

# MATERIAL

5.

## Allmänt

5.1

Allt material skall vara ändamålsenligt och såvitt möjligt av definerad kvalitet. Fastställda materialnormer skall tillämpas. Materialet skall kunna utsättas för under materielens normala användning tänkbara mekaniska och andra påkänningar, såsom temperaturväxlingar och inverkan av fukt och gaser, utan att materielens funktion eller livslängd äventyras.

Användningen av brännbart material skall begränsas till ett minimum. Material som kan antändas av gnista eller av värme som kan uppstå under användningen får överhuvud icke användas.

Viktbesparande material skall genomgående användas, där så med hänsyn till hållfasthet, beständighet och kostnad är möjligt.

Material som angrips av mögel och insekter skall icke användas. Organiska hartser kan användas i samband med inert fyllnadsmaterial. Dylika inerta material är glas, asbest, glimmer, kvarts och vissa metalliska fyllnadsmaterial.

### *Explosiva material*

Material som avger brännbara gaser eller som kan ge upphov till explosioner skall icke användas. Brännbar impregnering och injutningsmaterial som är inneslutna i eldsäkra behållare är undantagna härifrån.

### *Toxisk effekt*

Material som under olika förhållanden kan avge giftiga gaser skall icke användas.

### *Icke godkända material*

Följande material godkänns icke vid konstruktion av elektronisk materiel: linne, cellulosanitrat, regenererad cellulosa, trä, jute, läder,

kork, papper och papp, organiska fibermaterial, hår- och ullfilt, plastmaterial i vilka ingår linne och trämjöl i för stor mängd, svampgummi.

### *Godkända material*

Som godkända material vid konstruktion av elektronisk materiel räknas bl a metaller, glas, keramik, glimmer, mikanit, polyamider, cellulosacetat, gummi (natur- och konstgummi), plastmaterial med fyllnadsmaterial av glas, glimmer, asbest eller kvartssand, polyvinylklorid (PV), polytetrafluoretylen (teflon), monoklortrifluoretylen, polyeten.

## 5.2 **Likvärdigt material**

Om en tillverkare önskar ersätta ett på ritningar eller specifikationer angivet material med »likvärdigt» skall han nämna detta i sitt anbud och därvid beskriva material samt garantera att det är likvärdigt eller har bättre egenskaper än det föreskrivna.

## 5.3 **Skydd för material**

Transformatorolja, smörjolja, smörjfett, fernissor, färg och pulver för pressgjutning och andra material som lätt upptar beståndsdelar från omgivningen skall förvaras i väl tillslutna kärl.

## 5.4 **Synpunkter på isolermaterial m m**

### 5.4.1 **Allmänt**

Isolermaterial skall uppfylla följande allmänna villkor:

- goda elektriska egenskaper
- goda mekaniska egenskaper
- hållbarhet mot höga och låga temperaturer under sin livslängd
- låg absorption av fukt
- vattenavstötande förmåga
- motståndskraft mot mögel- och insektsangrepp

**Aceton** 5.4.2

Aceton angriper emaljen på koppartrådar.

**Bivax** 5.4.3

Bivax skall icke användas som impregneringsmedel. Bivax är icke fuktsäkert efter att ha utsatts för kyla. Lämpliga impregneringsmedel är jordvaxer i renat tillstånd.

**Epoxihartser** 5.4.4

Epoxihartser, araldit, förstör impregneringsmedel i kondensatorer. Oxidationsprodukter av impregneringsvaxer är även skadliga i detta hänseende.

Koppar bör skyddas för hårdare.

Se även 5.4.8.

**Fenol** 5.4.5

Bakelitdetaljer bör icke inneslutas tillsammans med kadmierade detaljer. *Fenoler* åstadkommer korrosion hos kadmium på grund av att flyktiga syror bildas i samband med sönderfallsprocessen.

Fenol påverkar i längden polystyrenkondensatorer ogynnsamt.

Fenol är ett av de få ämnen som angriper polyetylentereftalat.

**Keramik** 5.4.6

Keramiska detaljer skall vara glaserade, så att fuktabsorption förhindras.

**Kolofonium** 5.4.7

Kolofonium (hartsflusssmedel) utgör säte för mögelbildning, om syre och fukt får tillträde, med dåliga isoleringsegenskaper som följd. Överskott på flusssmedel vid lödning bör därför effektivt avlägsnas genom borstning eller tvättning med ren sprit.

#### 5.4.8 **Koppar**

Koppar inom hölje tillsammans med mineraloljor (transformatorolja) bör undvikas, därför att kopparn verkar som katalysator vid bildande av kopparsåpa. Koppar som används tillsammans med epoxihärdare (araldithärdare) bör skyddas för kontakt med härdaren genom övermålning eller lämplig isolering. Härdare som erfordrar upphettning har i allmänhet ingen påverkan.

Koppar (och platina) verkar som katalysator vid oxidation av metylalkohol till formaldehyd och myrsyra. Metoden att bränna av lackisoleringen på tunna koppartrådar (litz) och därefter doppa den heta änden i alkohol har en liknande effekt. Ångorna irriterar ögonen.

#### 5.4.9 **Melamin**

Melamin rekommenderas där gnistsäkert material erfordras (ingen kolbana vid gnistöverslag).

Insatser bör icke gjutas i materialet, därför att det med tiden krymper något, varvid sprickor kan bildas.

#### 5.4.10 **Naturgummi**

Naturgummi angrips av syre om det utsätts för ljus och av små kvantiteter ozon om det sträcks, i senare fallet även i mörker. Kvaliteten på gummit kontrolleras därför med gummit sträckt.

#### 5.4.11 **Neopren (kloropren)**

Magnesiumoxid, som ibland används vid framställning av neopren, orsakar svällning i vatten. O-ringar av neopren med magnesiumoxid sväller därför i fukt. Se även 5.5.2.2.

#### 5.4.12 **Nylon**

Nylon angrips av fenol. Nylon oxiderar långsamt i syre och ozon och är känsligt för syraangrepp, t ex från smog. När nylon sönderfaller bildas bl a vatten. Se 5.5.1.4.

Nylon absorberar lätt vatten (upp till 10 %), och diffusionshastigheten är rätt hög. Nylon sväller därvid, och därför har t ex bobiner av nylon dålig dimensionsstabilitet. Även nylonaxlar i lager är otillfredsställande, därför att de sväller i fukt. Kuggväxlar med nylonkuggjul är icke tillfredsställande i fukt.

Nylonisolerad sk lödbar tråd skall icke användas.

### **Polymetylmetakrylat**

5.4.13

Polymetylmetakrylat (perspex, plexiglas), transparenta syntetiska plattor, skall typprovas genom fuktprov (+ 55° C, 100 % relativ fuktighet, 72 timmar), varvid någon försämring av genomskinligheten eller någon formförändring icke får äga rum. Materialet används bl a för skal- och instrumentfönster.

### **Polystyren**

5.4.14

Hos polystyren uppträder i kyla ofta sprickbildning vid ingjutna insatser. Polystyren angrips kraftigt av trikloretylen.

### **PV, polyvinylklorid**

5.4.15

Mjukmedel hos PV kan migrera in i polyeten och fördärva polyetenens goda högfrekvenssegenskaper. Om ett migrerande mjukningsmedel används måste en migreringsbarriär finnas mellan dem. Vid en lödningstemperatur av 220° C sönderdelas PV. Sönderdelningsprodukterna kan angripa emaljen på koppartråd och möjligen även kopparen. Se 5.5.1.1.

### **Silikonhartser och silikongummi**

5.4.16

Silikonhartser och silikongummi har dålig resistens mot alkaliangrepp. Se 5.5.2.3.

### **Teflon**

5.4.17

Vid arbete med teflon rekommenderas här några försiktighetsmått (enligt Du Pont de Nemours & Ci).

När teflonprodukter upphettas till 200° C–300° C bildas mindre mängder sönderfallsprodukter. Om dessa gasliknande produkter inandas orsakar de temporära symptom liknande influensa. Dessa visar sig först 2 till 6 timmar efter exponeringen och försvinner efter 36–48 timmar. En enkel motåtgärd är att åstadkomma en effektiv ventilation. Under tillverkning bör cigarettrökning förbjudas, emedan influensaliknande symptom uppstår vid rökning om cigaretten bemängts med teflon. Vid maskinbearbetning bör lokal kylning av teflondetaljen åstadkommas, varjämte fördelen vinnes med högre hastighet hos skärande eller slipande verktyg. Ventilation såsom vid slipning rekommenderas.

#### 5.4.18 **Tejp**

S k elektrisk tejp skall icke användas i elektroniska apparater.

#### 5.4.19 **Triklöretylen**

Triklöretylen angriper neopren och polystyren.

#### 5.4.20 **Vulkanfiber**

Vulkanfiber har dålig resistens mot fukt och bör därför icke användas som isolering eller för mekanisk uppbyggnad.

### 5.5 **Gummi- och plastisolerade ledningar**

*Med benäget tillstånd hämtat ur Sieverts Kabelverks katalog 600, 1958.*

#### 5.5.1 **Plaster, materialegenskaper**

Under beteckningen plaster sammanfattas ett stort antal syntetiska material med mycket varierande egenskaper. I vår kabeltillverkning använder vi i huvudsak tre: PV, polyten och nylon.

## PV

5.5.1.1

*Termiska egenskaper*

5.5.1.1.1

PV är ett termoplastiskt material, dvs det mjuknar vid upphettning och styvnar vid avsvälning. Mjukheten vid olika temperaturer beror till stor del på typen och mängden av det ingående mjukningsmedlet. Om ej annat anges, kan våra PV-isolerade ledningar användas mellan  $-30^{\circ}\text{C}$  och  $+60$  á  $70^{\circ}\text{C}$ . Temporärt uthärdar de emellertid, fritt upphängda, temperaturer t o m över  $100^{\circ}\text{C}$ . I installationer där ledningar utsätts för hög driftstemperatur bör försiktighet iakttagas, så att ledningarna vid montage över skarpa hörn o d ej kommer att utsättas för konstant högt tryck. Vid långvarig upphettning till temperaturer av ca  $100^{\circ}\text{C}$  styvnar PV av standardkvalitet på grund av mjukningsmedlets avdunstning. Specialkvaliteter innehållande mindre flyktiga mjukningsmedel kan användas för ledningar som utsätts för hög temperatur, t ex i härdningsugnar.

*Mekaniska egenskaper*

5.5.1.1.2

PV har mycket god drag- och rivhållfasthet, och hårdheten kan anpassas efter användningsområdet (bild 5.5.1-1).

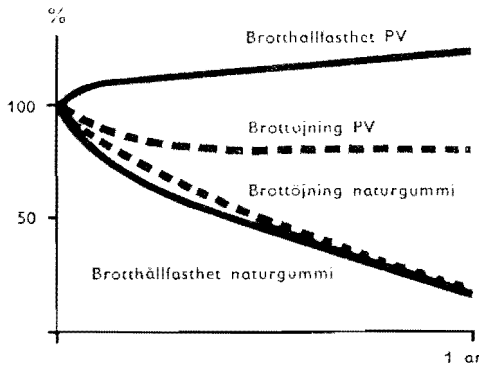


Bild 5.5.1-1.

*Aldringsprov i cirkulerande varmluft på PV och naturgummi.  
Metod enligt SEMKO 8 A. Brotthållfasthet och töjning i procent av ursprungsvärdet.  
1 mm plattor.*

5.5.1.1.3 *Elektriska egenskaper hos vår standard-PV vid 20° C*

Resistivitet .....	ohm cm	$10^{13}$ — $10^{15}$
Dielektricitetskonstant vid 50 Hz .....		5,0—6,5
Förlustfaktor vid 50 Hz .....	tg $\delta$	ca 0,1
Genomslagshållfasthet, 50 Hz 1 min. prov ..	kV/mm	ca 30

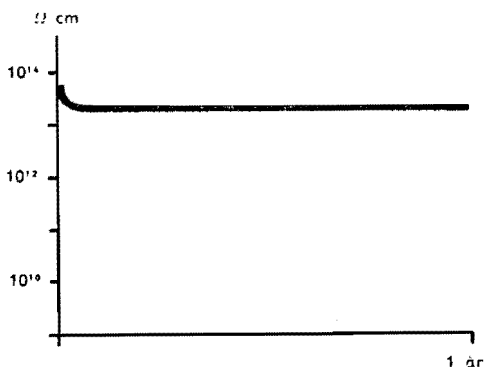


Bild 5.5.1-2.

*Resistivitet hos Sieverts PV efter förvaring i vatten vid + 40° C.  
1 mm plattor. Mättemperatur + 40° C*

De elektriska egenskaperna förblir praktiskt taget oförändrade även sedan PV en längre tid förvarats i vatten (bild 5.5.1-2).

Isolationsresistansen hos PV varierar liksom hos andra isoler-material med temperaturen. Sålunda är isolationsresistansen vid 50° C ca 100 ggr mindre än vid 20° C.

5.5.1.1.4 *Åldringsbeständighet*

PV är synnerligen åldringsbeständigt även i tropiskt klimat. För användning utomhus är svart färg den mest lämpliga, men även ljus PV har god väderbeständighet. PV är mycket beständigt mot ozon (bild 5.5.1-3).

5.5.1.1.5 *Kemikalieresistens*

PV är mycket motståndskraftigt mot syror och alkalier, vidare mot motoroljor och ett stort antal lösningsmedel. Vissa lösningsmedel och oljor kan dock åstadkomma en utlösning av mjukningsmedlen,



resultterande i att PV-materialet blir hårdare, vilket emellertid ej försämrar de elektriska egenskaperna. Motståndskraften mot sådana oljor och lösningsmedel kan höjas genom användandet av speciella mindre lösliga mjukningsmedel.

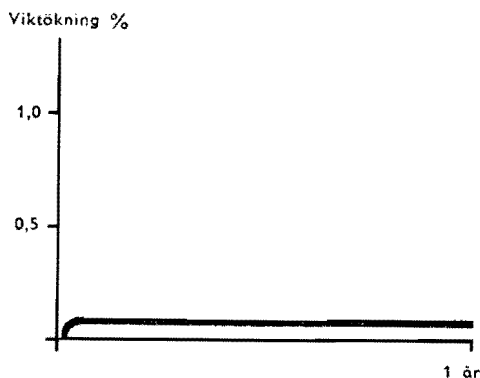


Bild 5.5.1-3.

Fuktabsorption hos Sieverts PV i vatten vid  $+40^{\circ}\text{C}$

#### *Inverkan på andra material*

5.5.1.1.6

På grund av migrering av det ingående mjukningsmedlet kan PV efter långvarig beröring med andra material orsaka klubbighet och andra förändringar hos t ex lackerade ytor, plaster etc. Särskilt starkt påverkas cellulosalack och polystyren, medan hårdplaster och brännlackerade ytor är mindre känsliga för angrepp. PV hårdnar i allmänhet något i kontakt med material till vilka migrering sker, vilket emellertid ej ofördelaktigt påverkar de elektriska egenskaperna. För specialändamål, t ex höljen för koaxialkablar, tillverkas migreringsfri PV.

#### *Eldbeständighet*

5.5.1.1.7

PV är brandsäkert, så till vida att elden ej fortplantar sig om en PV-ledning antänds på ett ställe, och ledningen ej tidigare uppvärmts till hög temperatur.

### 5.5.1.2 Polyten (bild 5.5.1-4 och 5.5.1-5)

#### 5.5.1.2.1 Termiska egenskaper

På grund av materialets termoplastiska egenskaper är högsta rekommenderade driftstemperatur vid kontinuerlig drift 60–70 °C, medan kortvarig uppvärmning till 90 à 100° C kan tillåtas, förutsatt att isoleringen ej samtidigt utsätts för tryck. Polyten styvnar liksom PV vid låga temperaturer, men blir sprött först vid mycket låg temperatur. En hårdare kvalitet, lågtryckspolyten, är mera motståndskraftig mot mekanisk deformation vid förhöjd temperatur än högtryckspolyten.

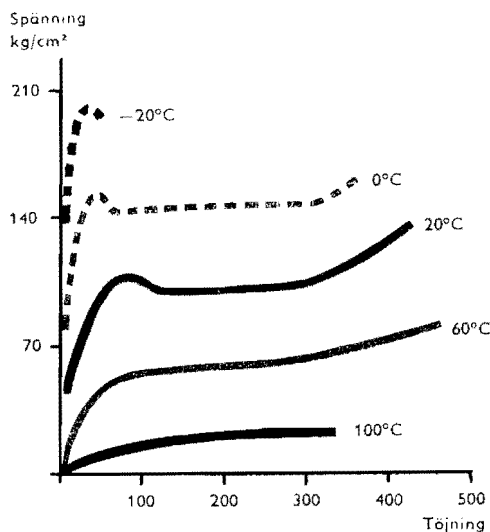


Bild 5.5.1-4.

Spänning-töjningsdiagram för polyten med smältindex 2

#### 5.5.1.2.2 Mekaniska egenskaper

De mekaniska egenskaperna hos polyten är goda. Högtryckspolyten är något styvare men mera beständigt mot nötning och mekanisk åverkan än lågtryckspolyten.

*Elektriska egenskaper hos polyten vid 20° C*

5.5.1.2.3

Polytenets ypperliga elektriska egenskaper framgår av följande tabell:

		<i>ofärgad</i>	<i>svart</i>
Resistivitet .....	ohm cm	ca $10^{17}$	ca $10^{17}$
Dielektricitetskonstant vid 50 Hz		2,3	2,5
Förlustfaktor vid 1 kHz .....	tg $\delta$ 0,0003—0,0005	ca 0,004	

Egenskaperna påverkas obetydligt av temperatur och praktiskt taget inte alls av polytenets lagring i vatten.

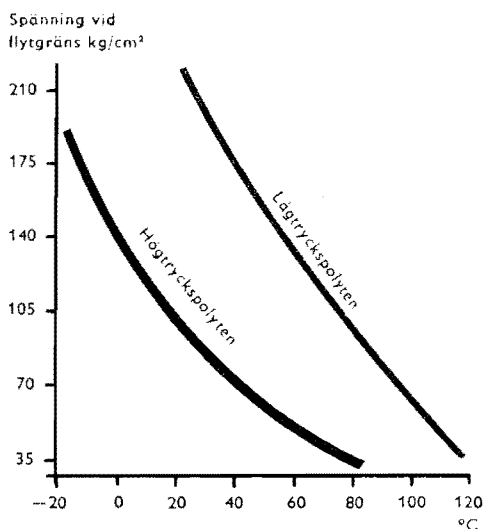


Bild 5.5.1-5.

*Flytgränsens temperaturberoende för högtryckspolyeten (smältindex 2) och lågtryckspolyeten*

*Åldringsbeständighet*

5.5.1.2.4

Ofärgat polyten är praktiskt taget åldringsbeständigt även vid förhöjd temperatur, om det ej utsätts för direkt solljus. Ultraviolet strålning förorsakar sprickbildning i materialet, såvida ej kimrök ingår i polytenet. Väderbeständigt polyten kan därför endast utföras i svart färg.

5.5.1.2.5 *Kemikalieresistens*

Polyten är vid rumstemperatur motståndskraftigt mot kemikalier och lösningsmedel av praktiskt taget alla slag. De elektriska egenskaperna kan dock försämrans genom absorption av oljor och lösningsmedel även vid rumstemperatur.

5.5.1.2.6 *Inverkan av andra material*

Polyten innehåller inget mjukningsmedel och påverkar därför ej andra material genom migrering. I kontakt med PV, gummi etc. kan det dock absorbera små mängder mjukningsmedel, vilket menligt påverkar de elektriska egenskaperna, särskilt förlustfaktorn. Polyten bör därför endast användas i kontakt med migreringsfri PV eller på annat sätt skyddas för migrering av mjukningsmedel.

5.5.1.2.7 *Eldbeständighet*

Polyten är brännbart och smälter vid förbränningen.

5.5.1.3 **Cellpolyten**

Cellpolyten är porös polyten, som innehåller ett stort antal helt slutna gasfyllda celler. Dielektricitetskonstanten är beroende av cellernas antal och storlek och kan ges ett så lågt värde som 1,3, medan isolationsresistans och förlustfaktor påverkas obetydligt. De mekaniska egenskaperna samt genomslagshållfastheten sjunker emellertid med dielektricitetskonstanten. Cellpolyten är bäst lämpat för teletekniskt ändamål.

5.5.1.3.1 *Elektriska egenskaper hos cellpolyten med en dielektricitetskonstant av 1,5 vid 20° C (bild 5.5.1-6)*

Resistivitet .....	ohm cm	ca 10 <sup>17</sup>
Dielektricitetskonstant vid 1 kHz .....		1,5
Förlustfaktor vid 1 kHz .....	tgδ	0,0003–0,0005

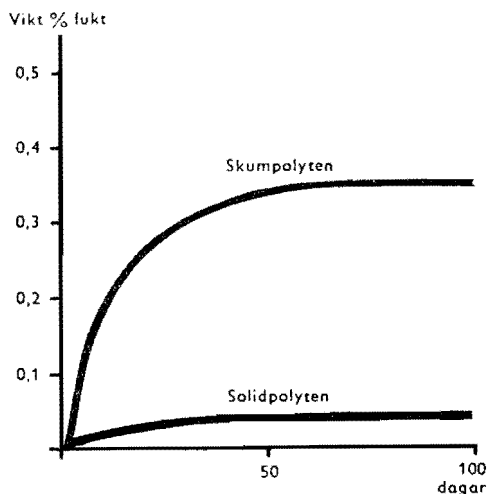


Bild 5.5.1-6.

*Fuktabsorption hos solid och cellulär polyten vid 20° C. Mätt på ledning*

Materialets elektriska egenskaper påverkas relativt obetydligt av längre tids lagring i vatten, men cellpolyten absorberar fukt snabbare än solid polyten.

## Nylon

5.5.1.4

Nylon användes i kabeltillverkning huvudsakligen som skyddshölje på PV och polytenisolerad ledning, vilken utsätts för svårare mekaniska påkänningar.

### *Termiska egenskaper*

5.5.1.4.1

Då nylonets mjukningstemperatur överstiger 200° C är de mekaniska egenskaperna hos materialet tillfredsställande även över 100° C. Materialet kan under kortare tid kontinuerligt användas upp till 120° C. Vid användning över 100° C avgår emellertid den fukt som normalt finns absorberad, vilket gör nylonet sprött. Efter kort tid vid normal temperatur och fuktighet återtoges dock de mekaniska egenskaperna. Nylon är böjligt och användbart även vid en temperatur av - 40° C.

5.5.1.4.2 *Mekaniska egenskaper (bild 5.5.1-7)*

Nylon är jämfört med övriga här nämnda material oerhört starkt och motståndskraftigt mot nötning och övrig mekanisk åverkan.

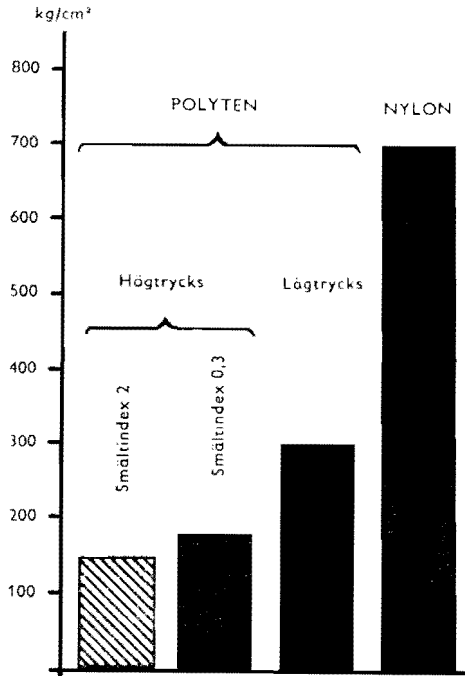


Bild 5.5.1-7.

*Brotthållfasthet hos polyten och nylon*

5.5.1.4.3 *Elektriska egenskaper*

På grund av materialets höga fuktabsorption är nylon av standardkvalitet ej lämpat som isolermaterial.

Vissa specialkvaliteter med låg fuktabsorption kan dock användas som isolering.

5.5.1.4.4 *Åldringsbeständighet*

Nylonets åldringsbeständighet inomhus är utmärkt, men på grund av materialets känslighet för ultraviolettt ljus är den utomhus ej så god.

*Kemikalieresistens*

5.5.1.4.5

Nylon är motståndskraftigt mot oljor och de flesta kemikalier.

*Eldbeständighet*

5.5.1.4.6

Nylon är brännbart, men då det pålagges t ex PV-isolerad ledning i ytterst tunna skikt förmår det ej menligt påverka ledningens eldbeständighet.

**Gummi, materialegenskaper**

5.5.2

Gummi har under senare år blivit samlingsterm för ett stort antal material, som efter vulkanisering blir elastiska. Materialen liknar i sina egenskaper naturgummi, men skiljer sig dock i flera avseenden markant från detsamma, vilket framgår av nedanstående. I vår kabeltillverkning användes förutom naturgummi i stor utsträckning även neopren-, butyl- och kiselgummi. Egenskaperna hos materialen kan varieras inom relativt vida gränser genom ändring av blandningarnas sammansättning. I nedanstående sammanställning behandlas icke naturgummi då materialets egenskaper förutsättes vara tillräckligt kända.

**Butyl**

5.5.2.1

*Termiska egenskaper*

5.5.2.1.1

Liksom övriga gummityper är butyl efter vulkanisering ej termoplastiskt och kan kontinuerligt användas vid en temperatur av 75° C. De mekaniska egenskaperna försämras vid förhöjd temperatur, men under måttlig mekanisk belastning uthärdar samtliga gummityper under kort tid temperaturer upp till 200° C. Butylgummits böjlighet vid låg temperatur är enastående. Vid böjprov vid - 22° C uthärdade naturgummi 90 000 böjningar, medan inga sprickor kunde upptäckas i butylgummi efter 1 milj. böjningar. Den lägsta temperatur vid vilken butylisolerad ledning kan användas bestäms därför i allmänhet ej av butylgummit utan av övriga material i kabeln.

5.5.2.1.2 *Mekaniska egenskaper (bild 5.5.2-1 och 5.5.2-2)*

Isolergummi på butylbasis har relativt låg mekanisk hållfasthet. De goda åldringsegenskaperna kompenserar dock de ursprungliga låga hållfasthetsvärdena. I kablar skyddas butylgummi i allmänhet av en slitstark och hållfast neoprenmantel.

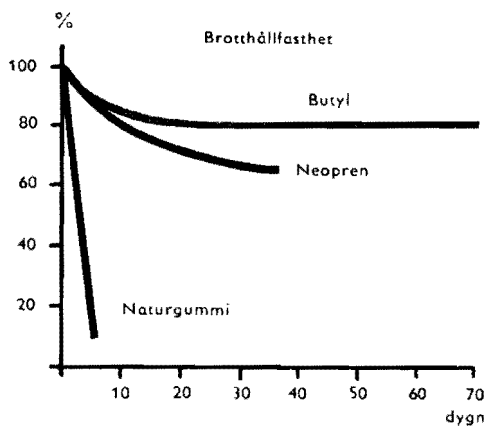


Bild 5.5.2-1.

Varmluftsåldring vid 100° C av natur-, butyl- och neoprengummi.  
Brotthållfasthet i procent av ursprungsvärdet.  
Mätt på ledning enligt SEMKO 8-55

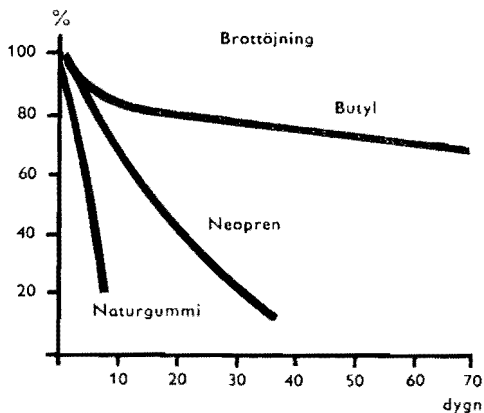


Bild 5.5.2-2.

Varmluftsåldring vid 100° C av natur-, butyl- och neoprengummi.  
Brotttöjning i procent av ursprungsvärdet.  
Mätt på ledning enligt SEMKO 8-55



*Elektriska egenskaper hos butylgummi vid 20° C*

5.5.2.1.3

Resistivitet .....	ohm cm	$10^{15}$ — $10^{16}$
Dielektricitetskonstant vid 1 kHz .....		3,0—4,0
Förlustfaktor vid 1 kHz .....	tg $\delta$	0,001—0,005
Genomslagshållfasthet vid 50 Hz 1 min. prov	kV/mm	ca 30

De elektriska egenskaperna påverkas obetydligt av längre tids förvaring i vatten.

*Fuktabsorption (bild 5.5.2-3)*

5.5.2.1.4

Butylgummits låga fuktabsorption jämfört med naturgummi gör materialet mycket lämpat som isolermaterial.

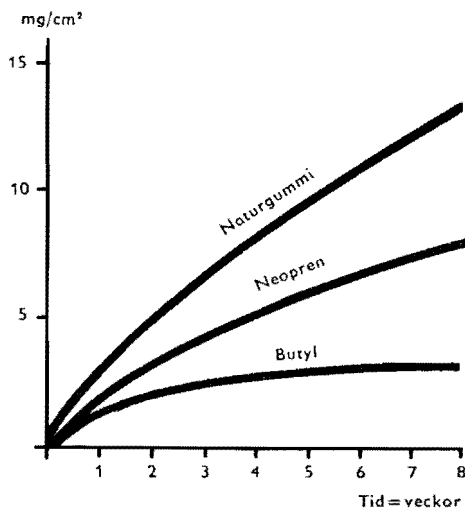


Bild 5.5.2-3.

*Vattenabsorption vid 70° C hos natur-, butyl- och neoprengummi. Utfört med plattor av isolerblandningar (butyl-naturgummi) respektive mantelblandning (neopren)*

5.5.2.1.5 *Åldringsbeständighet (bild 5.5.2-4)*

Butylgummi är synnerligen åldringsbeständigt även vid hög temperatur (100° C) och överträffar i detta avseende vida naturgummi.

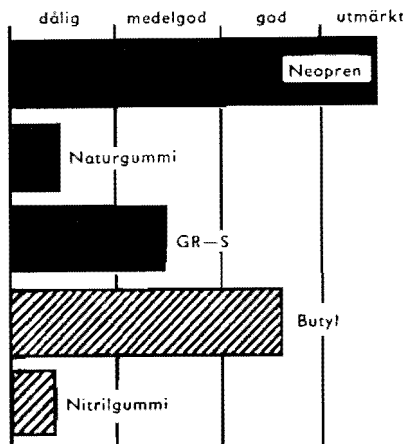


Bild 5.5.2-4.  
Sol- och väderbeständighet för olika gummityper

5.5.2.1.6 *Kemikalieresistens (bild 5.5.2-5)*

Mineraloljor och diverse lösningsmedel förorsakar svällning av både naturgummi och butyl, men butyl är i allmänhet mera motståndskraftigt mot oorganiska kemikalier än naturgummi.

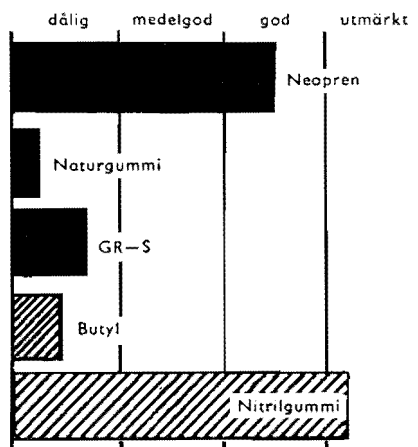


Bild 5.5.2-5.  
Oljebeständighet för olika gummityper

*Eldbeständighet* 5.5.2.1.7

Butylgummi är brännbart.

**Neopren** 5.5.2.2*Termiska egenskaper* 5.5.2.2.1

Neoprenets motståndskraft mot höga temperaturer är jämförbar med butylgummit. Efter längre tids lagring vid låga temperaturer hårdnar neopren, beroende på kristallisation. Sieverts kabelverk använder dock en kvalitet med maximal motståndskraft mot kristallisation. Neopren av standardkvalitet styvnar dock märkbart redan vid  $-20^{\circ}\text{C}$ . Denna uppstyvning sammanhänger ej med kristallisation och försvinner då materialet åter uppvärms. Trots uppstyvningen kan neoprenmantlade kablar användas vid så låga temperaturer som  $-40^{\circ}\text{C}$ .

*Mekaniska egenskaper* 5.5.2.2.2

Neopren har mycket goda mekaniska egenskaper, och används på grund av sin nötningshållfasthet och slitstyrka alltmest i kabelmantlar.

*Elektriska egenskaper hos neopren vid  $20^{\circ}\text{C}$*  5.5.2.2.3

På grund av sin kemiska struktur är neoprenets elektriska egenskaper mindre goda.

Resistivitet .....	ohm cm	$10^{10} - 10^{12}$
Dielektricitetskonstant vid 1 kHz .....		7—10
Förlustfaktor vid 1 kHz .....	tg $\delta$	ca 0,1

Ovanstående värden avser slangblandningar. Specialblandningar avsedda för isolering har bättre elektriska egenskaper, vilka dock erhålls på bekostnad av den mekaniska hållfastheten. De elektriska egenskaperna hos neopren påverkas i högre grad av lagring i vatten än motsvarande hos naturgummi, butylgummi, PV och polyten.

*Åldringsbeständighet* 5.5.2.2.4

Åldringsbeständigheten är mycket god även i tropiskt klimat dvs under inverkan av starkt solljus, ozon och fuktig atmosfär.

### 5.5.2.2.5 *Kemikalieresistens*

Neoprenets motståndskraft mot oljor, lösningsmedel, syror och alkalier är god. Särskilt oljebeständigheten är av stor betydelse för kabelmantlar.

### 5.5.2.2.6 *Eldbeständighet*

Neopren är i motsats till butyl- och naturgummi brandsäkert, så till vida att det ej fortplantar eld, och ledningar ej tidigare uppvärmts till hög temperatur.

### 5.5.2.3 *Kisलगummi (Silikongummi)*

Kablar och ledningar som kontinuerligt utsätts för hög temperatur t ex i elektriska ugnar, spisar o d tillverkas numera i allt större omfattning med isolering av kiselgummi. Den enastående värmebeständigheten hos detta material beror på att kisel ingår i molekylerna.

#### 5.5.2.3.1 *Termiska egenskaper (bild 5.5.2-6)*

Enligt nu gällande bestämmelser får kiselgummiisolerad ledning kontinuerligt användas med en övertemperatur av 150° C, temporärt 170° C, räknat från rumstemperatur 20° ± 5° C. Materialet

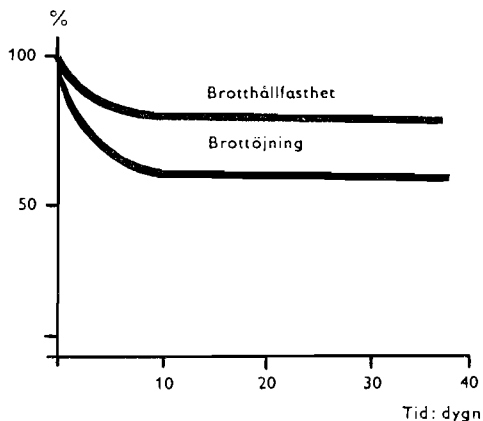


Bild 5.5.2-6.

*Ändring i ursprungsvärdet av brotthållfasthet och brottöjning hos kiselgummi efter åldring vid 200° C*

uthärdar dock under kortare tid upp till 250° C. Vid upphettning till ca 400° C och högre övergår gummit i pulverformig kisel syra, vilken, om ledningen ej rubbas, tjänstgör som ett ypperligt isoler-material i torrt tillstånd. Vid låg temperatur bibehåller kiselgummi sin elasticitet och böjlighet ända ned till - 70° C och kan konti-nuerligt användas vid - 60° C.

### Mekaniska egenskaper

5.5.2.3.2

Kiselgummits hållfasthetsegenskaper vid rumstemperatur är närmast jämfällbara med butylgummits. Vid såväl höga som låga temperaturer är kiselgummi mekaniskt överlägset övriga gummi-typer.

### Elektriska egenskaper hos kiselgummi vid 20° C (bild 5.5.2-7)

5.5.2.3.3

Resistivitet .....	ohm cm	10 <sup>14</sup> —10 <sup>15</sup>
Dielektricitetskonstant vid 1 MHz .....		2,5—3,0
Förlustfaktor vid 1 MHz .....	tgδ	ca 0,002

Dielektricitetskonstant, förlustfaktor och genomslagshållfasthet ändras obetydligt vid temperaturförhöjning. Resistiviteten hos kiselgummi sjunker t ex mycket långsammare vid temperaturförhöjning än hos PV, minskningen i resistivitet vid temperaturförhöjning från 20° C till 50° C är för PV ca 100 ggr men för kiselgummi endast ca 10 ggr.

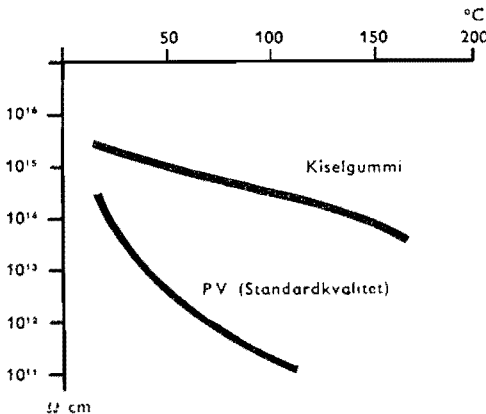


Bild 5.5.2-7. Resistivitetens temperaturberoende hos kiselgummi och PV

#### 5.5.2.3.4 *Åldringsbeständighet (bild 5.5.2-8)*

Åldringsbeständigheten för kiselgummi vid 200° C är ungefär densamma som för naturgummi vid 70° C. Väderbeständigheten är mycket god även i tropiskt klimat.

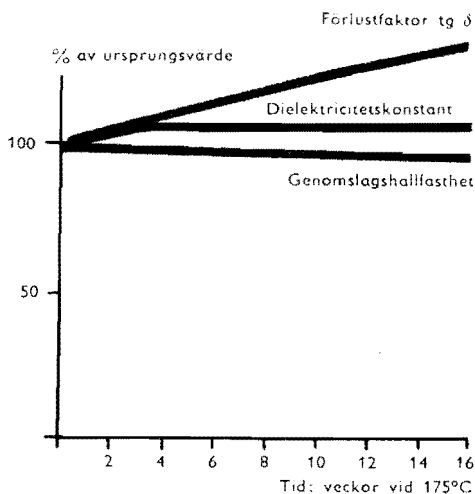


Bild 5.5.2-8.

*Dielektricitetskonstantens, förlustfaktorns och genomslags hållfasthetens förändring hos kiselgummi under åldring vid 175° C*

#### 5.5.2.3.5 *Kemikalieresistens*

Kiselgummi är ytterst beständigt mot ozonangrepp och har god motståndskraft mot ett flertal syror och baser. Organiska lösningsmedel förorsakar svällning av gummit, men efter torkning återtager de sina ursprungliga egenskaper. Motståndskraften mot animaliska och vegetabiliska oljor samt tunga smörjoljor är god.

#### 5.5.2.3.6 *Eldbeständighet*

Kiselgummi fortplantar ej eld samt utmärker sig därigenom att det bibehåller goda isolationsegenskaper även då det utsätts för öppen låga.

## Ingjutning i isolermassa

5.6

Ingjutningsmassor utgörs huvudsakligen av tre typer, fenolharts, polyesterharts och epoxiharts (araldit). Fenoltypen är i allmänhet olämplig för elektroniska apparater och lämnas här ur räkningen.

*Polyesterharts*, som är relativt tunnflytande (sirapsliknande), modifieras genom tillsatser av lämpliga monomer, t e styren, och stelnar antingen vid rumstemperatur eller vid högre temperatur genom tillsats av katalysator och acceleratörer (härdare). Vid noggrann temperaturbehandling är gjutmassan mekaniskt och elektriskt stabil.

*Epoxiharts* har olika viskositet. Tillsats av härdare, vanligen en amin eller sur förening, jämte värme överför dessa hartsar till hårda kroppar. Vissa epoxihartsar härdnar vid rumstemperatur, men samtliga typer av polyester- och epoxihartsar erfordrar dessutom en efterhärdning vid högre temperatur. Krympningen i samband med temperaturbehandlingen minskas genom att man använder minsta möjliga mängd härdare.

Typer som härdnar vid rumstemperatur (kallhärdande) utvecklar i allmänhet värme genom exotermisk reaktion.

Vissa material är olämpliga i samband med hartsgjutningar och skall därför undvikas. Gummi innehållande svavel, vissa typer av fenolharts laminat och exponerad koppar, antingen förhindrar lokal härdning eller missfärgar massan. Koppar och dess föreningar skall täckas genom förtenning (vitkokning), försilvring eller målning.

Vid ingjutning av detaljer skall tillses att massans temperaturutvidgningssegenskaper inte menligt inverkar på komponenterna.

Elektronrör skall icke ingjutas.

Vid ingjutning tillses att värmen leds bort från inbäddade värmeledande komponenter, exempelvis genom metall-ledning.

Gjutna enheter typprovas genom temperaturchockprovning (+ 85° C till - 40° C) med minst 10 cykler. Sprickbildning får icke förekomma vid godkänt prov.

Efter temperaturchockprovningen kontrolleras enheterna genom ett fuktprov (+ 55° C, 100 % rel fukthalt, 72 timmar). Vid kontroll av enheten får någon försämring av egenskaperna (isolationsresistansen) icke godtas.

## 5.7 **Metaller**

### 5.7.1 **Korrosion**

Använd icke metaller i kontakt med varandra, där korrosion kan tänkas uppträda. Se vidare kap 6.

### 5.7.2 **Järn och stål**

Dessa metaller används endast där fordran på elektromagnetisk funktion och på mekanisk hållfasthet föreligger.

Gjutjärn skall normalt icke användas. Ståldetaljer skall vara ytbehandlade mot korrosion.

### 5.7.3 **Zink**

Den mekaniska hållfastheten hos pressgjuten zink försämras med tiden. Zink bör därför icke användas på platser där hållfastheten är av betydelse.

### 5.7.4 **Magnesium**

Användning av magnesiummaterial erfordrar godkännande av beställaren.

### 5.7.5 **Stålfjädrar**

Stålfjädrar skall vara behandlade mot vätesprödhet.

### 5.7.6 **Beryllium-kopparfjädrar**

Beryllium-kopparfjädrar skall värmebehandlas till föreskriven temperatur.



**Textilier** 5.8

Textilmaterial skall vara krympt före tillverkningen eller också skall utrymme lämnas för krympning. I varje fall skall passning vara för handen både före blötläggning i vattenledningsvatten vid rumstemperatur och efter torkning i rumstemperatur.

**Smörjmedel** 5.9

Lista över godkända smörjmedel erhålls från beställaren. Smörjmedel skall fungera tillfredsställande vid  $-40^{\circ}\text{C}$ .

**Övrigt** 5.10**Kylvätskor** 5.10.1

Kylvätskor skall ha hög flampunkt och icke avge toxiska gaser. Vidare skall de vara kemiskt neutrala till omgivande delar (värmväxlare och rör).

**Transformatorolja** 5.10.2

Transformatorolja kontrolleras enligt SEN 14-02/1952 Kvalitetsbestämmelser för transformatorolja i leveranstillstånd.

