

# Plast i byggeriet.

Af civilingeniør Per B. Salling, Birch & Krogboe K/S.

Efter 2. verdenskrig er der fremkommet så mange nye materialer inden for byggesektoren, at det ikke er urimeligt at tale om en materiale-eksplosion. Det er naturligvis godt, at dagens og morgendagens byggeteknikere har et stort materialeregister at spille på; men strømmen af nye materialer – ikke mindst plastmaterialer – har været og er så stor, at byggeriets folk har svært ved at få et samlet overblik over disse.

Det er formålet med nærværende artikel at give læseren et sådant overblik over de vigtigste af de plastmaterialer, der anvendes i byggeriet.

Den materialegruppe, som plast udgør, har visse fælles egenskaber, ligesom de hovedgrupper, som plastfamilien kan inddeles i, har visse fælles karakteristika. Dette forhold kan man udnytte, når man ønsker at kende et givet plastmaterials egenskaber. Denne artikel er derfor opdelt i følgende to hovedafsnit:

- I. Generelt afsnit vedr. opbygning og egenskaber af plast.
- II. En kort beskrivelse af egenskaber og anvendelsesområder for de i byggeriet vigtigste plastmaterialer.

## I. Hvad er plast?

Plast er en materialegruppe. Betingelserne for, at et materiale tilhører denne gruppe, er:

1. At det er eller har været plastisk formbart.
2. At det er højmolekylært (d. v. s. opbygget af kæpemolekyler med molekylvægte over 10 000).

I mange plaststoffer indgår kulstof i opbygningen; d. v. s. de er organiske.

### Fællesegenskaber for plast

(på nogle punkter forekommer undtagelser).

#### Fordele

1. Let at formgive.
2. Lav vægt (rumvægt mellem 0,9 (polypropylen) og 2,2 (teflon)).
3. Korroderer ikke som metaller.
4. God elektrisk isolationsevne.
5. God varmeisoleringssevne.
6. Svingningsdæmpende.
7. Generelt god resistens mod uorganiske syrer og baser.

#### Ulemper

1. Lav mekanisk styrke sammenlignet med metallerne (undtagelser er f. eks. nylon, polyoxymethylen, polypropylen).
2. Styrken aftager ved høje temperaturer (gælder især termoplast).
3. Dimensionsstabiliteten er ringere end for metaller (stor varmeudvidelse for alle plast: 10–20 gange ståls varmeudvidelse; koldflydning hos termoplast; små dimensionsændringer som følge af vand- eller fugtoptagelse gælder især nylon).
4. Ret ringe overfladehårdhed; rides let.
5. Brugstemperaturens øvre grænse ligger ret lavt (gælder især termoplast).
6. Brugstemperaturens nedre grænse kan variere fra plasttype til plasttype; mange plast bliver skøre ved kuldegrader.
7. Dårlige brandtekniske egenskaber.
8. Vejrbestandigheden (sollys, ozon, fugt) er ofte ringe; den kan dog forbedres ved tilsætning af stabilisatorer.
9. Generelt mindre god resistens mod organiske opløsningsmidler.
10. »Utæthed« over for visse luftformige stoffer er almindelig.

#### Inddeling i hovedgrupper.

Plast opdeles traditionelt i:

1. Termoplastiske plast.
2. Hærdeplast.

I denne artikel medtages dog også en tredje gruppe, som efter forfatterens mening også bør henregnes til plastfamilien:

3. Elastomerer.

#### Karakteristika for termoplastiske plast.

Ad 1. Termoplastene er karakteriseret ved en trådagtig molekylstruktur. Ligesom i filt ligger de enkelte tråde tilfældigt orienteret i forhold til hinanden. Man kan presse hatte af filt. Det sker ved, at fibrene forskydes indbyrdes under indflydelse af tryk og varme. På tilsvarende måde kan de termoplastiske materialer i opvarmet stand formes til det ønskede emne. Ved den påfølgende afkøling bliver materialet igen fast. Denne proces kan gentages lige så tit, man vil.

### Karakteristika for hærdeplast.

Ad 2. Hærdeplast er karakteriseret ved den såkaldte netstruktur. Molekylerne danner et tredimensionalt net, der ved kemiske bindinger er knyttet sammen i krydsningspunkterne således, at de enkelte molekyltråde bliver låst fast.

Hvis et hærdeplast opvarmes, vil det *ikke* blive blødt som et termoplast – den tilførte varmeenergi sætter netop bygningen i svingninger, der til sidst bliver så kraftige, at nettet går i stykker; d. v. s. hærdeplastet nedbrydes.

Formgivning af et emne af hærdeplast må derfor ske samtidig med hærden; d. v. s. dannelsen af netstrukturen, som sker ved, at forholdsvis korte kædemolekyler bringes til at reagere med hinanden.

### Karakteristika for elastomerer.

Ad 3. Elastomerer defineres som materialer, der har en høj elastisk strækbarhed og som ved aflastning umiddelbart indtager sin oprindelige form.

Gummi (såvel naturgummi som syntetiske gummier) tilhører elastomergruppen. I gummi er de elastiske egenskaber fremkommet efter en kemisk reaktion – vulkanisering. Ved vulkanisering etableres tværbindinger mellem molekyllæderne, hvorved der opstår en svagt tværbundet netstruktur.

Til elastomererne hører også en ret ny materialegruppe: termoplastiske elastomerer. Navnet kommer af, at de anvendelsestekniske egenskaber svarer til gummis, mens de forarbejdningstekniske egenskaber svarer til termoplasts.

*Hvorfor bør vi vide, om et givet plast hører til termoplast- eller til hærdeplastgruppen?*

Fordi der til hver hovedgruppe er knyttet vigtige principielle egenskaber, som kan henføres til molekyløpbygningen. Disse egenskaber vil fremgå af omstående skema.

Termoplast	Hærdeplast
Kan svejses	Kan ikke svejses
Dårligste bestandighed over for høje temperaturer	Bedst bestandighed over for høje temperaturer
Dårligste bestandighed mod kemiske opløsningsmidler	Bedst bestandighed mod kemiske opløsningsmidler

### En simpel måde at afgøre dette på:

Tag et søm og opvarm det i en flamme. Pres sømmet ind i plastet. Hvis der fremkommer et tydeligt indtryksmærke, er plastet termoplastisk. Derimod vil et hærdeplast kun få et næsten usynligt mærke.

## II. Egenskaber og anvendelsesområder for vigtige plastmaterialer i byggesektoren

### A. Termoplast

#### Vigtige termoplast:

Polyethylen.

Polypropylen.

P. V. C.

Polystyren.

Acrylplast.

Teflon.

#### Polyethylen

Findes i 2 hovedtyper:

- Polyethylen med lav vægtfylde (low density), også kaldet PEL (eller L. D. polyethylen).
- Polyethylen med høj vægtfylde (high density), også kaldet PEH (eller H. D. polyethylen).

Ad a. Benævnes undertiden efter molekyløpbygningen som forgrenet polyethylen, idet trådmolekylerne er forsynet med adskillige sidegrene. Den noget uheldige betegnelse højtrykspolyethylen er på retur; den refererer til fremstillingsprocessen.

Ad b. Benævnes undertiden efter molekyløpbygningen som lineært polyethylen (molekylerne er ikke forsynet med sidegrene).

#### Egenskaber hos PEL:

Vægtfylde: Ca. 0,92.

Trækstyrke: 120 kg/cm<sup>2</sup>.

Vejrbestandighed: Ikke god. Nedbrydes især af sollys. Vejrbestandigheden kan forbedres ved tilsætning af f. eks. kønrøg.

Varmebestandighed: 60–70° i længere tid, ca. 80°C i kort tid. Disse værdier gælder principielt ubelastede konstruktioner; ved belastede konstruktioner, f. eks. vandrør, nedsættes brugstemperaturen afhængigt af belastningen (vandtrykket).

Kemikaliebestandighed: Fortrinlig. Tåler dog ikke oxyderende syrer som f. eks. salpetersyre. Tåler heller ikke benzol og tetraklorkulstof.

Brændbarhed: »Selvbrændende«.

Smag: Ingen.

Lugt: Ingen.

Giftighed: Ingen.

Tæthed mod vanddamp: Fin.

Tæthed mod luftarter: Tillader gennemgang af mange luftarter og aromatiske lugte.

Elektriske egenskaber: Godt isolationsmateriale, spec. er den dielektriske tabsfaktor meget lav.

Mulighed for spændingskorrosion: Spændingskorrosion ytrer sig ved, at materialet revner, fordi ydre eller indre spændinger i materialet udløses, når det kommer i berøring med visse stoffer, som det i og for sig godt kan tåle. Hos polyethylen kan f. eks. sulfo-opvaskemidler fremkalde spændingskorrosion.

Identifikation: Flyder på vand. Brændende polyethylen lugter som stearinlys.

#### Egenskaber hos PEH:

er som hos PEL, idet det dog bemærkes, at:

Vægtfylden: Er højere (ca. 0,96), hvorfor materialet er hårdere, stivere og stærkere.

Varmebestandigheden: Er bedre. Det kan således tåle maks. 100°C i kort tid.

Kemikaliebestandigheden: Er noget bedre. Bestandigheden mod benzol og tetraklorkulstof er således bedre end for PEL.

Mulighed for spændingskorrosion: Er mindre end for PEL.

Anvendelse: Den langt overvejende del af de plastfolier, der anvendes i byggeriet, er polyethylenfolier. Rør (koldtvandsrør, afløbsrør, el-rør). Elledningsisolation.

#### Polypropylen

Dette plast er i familie med polyethylen. Dets egenskaber er nært beslægtet med polyethylens, men det er på nogle punkter bedre; det gælder især styrken, varmebestandigheden, modstanden mod spændingskorrosion samt den kemiske modstandsdygtighed.

#### Anvendelse:

Som polyethylen.

#### P. V. C.

P. V. C. står for polyvinylchlorid. Den rene polyvinylchloridharpiks er et klart termoplastisk materiale, som er hårdt og stift. Den blandes normalt op med forskellige hjælpepestoffer, således at materialet bliver tilpasset de enkelte anvendelsesområder. Specielt kan der ved tilsætning af blødgørere fremstilles læderagtige eller gummiagtige kvaliteter.

### Hjælpestoffer:

Af hjælpestoffer kan nævnes:

- Stabilisatorer. Disse modvirker nedbrydning af P. V. C. forårsaget af varme og lys.
- Smøremidler, som letter forarbejdningen.
- Farvestoffer.
- Fyldstoffer.
- Blødgørere. Blødgøreren kan indgå i opbygningen af kædemolekylerne. Man taler i så fald om en indre blødgørere. Blødgøreren kan imidlertid også principielt virke som et opløsningsmiddel, idet kædemolekylerne spærres fra hinanden af midlet. Man taler i så fald om en ydre blødgørere.

### Hovedtyper:

I praksis skelnes mellem de to hovedtyper:

- Stift (hårdt) P. V. C.
- Blødt P. V. C., der er fremstillet af stift P. V. C. ved tilsætning af en ydre blødgørere.

#### Egenskaber hos stift P. V. C.:

Ad a.

Vægtfylde: 1,35 – 1,45.

Trækstyrke: 400–600 kg/cm<sup>2</sup>.

Vejrbestandighed: God.

Varmebestandighed: 50°–70°. P. V. C. er bestandigt mod varmt vand op til 40°C, under visse vilkår op til 60°C. Over denne temperatur er bestandigheden afhængig af P. V. C.-kvalitet, stabilisator og blødgørere.

Kemikaliebestandighed: Fortrinlig. Tåler dog f. eks. ikke acetone, benzol og cyclohexanon.

Brændbarhed: Selvslukkende. Ved brand frigøres chlorbrinte (saltsyre), som virker meget stærkt korroderende på metalgenstande. Denne virkning kan i mange tilfælde medføre meget store skader på maskiner, inventar og bygninger. Falck/Zonen har en udrykningstjeneste, der påtager sig neutralisation af den ødelæggende syrevirkning.

Smag: Ingen.

Lugt: Ingen.

Giftighed: Der foregår i øjeblikket intense undersøgelser til afklaring af risikoen ved brug af P. V. C. til fødevareremballage og lign. på grund af restindhold af udgangsmaterialet, vinylchlorid.

Tæthed mod vanddamp: Nogenlunde.

Tæthed mod luftarter: Nogenlunde.

Elektriske egenskaber: Godt isolationsmateriale.

Identifikation: Brændprøve lugter stikkende (p. g. a. chloret). Er tillige selvslukkende. En næsten 100 % sikker prøve: Lidt af prøven anbringes på spidsen af en afglødet kobbertråd. Hvis prøven er P. V. C. fremkommer en kraftig grøn farve ved afbrænding i en gasflamme. (En stearinlysflamme er ikke varm nok).

*Egenskaber hos blødt P. V. C.:*

Ad. b).

Blødgøringen bevirker en forringelse af flere egenskaber, hvilket fremgår af nedenstående:

Vægtfylde: 1,16–1,35.

Trækstyrke: 100–250 kg/cm<sup>2</sup>.

Vejrbestandighed: Ikke særlig god.

Varmebestandighed: 50–55°. Blødt P. V. C. er bestandig over for varmt vand op til 40°C. Over denne temperatur er bestandigheden afhængig af P. V. C.-kvalitet, stabilisator og blødgørere.

Kemikaliebestandighed: Ikke så god som for stift P. V. C. Tåler således f. eks. ikke: sprit og benzin.

Brændbarhed: Dårlig til selvslukkende.

Smag: Alm. typer duer ikke til madvarer.

Lugt: Kan lugte.

Giftighed: Se stift P. V. C.

Tæthed mod vanddamp: Som for stift P. V. C.

Elektriske egenskaber: Som for stift P. V. C.

Identifikation: Som for stift P. V. C.

*Anvendelse for P. V. C.:*

Beholdere, tanke, rør (koldt vand, afløb, el-rør), ventiler, ventilatorer til laboratorier og kemisk industri. Gulvbelægning, tagmembran, ovenlys, facadeplader, tagrender, dilatationsfugeprofiler, gelænderhåndlister, tætningslister, inddækninger (vigtig bestanddel af »Cocoon«).

Polystyren

Kendes fra dagliglivet som emballage for f. eks. søm- og skrueæsker, karsebakker, elektriske komponenter. Er gennemsigtigt og glasklart, men tillige meget skørt. Dette kan dog imødegås ved iblanding eller copolymerisering med gummi, hvorved fås slagfast polystyren.

*Egenskaber hos ren polystyren:*

Vægtfylde: 1,04–1,06.

Trækstyrke: 350–650 kg/cm<sup>2</sup>.

Vejrbestandighed: Uegnet til udendørs brug, da det nedbrydes og misfarves af ultraviolet lys.

Varmebestandighed: 65–85°C.

Kemikaliebestandighed: God. Tåler dog ikke stærke iltende syrer og organiske opløsningsmidler som acetone, benzin, benzol og tetraklor-kulstof.

Brændbarhed: Selvbrændende.

Smag: Ingen.

Lugt: Ingen.

Giftighed: Ingen.

Tæthed mod vanddamp: Dårlig.

Tæthed mod luftarter: Dårlig.

Elektriske egenskaber: Udmærket isolationsmateriale, specielt er den dielektriske tabsfaktor meget lav.

Identifikation: Brændprøve lugter af hyacint og gas. Sodflager i røgen. Såfremt polystyren tages på gulvet, klinger det metallisk.

*Anvendelse:*

Til elektriske artikler og komponenter, emballage, polystyrenskum (»flamingoisolationsplader«). Slagfast polystyren bruges bl. a. til »indmad« i køleskabe.

Acrylplast

Er velkendt under handelsnavnet Plexiglas, kaldes også organisk glas. Til acrylplastgruppen hører flere typer, hvoraf polymethylmethacrylat er den almindeligste. De nedenfor anførte egenskaber refererer derfor til denne type.

Acrylplast udmærker sig især ved fremragende optiske egenskaber; specielt kan nævnes, at brydningsforholdet er uafhængigt af lysets bølgelængde, så farvespredning undgås.

*Egenskaber:*

Vægtfylde: 1,17–1,20.

Trækstyrke: 550–750 kg/cm<sup>2</sup>.

Vejrbestandighed: Fin.

Varmebestandighed: 60–90°C.

Kemikaliebestandighed: God. Angribes dog af iltende syrer, sprit, acetone, benzol, tetraklor-kulstof.

Brændbarhed: Selvbrændende.

Smag: Ingen.

Lugt: Ingen.

Giftighed: Ingen.

Tæthed mod vanddamp: Dårlig.

Elektriske egenskaber: Godt isolationsmateriale, dog ikke velegnet i forbindelse med høje frekvenser.

Identifikation: Brændprøve: Lugt af Kongen af Danmark bolcher. Kun lidt røg. Gul flamme med blå kant.

*Anvendelse:*

Til ovenlyskupler, ruder til flyvemaskiner og busser, håndvaske, badekar, beskyttelseskærme, lysarmaturer, industrigulvbelægninger.

Polytetrafluorethylen PTFE (Teflon)

Er plastfamiliens ukronede konge på grund af dets helt usædvanlige egenskaber. Er det glatteste materiale, der findes, og kan derfor bruges til lejer uden smøring.

Temperaturbestandigheden er meget fin, de fysiske egenskaber bevares fra –100°C til +260°C op til +320° i kort tid).

Kemikaliebestandigheden er fænomenal; ved normale temperaturer bider intet på Teflon. (Ved temp. over 150° angribes det af fluor, visse fluorforbindelser, samt af smeltede alkalimetaller). De elektriske egenskaber er bemærkelsesværdigt gode; det har meget lav dielektricitetskonstant, den dielektriske tabsfaktor er meget lav, og det er tillige fremragende krybe-strømsikkert.

*Egenskaber:*

Vægtfylde: 2,2.

Trækstyrke: 140–310 kg/cm<sup>2</sup>.

Vejrbestandighed: Fin.

Varmebestandighed: 250–260°C.

Kemikaliebestandighed: Fremragende.

Brændbarhed: Selvslukkende.

Smag: Ingen.

Lugt: Ingen.

Giftighed: Normalt ugiftigt, men ved temperaturer over 400° nedbrydes materialet, idet der bl. a. dannes tetrafluorkulstof, der kan give anledning til forgiftning.

Tæthed mod vanddamp: Fremragende.

Elektriske egenskaber: Fremragende.

*Anvendelse:*

I elektrontechnikken: Især indenfor højfrekvens- og ultrahøjfrekvensteknikken, således isolatorer, isolationsbånd og komponenter, der udsættes for høje temperaturer.

Til glidelejer (også i bærende konstruktioner). Til tætningsringe og tætningsstape til rørsamlinger.

**B. Hærdeplast**

*Vigtige hærdeplast:*

Fenolplast.

Carbamidplast.

Melamin.

Polyesterplast.

Epoxyplast.

Fenolplast

Et velkendt plastmateriale, der blev udviklet i 1909 af den belgiske Dr. L. H. Bækeland (Bakelit). Fenolplast dækker i virkeligheden over en hel materialegruppe, idet der til praktisk brug altid tilsættes fyldstoffer af forskellig art til selve fenolharpiksen. Fenolharpiksen er i sig selv et for skørt materiale. Træmel er det mest anvendte fyldstof; det anvendes som regel i forholdet 50 % træmel til 50 % harpiks. Pressepulvere med træmel er nemme at presse, og de pressede emners egenskaber er gode til mange formål. Træmelet giver dog en ret dårlig varmebestandighed, ligesom dets hygroskopiske natur kan medføre ulemper.

Asbest og glasfibre vil som fyldstof give god varmebestandighed og kemikaliebestandighed. Tekstilfibre anvendes også som fyldstof. Et forhold, der har begrænset anvendelse af fenolplast, er, at der skal anvendes et pressetryk på ca. 200 kg/cm<sup>2</sup> under hærdeningen for at gøre emnet tilstrækkelig tæt. Ved hærdeningen dannes nemlig vanddamp, der kunne gøre emnet porøst.

Ved hærdeningen af nyere typer hærdeplast som polyester og epoxy dannes der ikke vanddamp, hvorfor man her kan nøjes med beskedne pressetryk eller helt undvære det.

Et andet forhold, der har begrænset anvendelsen er, at fenolharpiks kun kan fremstilles i mørke farver.

*Egenskaber:*

Da typen med træmel er langt den almindeligste, refererer nedenstående egenskaber hertil:

Vægtfylde: 1,32–1,45.

Trækstyrke: 450–600 kg/cm<sup>2</sup>.

Vejrbestandighed: God.

Varmebestandighed: 125–130°.

Kemikaliebestandighed: God. Tåler dog ikke stærke syrer og stærke baser.

Brændbarhed: Nærmest selvslukkende.

Smag: Kan give afsmag.

Lugt: Kan give lugt.

Giftighed: Ikke helt ugiftigt.

Elektriske egenskaber: God isolator, men følsomt overfor krybe-strømme.

Identifikation: Brændprøve lugter af fenol og formalin.

*Anvendelse:*

Til elektriske installations- og isolationsartikler, telefonapparater, dørgebr, WC-sæder, imprægneringsmiddel i spånplader, lim til træindustrien, bindemiddel i plastlaminater (f. eks. formica).

### Carbamidplast

Anvendes i mange tilfælde på de samme områder som fenolplast, men har den store fordel, at det kan indfarves i alle mulige kulører. På minussiden må noteres, at materialet ikke tåler kogende vand, ligesom vejrbestandigheden er dårlig.

Der benyttes kun organiske fyldstoffer som træmel og cellulose.

#### Egenskaber:

Egenskaber er ligesom hos fenolplast afhængige af fyldmaterialet. Nedenstående egenskaber refererer til carbamid med cellulosefyld.

Vægtfylde: Ca. 1,5.

Trækstyrke: 400–900 kg/cm<sup>2</sup>.

Vejrbestandighed: Dårlig.

Varmebestandighed: 80–90°C.

Kemikaliebestandighed: Tåler udmærket organiske opløsningsmidler og olier.

Tåler derimod ikke syrer og baser.

Brændbarhed: Selvslukkende.

Smag: Ingen.

Lugt: Ingen.

Giftighed: Ingen.

Elektriske egenskaber: God isolator, der dog afhænger af fugtighedsindholdet. Mere krybe-strømssikkert end fenolharpiks.

Identifikation: Brændprøve lugter af sildelage og formalin.

#### Anvendelse:

Til elektriske installations- og isolationsartikler, radiokabinetter, telefonmateriel, dørgreb, i skumform til varmeisoleringsformål (der desværre kan absorbere en mængde fugt).

### Melaminplast

I dette materiale forenes de bedste egenskaber hos carbamid og fenolplast.

Fremstilles således i lyse farver; det absorberer mindre vand end carbamid; det tåler kogende vand, og det har fine elektriske egenskaber. Fyldstoffer i melamin kan være cellulosefibre, tekstiltaver, glasfibre og asbest.

Nedenstående egenskabskema refererer til melamin med cellulosefyld.

#### Egenskaber:

Vægtfylde: Ca. 1,5.

Trækstyrke: 500–900 kg/cm<sup>2</sup>.

Vejrbestandighed: God.

Varmebestandighed: 125–130°C.

Kemikaliebestandighed: God. Tåler dog ikke stærke syrer og stærke baser.

Brændbarhed: Selvslukkende.

Smag: Ingen.

Lugt: Ingen.

Giftighed: Ingen.

Elektriske egenskaber: God isolator. God krybe-strømssikkerhed.

Identifikation: Brændprøve lugter af sildelage og formalin.

#### Anvendelse:

Til elektrisk installations- og isolationsmateriel af enhver art, plastlaminater (f. eks. formica), husholdningsartikler (tallerkener, kopper, skåle, grydeskeer, bakker).

### Polyesterplast

Er især blevet kendt som glasfiberarmeret polyester. Dette materiale har mange fine egenskaber. Det har således en høj styrke, formbestandigheden er udmærket, vejrbestandigheden er udmærket, og det er bestandigt mod en lang række kemikalier.

Det er en væsentlig fordel for forarbejdningen af polyester, at der ikke udvikles biprodukter under hærningen; det er således baggrunden for, at man kan fremstille endog meget store emner ved blot at lægge det glasfiberfyldte polyester i en form, og derpå lade det hærne koldt uden anvendelse af noget særligt tryk under formgivningen.

I øvrigt findes der flere forskellige typer af polyesterharpiks, tilpasset de enkelte anvendelsesformål; således findes specielle varmebestandige, brandsikre, kemikaliebestandige, lysbestandige typer m. fl.

#### Egenskaber hos glasfiberarmeret polyester:

Da egenskaberne både afhænger af harpikstype og armeringstype, kan nedenstående egenskaber kun være vejledende.

Vægtfylde: 1,5–1,7.

Trækstyrke: 800–1700 kg/cm<sup>2</sup>.

Vejrbestandighed: God.

Varmebestandighed: 90°–175° afhængig af harpikstype.

Kemikaliebestandighed: God. Tåler dog ikke koncentrerede stærke syrer, ej heller stærke baser samt acetone. Endvidere må bestandigheden mod sprit, benzol og tetraklorkulstof undersøges i hvert enkelt tilfælde.

Brændbarhed: Alm. typer: »Selvbrændende«.

Spec. typer: Selvslukkende.

Smag: Kan fremstilles uden smag.

Lugt: Kan fremstilles uden lugt.

Giftighed: Normalt ugiftigt.

Elektriske egenskaber: God isolator.

Identifikation: Brændprøve giver stærkt sodende røg. Røg lugter hyacint- og gasagtig. Glasfibre kan ofte iagttages.

#### Anvendelse for glasfiberarmeret polyester:

Til ovenlysplader, beholdere, badekar, store rørledninger, ventilatorer, udendørs lysarmaturer. Til reparation af beton. Polyester iblandet kaolin, glasfiber eller asbest bruges til elektrisk installationsmateriel.

### Epoxyplast

Epoxy er meget ældningsbestandigt, udmærket, vejrbestandigt og kemikaliebestandigt, og det tåler ret høje temperaturer.

Ved tilsætning af fyldstoffer, f. eks. glasfibre, kan brugsegenskaberne forbedres, f. eks. forøges styrke og hårdhed, hvorimod varmeudvidelseskoefficienten aftager. Epoxyharpiks har usædvanlig vedhængningsevne overfor utallige materialer; dette er årsagen til dets anvendelse til lakker og klæbemidler. Klæbemidler på epoxybasis anvendes især inden for flyvvemaskineindustrien. Hærdner ligesom polyester uden at fraspalte biprodukter.

#### Egenskaber:

Nedenstående refererer til epoxyplast tilsat kvartsmel.

Vægtfylde: 1,6–2,5.

(Vægtfylde for ren epoxyharpiks): 1,2–1,4.

Trækstyrke: 500–900 kg/cm<sup>2</sup>.

Vejrbestandighed: Fin.

Varmebestandighed: 150°–250°.

Kemikaliebestandighed: Fin. Dog kun betinget bestandigt mod stærke syrer, stærke baser og acetone.

Elektriske egenskaber: Gode.

#### Anvendelse:

Til mange områder, hvor polyester ikke slår til. Beholdere, kar, rør. Til indstøbning af elektroniske komponenter og kredsløb. Til lim og til lakker. Til slidstærke gulvbelægninger (for fugtige og våde gulve aftager slidstyrken dog, og for

kombinationen varme og væde må epoxygulve betegnes som mindre velegnet). Til reparation af beton (revner m. v.).

### C. Elastomere

#### Vigtige elastomere:

Naturgummi.

Ethylen-propylen-gummi.

Cloroprengummi.

Sulfidgummi.

### Naturgummi

Fremstilles af latex, som tappes af gummitræet »Hevea brasiliensis«.

Der tilsættes fyldstoffer, blødgørere, pigmenter, antioxidant. Vigtigst er dog vulkaniseringsstoffet, normalt svovl. Efter fremkomsten af de første syntetiske gummier i 1930 har naturgummis betydning været i stadig aftagen.

#### Egenskaber:

Trækstyrke: 150–300 kg/cm<sup>2</sup>.

Vejrbestandighed: Mindre god. (Kan dog forbedres ved specielle tilsætninger).

Varmebestandighed: Begrænset (oxyderer med mørning og klæbrighed til følge ved vedvarende temperatur over 70°C).

Kemikaliebestandighed: Udmærket over for svage syrer og alkalier. Tåler dårligt benzin og olier.

Identifikation: Brændprøve viser gul, sodende flamme, stikkende lugt.

#### Anvendelse:

Er stadig standardmaterialet i tekniske gummi-varer og kan indgå i blandinger med syntetiske gummier.

### Ethylen-propylen-gummi

Findes i to hovedtyper: EPM og EPDM.

#### Egenskaber:

Trækstyrke: 100–225 kg/cm<sup>2</sup>.

Vejrbestandighed: Udmærket.

Varmebestandighed: God (kan anvendes op til 130°C).

Kemikaliebestandighed: Fin. Tåler dog ikke benzin, olie og chlorholdige opløsningsmidler.

Identifikation: Brændprøve viser gul flamme med blå kant. Lugt som brændende stearin.

### Anvendelse:

Til udendørs gummiprofiler, f. eks. til tætningsprofiler i facadeelementer.

### Chloroprengummi (Neopren)

Er et af de ældste og mest betydningsfulde syntetiske kunstgummier. Neopren er Du Pont's handelsnavn for chloroprengummi, men anvendes ofte generelt om chloroprengummi.

### Egenskaber:

Trækstyrke: 100–250 kg/cm<sup>2</sup>.

Varmebestandighed: Lidt bedre end naturgummis.

Vejrbestandighed: God.

Kemikaliebestandighed: God. Tåler dog ikke benzin og olie.

Identifikation: Brændprøve viser gul, sodende flamme. Stikkende lugt. Sur røg.

### Anvendelse:

Til gummigulvbelægninger, lejeplader for bærende konstruktioner, lyd- og svingningsdæmpen-

de klodser, f. eks. til montagebyggeri. Tætningslister, også i forskummet udgave.

### Sulfidgummi (Polysulfid, Thiokol)

Handelsnavnet Thiokol anvendes ofte generelt om sulfidgummi.

Foruden som fast gummi fremstilles sulfidgummi i en speciel type, der er flydende i vulkaniseret tilstand. Den kan ved tilsætning af en hærdere overgå til den elastiske tilstand.

### Egenskaber:

Trækstyrke: 40–100 kg/cm<sup>2</sup>.

Varmebestandighed: Maks. temperatur 70°C.

Vejrbestandighed: Udmærket.

Kemikaliebestandighed: Tåler udmærket benzin og olie, mindre godt svage syrer og alkali.

Identifikation: Brændprøve viser blå flamme. Svovlagtig lugt, sur røg.

### Anvendelse:

I byggeriet er den langt vigtigste anvendelse som fugemasse, specielt til udendørs fuger.

P. Salling

# Bygningsakustik.

Af civilingeniør J. Rechnagel, Birch og Krogboe K/S.

## Hvad er lyd?

Lyd er svingende molekylebevægelser, der forplanter sig i et fast, flydende eller luftformigt medium. Udbredelse i luft har størst interesse, da det normalt er luftens svingninger, der ved påvirkning af øret giver anledning til vor opfattelse af lyden.

Støj er uønsket lyd.

Der er to begreber, som har stor interesse, det er lydens frekvens og dens styrke. Frekvenser angives i Hertz (Hz), hvorved forstås antal afsvingninger pr. sekund. Dybe toner har lille frekvens, høje toner har stor frekvens. Unge mennesker med normal hørelse kan høre fra 20 Hz til 20.000 Hz.

De fleste lyde er sammensat af flere frekvenser. Frekvensspektret opdeles ofte i områder, hver dækkende en hel eller en tredjedel oktav, hvor en oktav dannes af to frekvenser der har forholdet 1 : 2.

Lydens styrke måles i Decibel (dB). Denne måleenhed er sådan indrettet, at 0 dB er den nedre grænse for en hørbar lyd med frekvensen 1000 Hz. Endvidere er måleenheden logaritmisk, hvilket indebærer at to ens lydgivere tilsammen giver 3 dB større lydniveau end én lyd giver. Dette svarer til en angivelse af en films lysfølsomhed i DIN, hvor en film på 18 DIN kun kræver det halve lys af en film på 15 DIN.

Da ørets følsomhed for dybe toner er mindre end for høje, har man indbygget filtre i lydmålerne, således at lyd målere reducerer styrken af de dybe toner, så følsomheden ved de forskellige

frekvenser omtrent svarer til ørets. Den herved målte styrke benævnes dB (A).

Decibel bruges ikke blot til angivelse af lydstyrke, men også f. eks. til angivelse af lydsole-ring.

Sammenhængen mellem bygningsakustikkens forskellige områder.

Bygningsakustikken kan opdeles i forskellige grupper, der igen kan opdeles i undergrupper. En sådan opdeling er foretaget nedenfor, og man kan her få et overblik over sammenhængen mellem akustikkens forskellige områder.

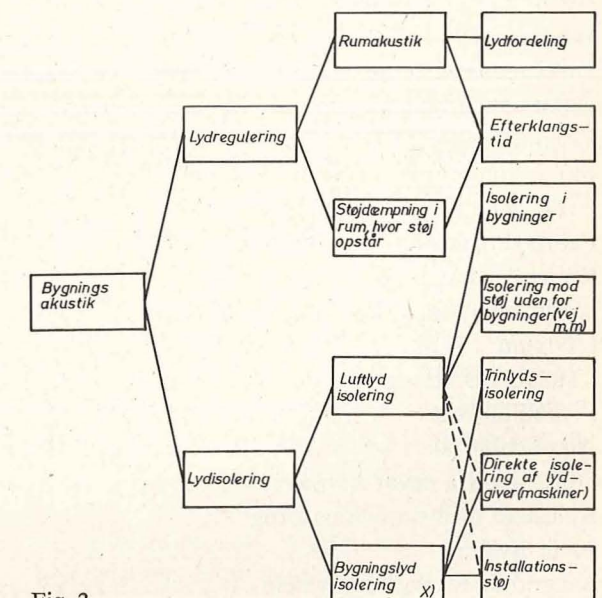


Fig. 2.

\*) Bygningslydisolering er isolering mod lyd, der opstår ved direkte mekanisk påvirkning af bygningsdel.

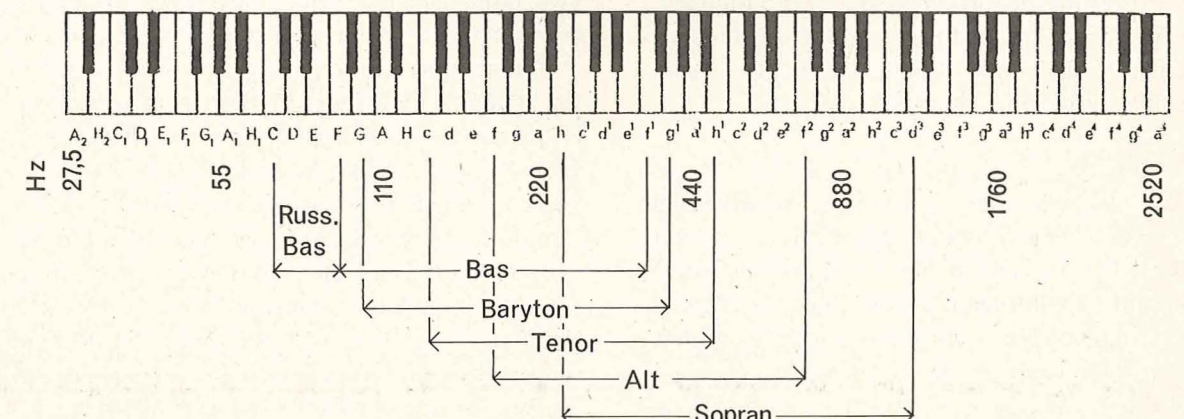


Fig. 1. Klaviaturet.