansen.

Miljörisker

Kan läcka ut i miljön och påverka vattenlevande organismer.

Åtgärder

Användning av BPA-fria epoxihartser och strikt övervakning av arbetsmiljön.

Ftalater används ofta som mjukgörare i PVC-golv, väggbeklädnader och andra flexibla plaster.

Hälsorisker

Kan störa hormonfunktionen och orsaka utvecklingsproblem hos barn.

Miljörisker

Kan spridas i miljön och påverka djurlivet.

Åtgärder

Ersätta dem där det är möjligt att tillåta fortsatt användning endast där det inte finns lämpliga alternativ

Användning av ftalatfria alternativ och förbättrad ventilation vid installation.

Polybromerade difenyletrar (PBDE): Används som flamskyddsmedel i isoleringsmaterial, elkablar och textilier.

Per- och polyfluoralkylsubstanser (PFAS):

Tabell: Hälso- och miljörisker med byggmaterial

<i>Farligt ämne i byggmaterial</i>	<i>Hälsorisker</i>	<i>Miljörisker hållbarhet</i>	<i>Regler och riktlinjer</i>	<i>Åtgärder</i>
Asbest	Cancer-framkallande, andningsproblem		Arbetsmiljöverkets föreskrifter (AFS 2023:13) REACH	Riskbedömning, hanteringstillstånd, strikt reglering och övervakning, utbildning och certifiering av arbetare, säker borttagning och deponering. Exponeringskontroller, Märkning
Polyklorerade bifenyl (PCB)	Cancer-framkallande, giftigt, långlivade i miljön			Förbud mot ny användning, sanering och säker hantering av befintliga källor, övervakning och rapportering.
Tungmetaller (t.ex. kvicksilver, bly)	Neurotoxiska, olika hälsoproblem			Begränsning av användning, utveckling av säkrare alternativ, rengöring och sanering av förorenade områden.
Fluorerade växthusgaser	Global uppvärmningspotential			Begränsning och reglering av användning, främjande av miljövänliga alternativ, övervakning och rapportering av utsläpp.
Flyktiga organiska föreningar (VOC)	Problem med inomhusluft, andningsproblem			Användning av lågemissionsprodukter, ventilationssystem, regelverk och standarder för att begränsa utsläpp.
Formaldehyd	Andningsproblem, cancer-framkallande			Begränsning av innehåll i byggmaterial, användning av formaldehydfria alternativ, övervakning av inomhusluftkvalitet.
Special material (nano, nya material.)				