

Fremtidens Materialer

Af Kasper Guldager Jørgensen

Civilisationens epoker eller tidsaldre er typisk blevet opkaldt efter de materialer, vi har brugt: sten, bronze, jern. I dag kunne computerens silicium være et bud på sådan en navngiver, men verden er ikke længere domineret af kun ét materiale; der er mange forskellige meget vigtige materialer, og ikke mindst interessant er de kombinationer, de giver mulighed for.

Nye materialer handler i høj grad om ny naturvidenskabelig viden. Mængden af forskning i biologiens, fysikkens og kemiens verden fordobles hver tiende måned. En udvikling der er bemærkelsesværdigt parallel med udviklingen af computerens beregningskraft.

Ordet design forbindes i arkitekturen hovedsageligt med formgivningen af bygninger og objekter. Altså design af objekter der relaterer sig til menneskets skala. I materialernes verden designer man indad. Udviklingen af produktionsmetoder i mikroskala har medført langt større kontrol over hvordan man designer og konstruerer nye materialer. Der er tale om design, som overvejende er usynligt for øjet.

Fremtidens materialer er allerede en realitet. De findes i mange af de produkter, vi bruger i vores hverdag, og de kan hjælpe os med at finde svar på mange af de udfordringer, vi står overfor i udviklingen af en bæredygtig arkitektur. Spørgsmålet er ikke, hvilket materiale, man vil vælge, men hvilke egenskaber der er ønskelige til den specifikke opgave. I yderste konsekvens er det periodiske system vores byggeklodser.

De følgende to afsnit beskriver to af de mest fascinerende materialegrupper: de intelligente materialer og nanoteknologiens materialer.

Intelligente materialer

De intelligente materialer kaldes også respondende materialer, fordi de reagerer på eksterne stimuli som for eksempel skift i temperatur, tryk, bevægelse, elektricitet, stråling og kemiske påvirkninger. Det betyder, at de kan ændre form, struktur, farve eller generere energi alt efter forholdene, hvilket åbner op for en helt ny materialeforståelse, hvor materialer kan interagere direkte med arkitekturen og brugerne.

Konventionelle materialer er statiske. Oftest er deres formål at modstå en ydre påvirkning såsom tryk, træk og temperaturpåvirkninger. Smarte (eller altså: intelligente, om man vil) materialer er

dynamiske, idet de reagerer på ydre påvirkninger. Det er en grundlæggende forskel, der inspirerer til at nytænke brugen af materialer. I stedet for at bygge passive konstruktioner og klimaskærme som hidtil, kan brugen af intelligente materialer føre til dynamiske bygninger, hvor funktion og information i princippet kan lægges ind overalt. Rummelige intelligente systemer, der tilpasser sig brugerne. Huse der reagerer på skift i temperatur og lys, eller konstruktioner, der kan forstærke sig selv i spidsbelastninger som fx under storm og jordskælv.

Intelligente materialer findes allerede i vid udstrækning i vores hverdag. Mange produkter indeholder monitorerende eller responderende funktioner, for eksempel vinduer, der toner ned, når solen skinner skarpt, overflader der skifter farve ved forskellige temperaturer, eller vinduer, der er temperaturfølsomme og åbnes og lukkes automatisk.

Helt overordnet er der to kategorier af intelligente materialer; egenskabsændrende materialer og energiuudvekslende materialer. Lad os se lidt nærmere på de to grupper.

Egenskabsændrende materialer

Intelligente materialer der ændrer sig som reaktion på en ændret kontekst – kemisk, mekanisk, optisk, elektrisk, magnetisk eller skift i temperatur – kaldes egenskabsændrende materialer. De kan opdeles i en række undergrupper, bl.a.:

Kromatiske materialer, som er en gruppe af smarte materialer, der uvægerligt fascinerer enhver designer på grund af deres evne til at ændre optiske egenskaber og derved skifte farve. De bliver brugt til at vise skift i lys, varme, tryk, syre og elektricitet. Eksempelvis skifter en termokromatisk kaffekop farve, når den fyldes med varm kaffe, og et elektrokromatisk vindue kan gøres mat ved at sætte strøm til det.

Faseændrende materialer, der er i stand til at lagre og frigive store mængder energi. De skifter mellem fast og flydende form ved skift i tryk eller temperaturer. Disse processer er reversible, hvilket betyder at faseændrende materialer kan gennemgå uendelig mange faseskift uden at degenerere sig selv. Der findes eksempelvis mikrokapsler med faseændrende materialer, der kan kalibrere til at lagre og frigive energi ved stuetemperaturer.

Elektroaktive materialer, der er enten polymerer eller metalliske materialer, som væves ind i og derved skaber elektrisk ledende tekstiler. Med vor tids stigende forbrug af elektronisk udstyr er strømførende materialer særligt interessante.

Energiudvekslende materialer

Intelligente materialer, der transformerer energi fra én tilstand til en anden for at starte en proces eller skifte form, kaldes energiuudvekslende materialer. De fungerer kun med hjælp fra en ekstern kontrol.

Luminiscente materialer, som lyser op, når de påføres energi, et fænomen man kender fra fx morild og fosfor. Mange egenskaber, inklusive farven på lyset, kan justeres til det ønskede formål. Ved at bruge foto- eller elektroluminiscente materialer kan materialer blive selvlysende. Man kender det blandt andet fra dykkerlys og organisk LED-lys, som spås til at være fremtidens lyskilde.

Piezoelektriske krystaller, der reagerer det ved at danne en elektrisk spænding, når de påvirkes af mekaniske kræfter. Denne effekt er reversibel; sætter man elektrisk spænding til sådanne krystaller, ændrer de form. Derfor bruges piezoelektriske materialer både som sensor og aktuator. I et arkitektonisk perspektiv kan kinetisk bevægelsesenergi fra vind og mennesker omsættes til lys, mekanisk køling eller andre energikrævende funktioner.

Materialer med formhukommelse, der enten er metaller eller polymerer. Karakteristisk for begge grupper er, at de vender tilbage til deres oprindelige form eller geometri efter en deformation. Der er fx udviklet en sytråd til kirurgiske operationer, som slår knude på sig selv. Tråden bliver bundet rundt om et blodkar og aktueret af kropsvarmen, går den tilbage til sin oprindelige form.

Nanoteknologiens materialer

Nanoteknologi er en interdisciplinær videnskab – et krydsfelt, hvorfra ny viden om den molekylære verden opstår. En blanding af medicinal- og materialeforskning krydret med mekanisk og elektrisk ingeniørkunst. Det er i feltet mellem disse forskellige videnskaber, nanoteknologien udspringer sig.

Siden der ikke findes en fast formel for hvad, der definerer et nanomateriale, kan det være svært at tale om en særlig kategori af materialer.

Nanoteknologi er karakteriseret ved brugen af

meget små komponenter, der af sig selv eller gennem manipulation kan skabe nye egenskaber, der kan påføres og forbedre eksisterende materialer. I virkeligheden er der tale om materialer uden nogen egentlig materialitet.

Først og fremmest fascinerer skalaen, der også navngiver teknologien, fordi den er så ufattelig lille; en nanometer er en milliarddel af en meter, eller hundredetusinde gange tyndere end et gennemsnitligt menneskehår.

Formålet med at arbejde i nanoskala er, at materialers egenskaber fungerer helt anderledes i nanoskala end i makroskala. I makroskala fungerer verden, som vi kender den. Her er årsag og virkning forudsigelig og i nøje overensstemmelse med de gældende fysiske og kemiske love. I nanoskala fungerer tingene anderledes. Størrelserne på partiklerne er en kritisk faktor. Helt andre forhold gør sig gældende, når tyngdekraftens virkning bliver sat ud af spil og elektrostatiske og kvantemekaniske faktorer tager over. Det er her, styrken i nanoteknologi ligger. Hvis man kan manipulere strukturer i nanoskala, kan man påvirke egenskaberne i makroskala og derved producere helt nye materialer og processer. Nanoteknologi er grænselandet mellem atomer og molekyler, en verden hvor materialers funktionelle egenskaber dikteres af atomers sammensætning.

Nanoteknologi forventes at få indflydelse på næsten alle industrier – også på byggebranchen. De næste mange år vil udviklingen være synlig gennem forbedrede egenskaber i traditionelle materialer som beton, glas, kompositter, isolering og sågar træ. Materialer som vil blive stærkere, lettere, mere holdbare og billigere. Der er med andre ord en meget lovende fremtid for udviklingen af nye materialer – og det er ikke kun fremtids-snak, for der findes allerede nu en lang række materialer, der benytter sig af de fordele, nanoteknologien medfører.

Funktionelle overflader

Tyndfilm kunne også kaldes funktionsfilm, da det er en gennemsigtig coating med specifikke egenskaber. Man bruger tyndfilm overalt lige fra ultraviolette filtre, der beskytter mod solens stråler, til teflon-overflader der gør bygningsfacader nemme at vedligeholde.

Lotusbladets selvrensende effekt er et godt eksempel på hvordan moderne teknologi kan efter-

ligne naturens egenskaber. Ved hjælp af nanoteknologi kan man genskabe bladets vandafvisende egenskab. Umiddelbart ville man tro, at en vandafvisende overflade skal være så glat som muligt, men ved nærmere eftersyn opdager man, at strukturerne på et lotusblad er ujævne. Ved at efterligne denne struktur produceres der i dag selvrensende glas. Der eksperimenteres også med andre alternativer til konventionelt glas; fx er man ved at udvikle en cellulose-struktureret tyndfilm, som er fuldstændigt transparent og biologisk nedbrydelig.

Biokemisk aktive materialer

Et stof der også i nanoverdenen er meget eftertragtet er sølv. Det holder formen, har samme farve i al slags vejr og er i det hele taget et meget stabilt stof, rent kemisk. Men i meget små doser opfører det sig helt anderledes. Sølvpartikler i nanostørrelse er ekstremt reaktive og har længe har været brugt til at rense materialer og sterilisere overflader.

Det samme gør sig gældende for titaniumdioxid, også kaldet fotokatalyse. Det er et relativt nyt materiale i Europa, men har stor udbredelse i Japan. Det bliver aktiveret af solens uv-stråler og skaber selvrensende og luftrensende overflader. Man bruger fotokatalytiske overflader til at vedligeholde facader, tagplader, broer og veje. På grund af den rensende egenskab bliver det også anvendt til at holde hospitaler bakteriefri og rense luften i kontorer og på restauranter. Brugen af sådanne overflader renser luftkvaliteten med et sted mellem tyve og halvfjerds procent. Det er altså et materiale, der, anvendt på facader i storbyer, kunne løse problemer med smog og anden forurening.

Nanostrukturerede faste materialer

Nanoteknologi kan også bruges til at lave faste materialer. Et eksempel er elektrospinding, hvor man væver tekstiler via et elektromagnetisk felt. I elektrospundne tekstiler er fibrene kun få atomer i tykkelse – det vil sige, at diameteren er mindre end bølgelængden på synligt lys, hvilket gør fibrene usynlige for det menneskelige øje. De anvendes i mange sammenhænge lige fra biokemisk aktive materialer til lydisolering og luftfiltre.

Tidens hotteste nanomateriale er nanotubes i kul. Det særlige ved materialet er, at det bygger på naturens mindste byggesten; atomet. Det er lykkedes at kontrollere den måde, atomerne arrangerer

sig på, så der dannes rør af kulatomer med en diameter på en nanometer. Det er et godt eksempel på, hvor langt bottom-up processer er kommet. I dag bruges nanotubes som tilsætningsmateriale til at forstærke kompositter og andre strukturelle materialer.

I nær fremtid kan nanotubes bruges til at producere fantom-materialet bucky papir. Det er et materiale hvor lange nanotubes bruges til at væve tekstiler, der derefter stables og lamineres som et komposit. Det ligner almindeligt papir, er ti gange lettere end stål, men op til femhundrede gange så stærkt. Det er spået til at ændre den måde, vi bygger alt på – fra højhuse til flyvemaskiner.

Kapløb om miljøet

Byggesektoren har i flere årtier været omtalt som et område, hvor nanoteknologien ville skabe store ændringer. Alligevel anvendes nanomaterialer i dag kun i meget begrænset omfang i bygninger. Det begrænsede omfang skyldes høje priser og manglende erfaring og referenceprojekter.

Omvendt er der intet, der kan stimulere udvikling bedre end en klart defineret opgave, som for eksempel et kapløb til månen eller et formel 1-løb. Den opgave, der i dag står klarere end nogen anden, er, at vi skal løse de miljømæssige problemer verden står overfor – og de største skabes i byggesektoren. Teknologien er kun et middel, den virkelige udfordring er at udnytte de muligheder, der ligger i at genopfinde vor brug af materialer.

Kasper Guldager Jørgensen er arkitekt og udviklingschef for tegnestuen 3XN, skribent for Arkitektens Forlag og underviser på Det Kongelige Kunstakademis Arkitekt-skole.

