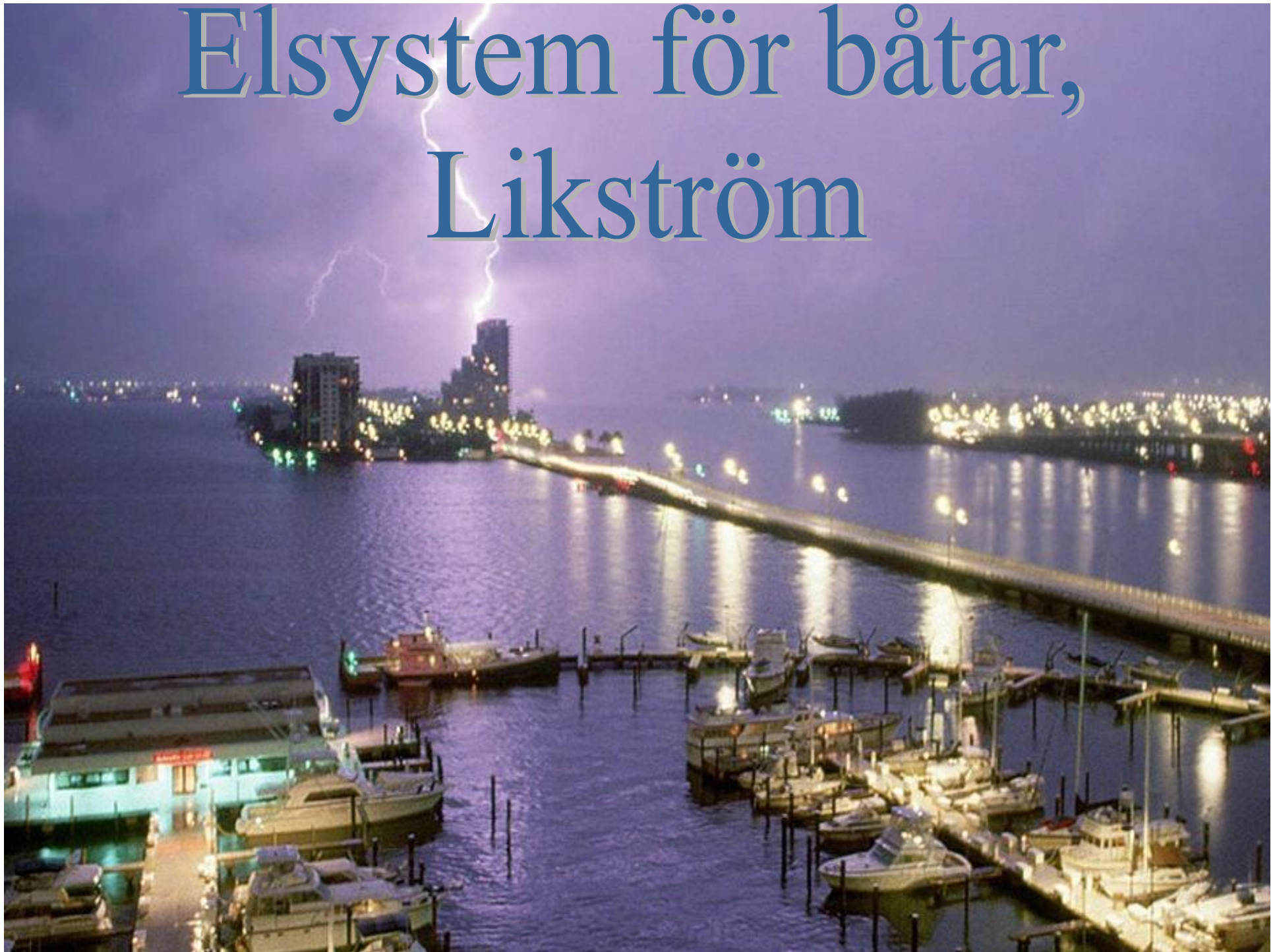
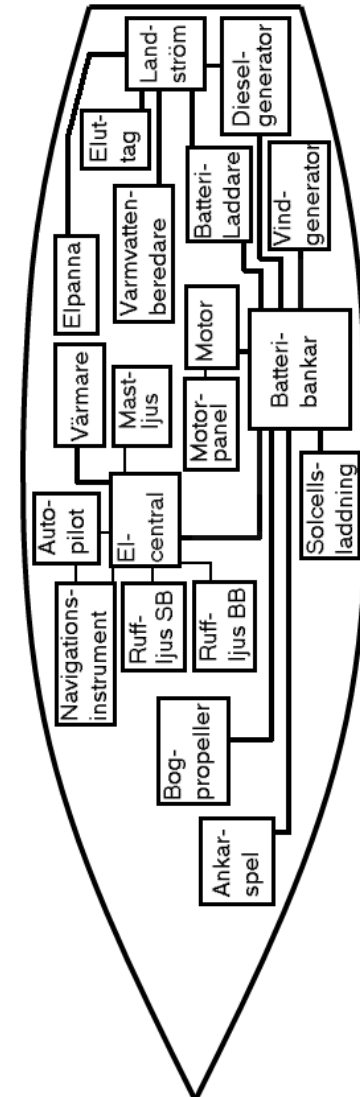


# Elsystem för båtar, Likström



# Nytt elsystem, hur?

- Skissa upp båten med sina elgrejor. BÖRJA RITA KRETSSCHEMA
- Glöm inte jordningarna och minus-12VDC
- Galvaniska delsystem
- Skall de med hög förbrukning bytas?
- Bedöm förbrukning och användningstid samt tid i hamn och ladd-tid
- Bedöm batterikapacitetsbehov
- Placera batteribank(ar) med batterisäkring(ar)
- Bedöm laddkapacitet för laddare och solceller
- Placera laddare och solceller
- Rita kretsschemor för all utrustning och deras anslutningar.
- Gå igenom vilka kablar som behövs, antal, grovlek
- Se ut vägar att dra kablar och kablar som kan behållas
- Summera ny kabeldragning och polskor mm.
- Välj elpanel: enpolig eller tvåpolig, standard eller platsanpassad, en eller flera?
- Välj säkringsstorlek
- Placera ut alla grejor om de skall flyttas
- Dra alla nya kablar och skarva proffsigt vid behov.
- Anslut och prova allt
- FÄDIGSTÄLL KRETSSCEMA

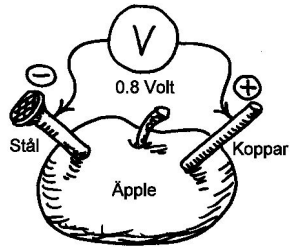


M. Sterky

# Glöm inte jordningarna. Dokumentera dem!

- Ekvipotentialojordningar (Bonding)
- Åskskyddsjord
- 12V minus
- Skyddsjord för Landström
- Offeranod-jordningar
- Skrovjord
- Båtjord

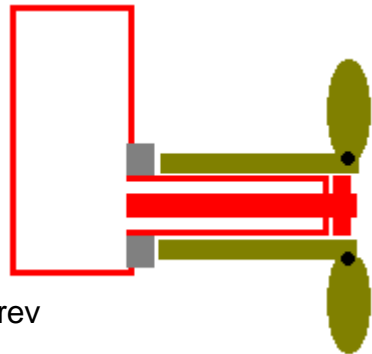
# Galvaniska delsystem



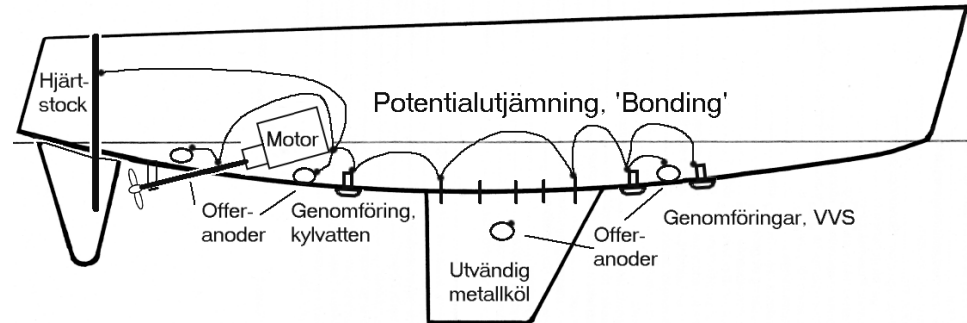
- Det galvaniska elementet



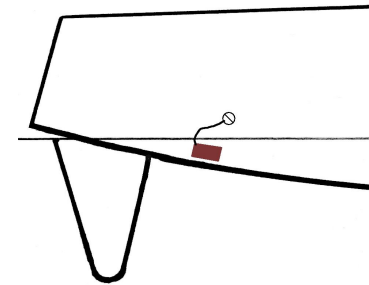
- Motor-propeller



- Propeller – drev

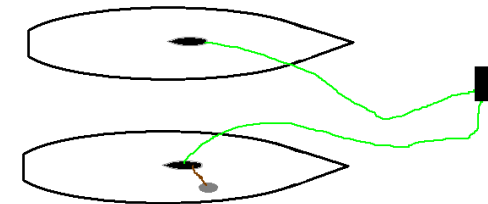


- Köl – bordsgenomföringar



- Båtens skyddsjord (Landström)

- Grannbåtens skyddsjord (Landström)



# Skall apparater med hög förbrukning bytas?

## FÖRBRUKNINGSMINSKNING

§ LED-belysning Maxi 999: Glödljus 20 Ampere max, LED 2 Ampere max (kväll medel, LED 0,5A)

§ Bilradio: Modern med MP3 osv. 2-4 A. Gammal, tapedäck, men bra, 1 A

§ Dator: Medelstor modern laptop med LCD, 2-4 A. Netbook med LED, c:a 1 A

§ KYL: Gammal dåligt isolerad med luftfläkt till vattenkyld välisolerad, 3 ggr mindre, neråt 1 A/h

§ Vindinstrument, ekolod, logg, autopilot, totalt c:a 0,5 A i hamn

§ Värmare: 3kW diesel, luft 3A, 3kW diesel, vatten 2A, 2.5 kW fotogen, Luft, 1A

## SOLCELLSLADDNING

§ Ovanstående besparingar under dagtid motsvarar Solpanel på c:a 5 A, dvs minst 75 W

## Bedöm förbrukning och användningstid

Förbrukare	An- tal	Ampere/s t	Tim/segel- dygn	Ah/ segel- dygn	Tim/hamn- dygn	Ah/ hamn- dygn
Ruffbelysning	3	-3	2	-18	4	-36
Radio	1	-2	1	-2	4	-8
VHF	1	-0,3	6	-1,8	2	-0,6
Kylfack	1	-1	24	-24	24	-24
Värmare	1	-2	2	-4	4	-8
Lanternor	3	-1,5	10	-45	0	0
Plotter	1	-0,5	5	-2,5	5	-2,5
Autopilot	1	0,3	24	7,2	0	0
<b>Summa förbrukning</b>				-90,1		-79,1
Motorgång, 35A generator, dum laddreglering	1	15	2	30	1	15
Solceller, 60W, 15V	2	4	4	32	4	32
Landströmsladd, 15 A	1	10	0	0	0	0
<b>Summa laddning</b>				62		47
<b>Netto</b>				-28,1		-32,1

# Bedöm batterikapacitetsbehov

- Utgå från dygnsförbrukning (Ah) minus solcellsladdning
- Tredubbla detta antal Ah (marin/fritids). Eller:
- Dubbla det för djupurladdnings/Gel/AGM.
  
- Startbatterier, konventionella: Hög ström in/ut. Åldras fort av djupurladdning
- Fritids/Marinbatterier: Kompromiss halvhög ström in/ut och djupurladdningstålighet
- Truckbatterier: Måttlig ström in/ut, bra upprepad djupurladdning.
- AGM: Stor ström in/ut, skaplig djupurladdning, tål skakning mycket bra. Lite syra, känsliga för rätt laddning.
- GEL: Bra djupurladdning, ej stor ström in /ut, tål inte skakningar så bra
- Spirallindade AGM extra stor ström in/ut.
  
- Calcium/Calcium med ventilreglering: underhållsfria men tål ej missbruk (kan ej fyllas på)
  
- Välj batterityp-storlek-antal. Konventionella påfyllbara är billigast och tyngst
- För stora bogpropellrar kan eget högkapacitetsbatteri med egen laddkrets (från allmänna banken) vara lämpligt. Kanske även för stora ankarspel.
- Kolla att typen klarar stötar på planande båtar.
  
- Välj om eget startbatteri behövs. Om gemensam bank – batteriskydd
- Välj typ av bankseparering: Relä, schottkydiod, manuellt, eller sofistikerat
  
- Val placering i båten map: batterilåda fastsättning, ventilation och  
TEMPERATUR: Laddspänning typiskt 13.8 volt vid 50grader, 15,8 vid minus 20
  
- Se ut och placera batterisäkring och huvudbrytare samt motsvarande kablage
  
- Om batterityper mm: [http://www.xpnd.se/pdf/Batterier\\_laddning\\_rev4.pdf](http://www.xpnd.se/pdf/Batterier_laddning_rev4.pdf)

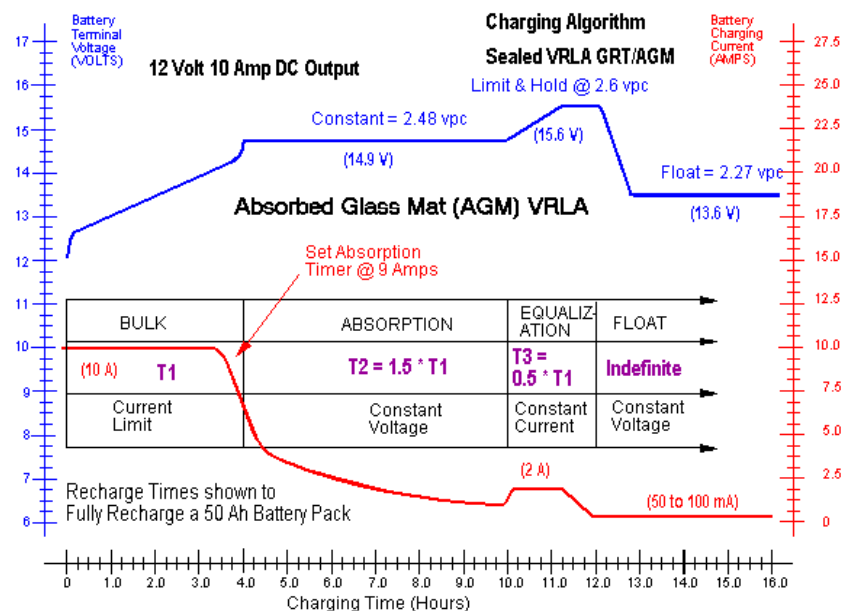
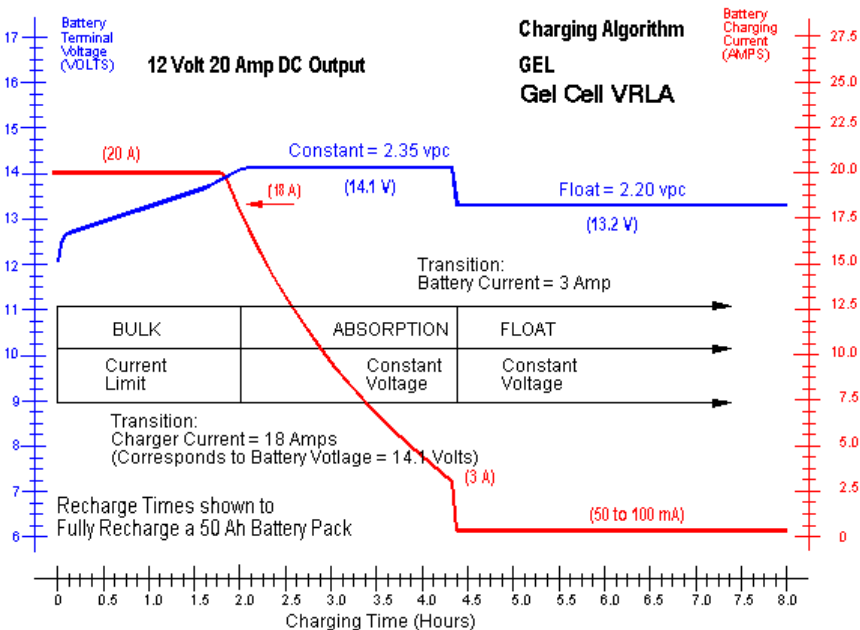
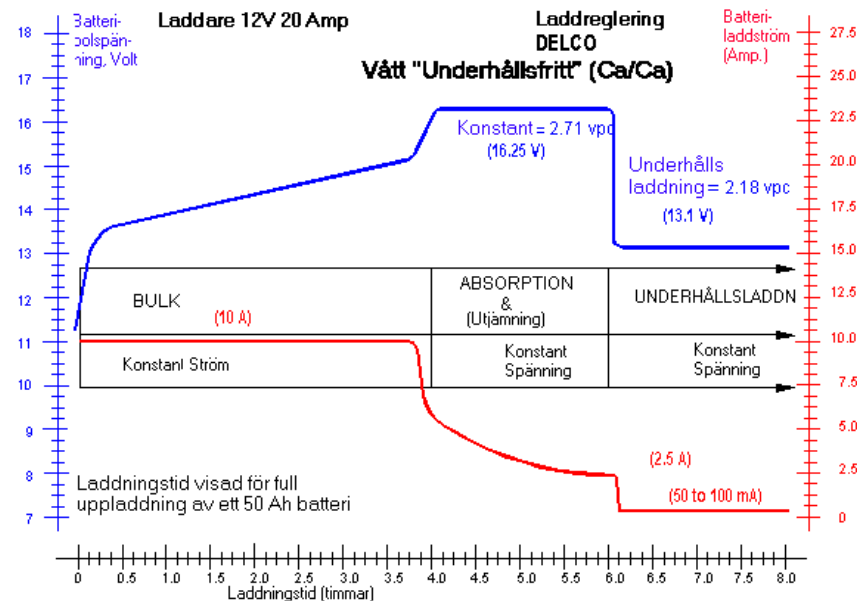
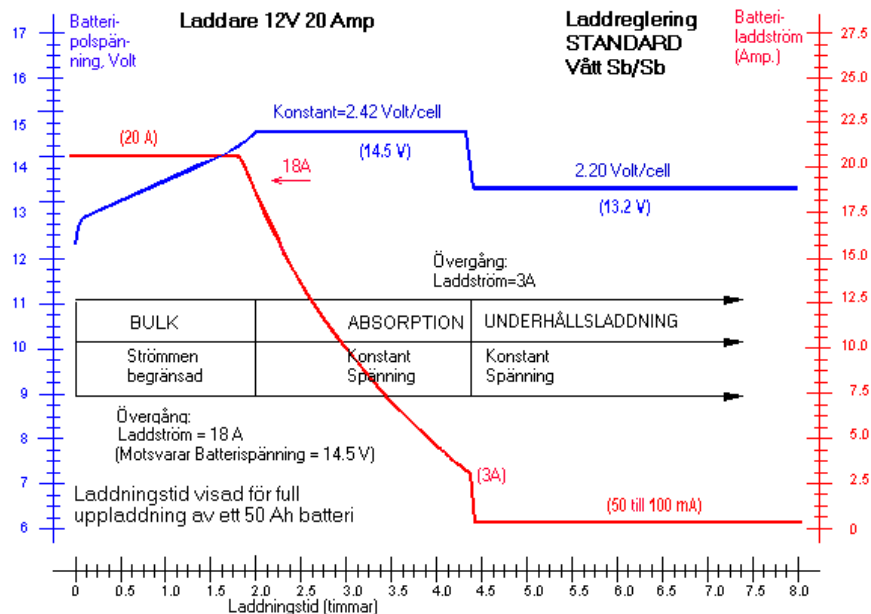


# Bedöm laddkapacitet för laddare och solceller

- **Laddkapacitet** : 10 – 30 % av bankens storlek /timme (Bank = 150 Ah har Laddare = 15-45 Ampere)
- Vanliga marina **motorgeneratorer** ger en max laddspänning typ 14.5 Volt, och det är sen batteribanken som lapar I sig ström utifrån sin laddstatus. Då hjälper INTE överstora generatorer vid normal gång, endast vid tomgångsladdning.
- **Speciella laddregulatorer för motorgeneratorer** finns, men är ofta svåra att installera och kan ev. skada generatorerna pga överhettning.
- **Landströmsladdare** för båtar har oftast smartare laddreglering med temperaturkänslig laddspänning mm. och kan ladda lite effektivare än motorgeneratorn, även vid lägre “maxkapacitet”
- Bl.a. **Ctek** har nu en **kombi-enhet** mellan laddfördelning och intelligent laddning. (Startbatteriet får huvudladdning från motorgeneratorn – förbrukarbankladdningen får effekten från startbatteriet då motorn går.
- **Solceller** kan beräknas ge ungefär 75% av sitt max under 8 timmar en solig sommardag (I snitt) MED passning av riktning. UTAN blir det kanske 60% under 6 timmar (fast placering och skuggor)
- **Vindgeneratorer** bra under segel. Tveksamma I hamn, då man väljer läplatser.



# Laddprincip, olika batterityper



## Gå igenom vilka kablar som behövs, antal, grovlek

Välj alltid förtenta kardeler (t.ex. Skyllermarks sortiment) med ”dubbel” isolering (Ej endast PVC)

Se dimensioneringstabeller för max 0,1-0,2 V spänningsfall, eller:

### Grundtips:

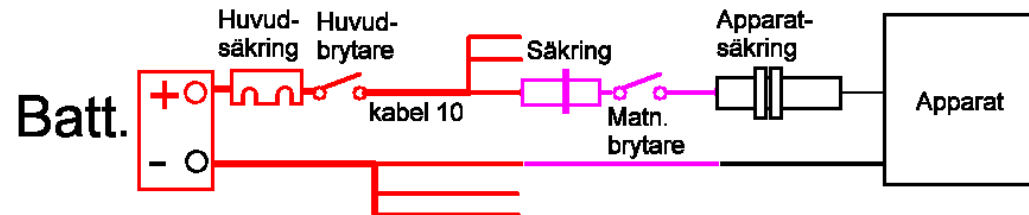
- |  |                           |
|--|---------------------------|
| • Kabel för enbart belysning: 1.5 mm <sup>2</sup> ,  | Säkring max 8 Amp         |
| • Kabel för annat : 2.5 mm <sup>2</sup> (framtida flexibilitet),   | Säkring max 10 Amp        |
| • Kabel för värmare med glödtändning, 10mm <sup>2</sup> ,  | Säkring max 25 Amp        |
| • Kabel mellan batterier och elcentraler 16 mm <sup>2</sup> ,  | Säkring max 50 Amp        |
| • Kabel mellan Motorgenerator och batteri 16-30 mm <sup>2</sup> ,  | Säkring max 50-100 Amp    |
| • Kabel till solceller 6 mm <sup>2</sup> ,   | Säkring max 20 Amp        |
| • Kablar till landströmsladdare, enligt tillverkarens rekommendationer eller om de saknas: (Max antal ampere)/3, minst 4 mm <sup>2</sup> , | Säkring max som ovan      |
| • Kablar mellan batteribank och startmotor 50-100 mm <sup>2</sup> ,  | Huvudsäkring 150-300 Amp  |
| • Kabel mellan batterier och ankarspel, bogpropellrar, startmotor etc. Enligt tillverkarnas rekommendationer.                              | Enligt tillverkarens rek. |

Räkna igenom hur många och hur tjocka likströmskablar som går mellan olika ställe i båten. Lägg samman dem och se hur stora rör som behövs för att dra dem i rör. ”Fyll” bara måttligt så det går lätt att dra igenom dem.

**OBS:** landströmskablar 230 VAC skall vara minst 1.5 mm<sup>2</sup> vid säkring 10A, ha förstärkt isolering och måste separeras t.ex. i egna rör.

I motorrum skall kablarna ha temperaturlågligare isolering och mera ledningsarea. Kablar anslutna till vibrerande motorer skall vara extra mångtrådiga.

# Välj avsäkring



Säkringar skall skydda ledningar och apparater,  
 Vissa apparater skall behålla egen säkring,  
 Matningar utan brytare kan ha egen säkringscentral

Säkring efter ledningsarea, rekommendationer  
 Direktanslutningar till batteri skall avsäkras

Cross-sectional area mm <sup>2</sup>	Maximum continuous current-carrying capacity, in amperes, for single conductors at insulation temperature ratings						Minimum number of strands	
	60 °C	70 °C	85 °C to 90 °C	105 °C	125 °C	200 °C	Type A	Type B
0,75	6	10	12	16	20	25	16	—
1	8	14	18	20	25	35	16	—
1,5	12	18	21	25	30	40	19	26
2,5	17	25	30	35	40	45	19	41
4	22	35	40	45	50	55	19	65
6	29	45	50	60	70	75	19	105
10	40	65	70	90	100	120	19	168
16	54	90	100	130	150	170	37	266
25	71	120	140	170	185	200	49	420
35	87	160	185	210	225	240	127	665
50	105	210	230	270	300	325	127	1 064
70	135	265	285	330	360	375	127	1 323
95	165	310	330	390	410	430	259	1 666
120	190	360	400	450	480	520	418	2 107
150	220	380	430	475	520	560	418	2 107

Conductors with at least Type A stranding shall be used for general wiring of the craft. Conductors with Type B stranding shall be used for any wiring where frequent flexing is involved during use.

NOTE Conductor current ratings may be interpolated for cross-sectional areas between those shown above.

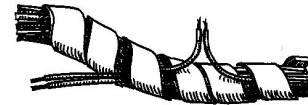
# Planera vägar att dra kablar

Använd PVCkabelrör, raka eller flexibla.

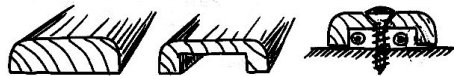
(borra i lågpunkterna)



Slitsade kan användas på existerande kablar.



Vissa dragningar kan göras under u-formade trälistor i rätt träslag.



Dra ej kablar/kabelrör:

- i kölsvinet,
- ovanför bensinmotorer/bränsletankar,
- i närhet av avgasrör

Se efter hur de praktiskt skall dras och fästas (klamras fast) i båten

Om “nakna” kablar passerar skott skall skavskydd ordnas.

För de längsta rören kan det vara lättast att dra kablarna genom rören INNAN rören fästs i båten.

# Summera ny kabeldragning och polskor mm.

Räkna igenom hur mycket kabel som skall köpas

Hur många kabelskor och skarvar skall anskaffas:

- grova kabelskor :
- normala, för torr placering :
- normala , för fuktig placering (Biltema, ELFA, med krympplast och smältlim)



Hur mycket och hur grova kabelklammor går åt? (Byte av spik mot syrafast skruv?)



**Förbindning kabelsko-kabel skall klara viss minimikraft! ÖVA!**

# Skaffa verktyg och hjälpmaterial

Eltång



Kabelskotång normal



(Kabelskotång) eller -press



(Kabelsax)



Varmluftspistol



Butylgummitejp  
(vulktape)



Krympslang



Buntband, losstagbara



(Smältlimspistol)



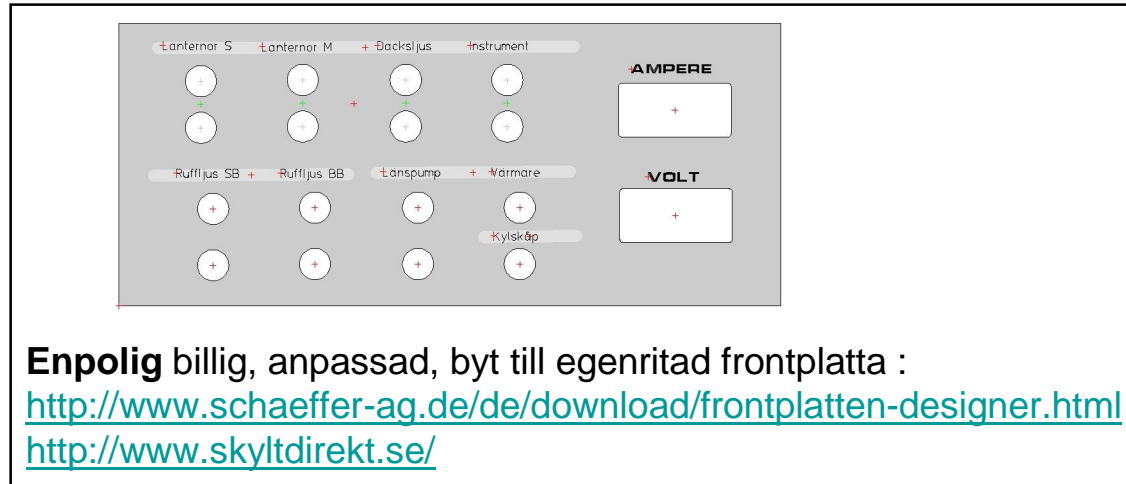
(Dragtråd för ledningar i rör)



(Elrörsböjare)



# Välj elpanel: enpolig eller tvåpolig, standard eller platsanpassad, en eller flera?



**FLERA PANELER?**

Kanske skall egen elpanel för belysning och sittbrunnsutrustning sitta vid rufföppningen och ha vattentålig front?

Och en annan panel vid navbordet?



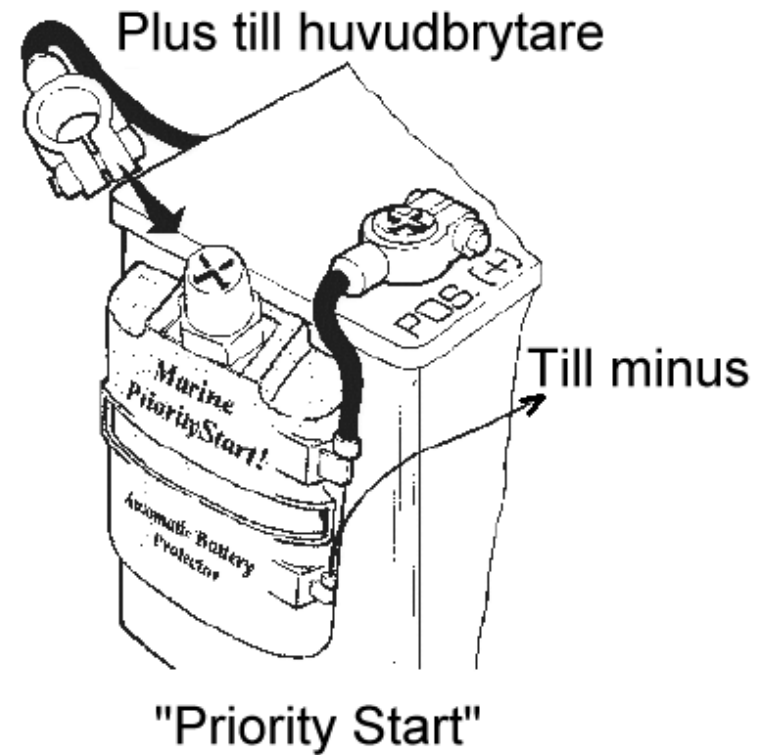
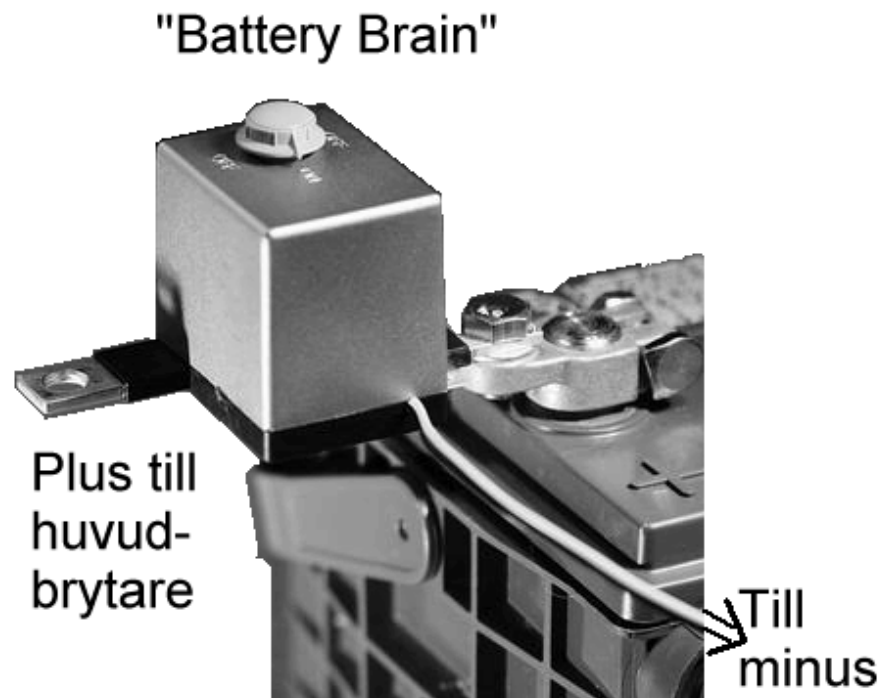
Montera alla enheter på sina platser

Dra alla nya kablar och skarva proffsigt vid behov.

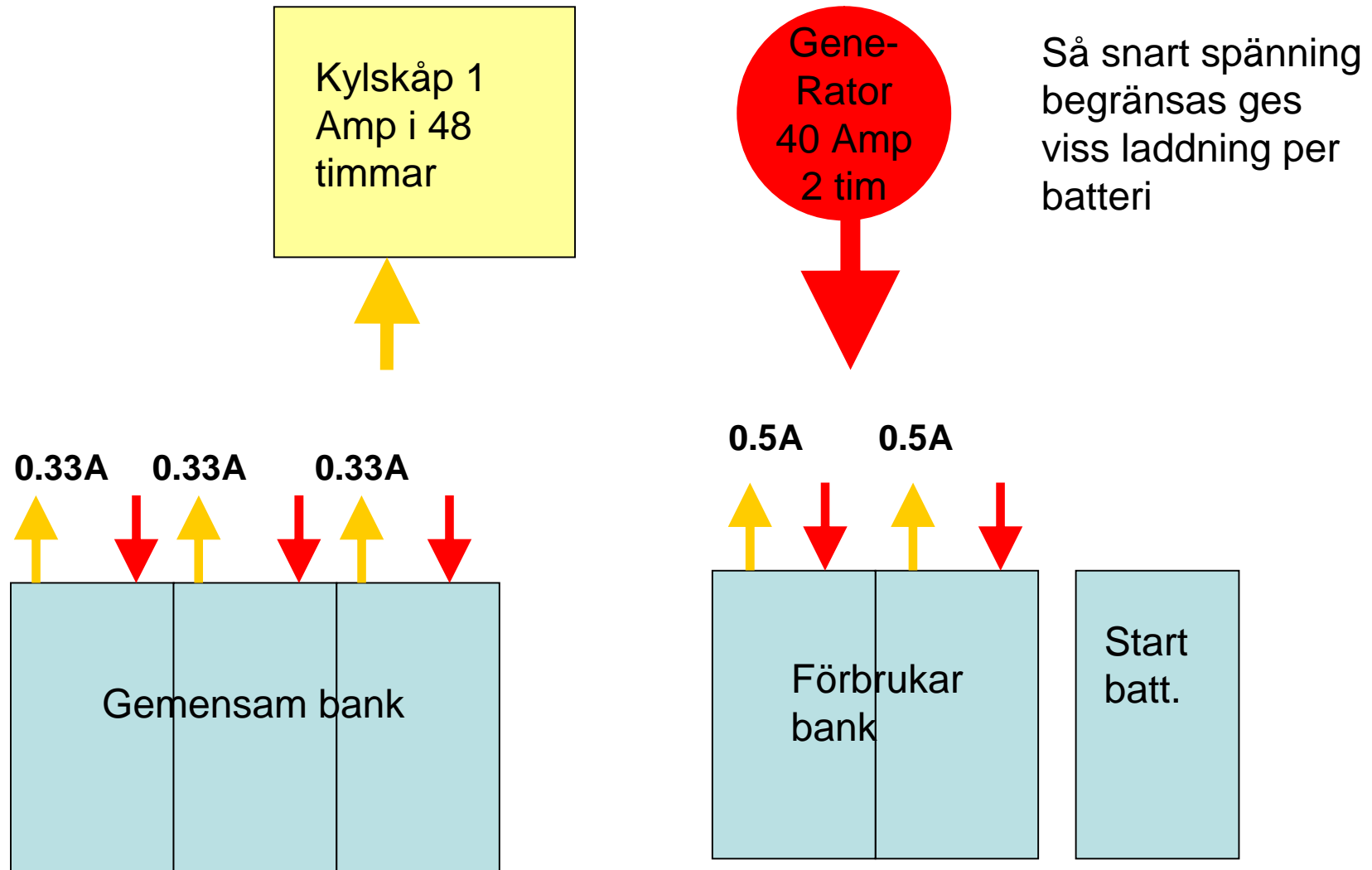
Anslut och prova allt

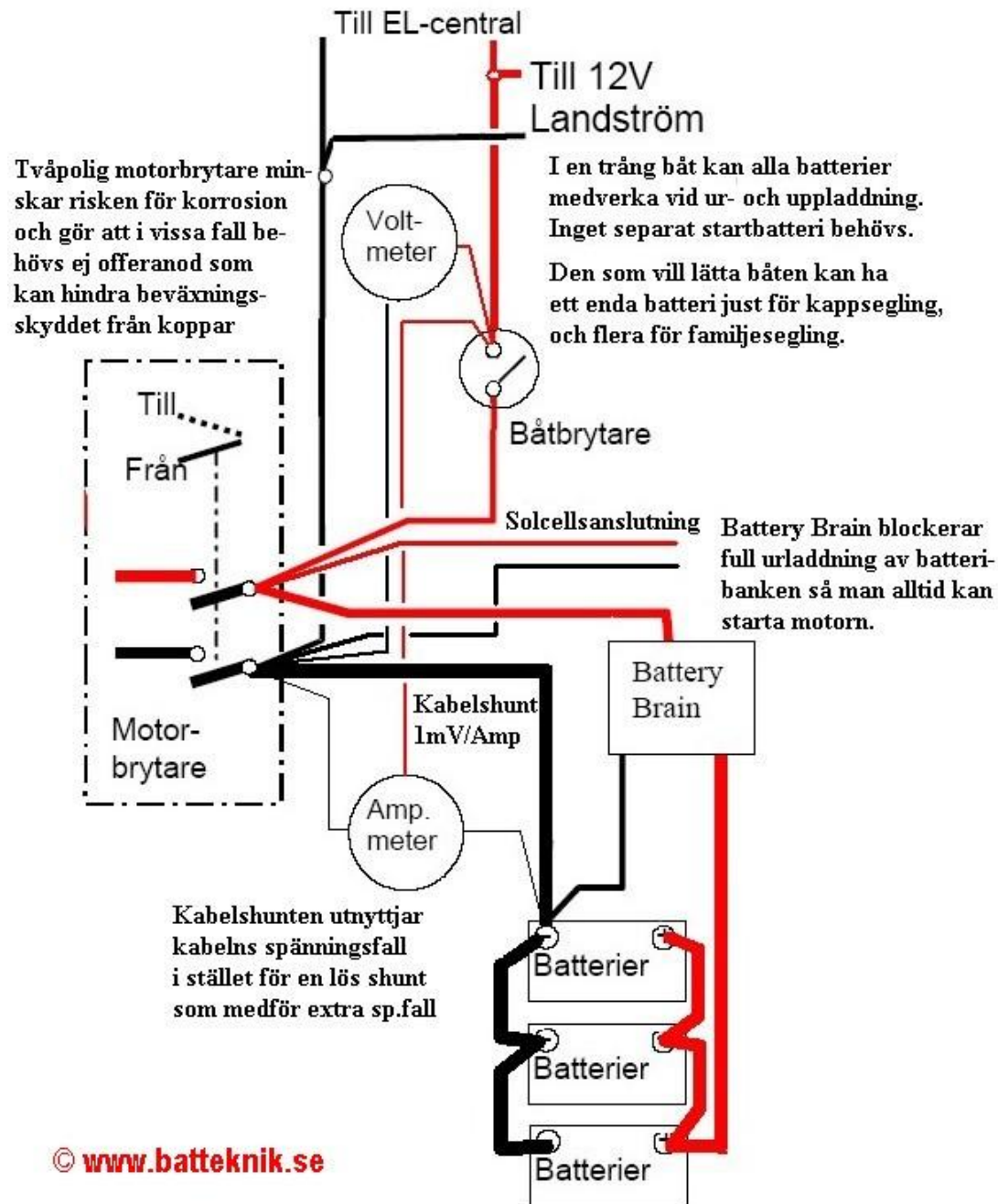
**FÄDIGSTÄLL KRETSSCEMA**

# Underspanningskydd



# Jämförelse, delad / gemensam bank





- En enda bank ger ett enkelt schema

# ISO 10133 Likström

- **Elsystemet** skall antingen:
- - vara utfört med alla **minusledare isolerade från jord**, dvs. vattnet och alla delar som har vattenkontakt och isolerat från landströmsanslutningens skyddsjord
- - eller vara utfört som ett tvåledarsystem med **minusledarna anslutna till jord**, dvs. till något metallföremål (jordplatta, utvändig metalköl, propelleraxel etc.) som har direktkontakt med vattnet.
- Om man försett båten med **potentialutjämnande förbindningar** mellan vattenberörda metalledar så skall de vara i förbindning med varandra och med vattnet.

# Strömbrytare, ledare, likström

- **Strömbrytare och reglage** skall vara tydligt märkta om det inte är intuitivt klart vad de används till och att det inte kan uppstå fara om de används fel.
- **Ledare från batteri** till startmotor, generatorer och likströmsladdare med inbyggd strömbegränsning samt ledare till elcentraler behöver inte ha egna säkringar, om en noggrann kabelinstallation med god isolering, nötningskydd och mekaniskt fastsättning (specificeras i standarden) gör att kortslutningar inte kan inträffa.
- Alla övriga spänningsmatningar skall ha **säkringar eller automatsäkringar** som inte kan tvingas i till-läge vid överström. De skall dimensioneras så att de skyddar de matande ledarna vad gäller ledningsarean samt i förekommande fall även skyddar den apparat som matas.

# Säkringssystem och fastsättning , likström

- **Säkringssystemet** skall vara uppbyggt med selektivitet dvs. så att ett fel bara löser ut den felande kretsen och inte annat.
- 12V-apparater som används skall fungera mellan 10.5 volt och 15.5 volt
- Normen kräver att spänningsfall i ledare inte får vara större än 10% (men det är i praktiken olämpligt högt)
- **Batterier** skall vara permanent och stadig fastsatta i ventilerat utrymme ovanför normal slagvattennivå. (Det behövs inga jätteöppningar för att skapa denna ventilation, jämför med hur de vanliga batterilådorna av plast är utförda.) De skall tåla 30 graders lutning utan syraspill och på seglande enskrovsbåtar skall de sitta i batteriboxar som tar hand om syraspill upp till 45 graders krängning.
- Man skall inte ha batterier under eller över bränsletankar och om metallbränsleledningar finns i närheten skall de isoleras.
- Kabelanslutningar skall inte vara fjäderbelastade för att uppnå kontakt.



# Batterianslutning , likström

- **Huvudbrytare** för batterier skall sitta på plusledaren och var lätt tillgänglig. Den skall tåla den maximala ström som kan tas ut, t.ex. startmotorströmmen. (Man kan i vissa fall även ha tvåpolig brytare eller en ytterligare minusbrytare.) Vissa apparater kan vara anslutna direkt till batteriet utan att gå via huvudbrytaren utan via egen säkring, nämligen länsypump, elektronik med minne, motorrumsfläkt, larm, solpaneler, landströmsladdare, vindgeneratorer.

# Ledare , likström

- **Elektriska ledare** (bör vara förtenta, men det är inte normkrav i sig) skall ha en isolering som är självslocknande och antingen vara dragna i kanaler eller rör, eller ha stöd var 300:e mm.
- Mantlade kablar och batterikablar skall också ha stöd var 300:e mm fast anslutande del mot batteriet kan ha 1 m fri längd. Andra mantlade kablar behöver stöd var 450:e mm.
- De skall ha extra skydd vid passage av skott eller där man kan befara annan nötning och de skall inte gå i utrymmen nära slagvatten samt ej dragas nära risk för heta avgasrör som kan skada isoleringen.
- **Om ledare måste dras i slagvattenområden** skall man ha vattentäta skarvboxar (IP67) och skarvarna får inte vara under högsta tänkbara slagvattennivå.
- **Man skall inte använda klenare areor än 1 mm<sup>2</sup>**, eller i vissa fall i mångledare 0.75 mm<sup>2</sup>. (Utöver normkraven är det däremot olämpligt att ha klenare area på ledare än 1.5 mm<sup>2</sup> av hanteringsskäl)

# Mera ledare... , likström

- **Man skall inte ha 230V växelströmskablar i samma rör eller kanaler som 12VDC-kablage, om man inte följer normens anvisningar om fysiska separationer eller avstånd på 100 mm.**
- **Kablaget skall ha kännetecken** som gör att man kan identifiera vad det används till och särskilda färger är reserverade för vissa funktioner:
- grönt eller gröngult används till landströmmens skyddsjord samt båtens potentialutjämningsledare.
- 12V- är svart eller gul. Om landström finns där svart är spänningsförande, skall 12V- vara gul.
- 12V+ kan utnyttja olika färger som inte är reserverade ovan, bara kretsschemat förklarar vilka de är. (Rött är vanligast)
- För landström är svart eller brunt spänningsförande. Vit eller ljusblå är den neutrala spänningsledare och grön eller gulgrön är skyddsjord.
- Man skall inte använda bruna, vita eller ljusblåa ledare för 12V-systemet i en båt där landströmmens 230V-system har dessa färger.
- **Ledare i motorrum skall ha isolering som tål 70 grader**, vara beräknade för så hög temperatur (denna boks tabeller ger tillräcklig sådan marginal) samt vara extra mångtrådiga för att klara vibrationer.

# Elcentraler och anslutningar, likström

- **Elcentraler** skall monteras så de är lättåtkomliga och även anslutningarna skall gå att komma åt. Om de är i våt miljö skall de vara vattentäta (IP67). De skall märkas med vilken spänning de har. Separata elcentraler, eller avskilda delar av en och samma elcentral skall användas för 12Vdc och för 230Vvx. Det skall finnas kretsschema ombord som visar kretsar, komponenter och ledare.
- **Anslutningar och förbindningar** skall bara finnas i väderskydd inombords, eller i täta kopplingsställen (IP55). Om de sitter ute med tidvis överspolning skall de vara vattentäta (IP67). Ledaranslutningar skall ha kabelskor som är gjorda så de inte lossar även om en skruvanslutning är lite lös. Direkt klämning av en ledare med en skruv är inte tillåtet. Metallerna i dessa anslutningar och kabelskor får inte vara av opläterat järn eller aluminium.
- Man kan använda flatstiftsanslutningar eller liknande som bygger på friktion för anslutningar under 20A, om den klarar att hålla ihop vid en dragkraft på 20 N. Så kallade kabelmuttrar är inte tillåtet.
- Skaften på kabelskor skall skyddas mot oavsiktlig kortslutning genom plasthylsor eller skyddsplattor.
- (Kabelskor etc. på ledare skall klara dragkrafter som redovisas i kabelvalstabellerna i slutet av boken)

# Kontaktdon och utföranden , likström

- **Kontaktdon** etc. får inte vara förväxlingsbara med de för växelström och skall vara vattenskyddade om de sitter utvärtes eller där det kan finnas t.ex. slagvatten
- I utrymmen där det kan finnas **eldfarliga gaser eller ångor** får endast sådan elektrisk utrustning installeras som har skydd mot att ev. interna gnistor kommer i kontakt med omgivningen. (Ex-kapslade och/eller gnistskyddat utförande)