

**ELSÄKERHETSEXAMEN 2**  
**20.4.2017**  
**SVARSSERIE**

Examen består av två delar.

**För avlagd examen krävs separat för båda delar ca 2/3 av det maximala poängtalet.**

Besvara alternativuppgifterna genom att anteckna

- +              om du anser att påståendet är rätt, och
- om du anser att påståendet är fel, eller
- ingenting, om du är osäker på påståendets riktighet.

Alternativ- och kompletteringsuppgifterna bedöms så, att för rätt svar får du 2 poäng/påstående. **Svarar du fel på påståendet eller kompletteringsuppgiften, får du en felpoäng.** För tomt streck får du 0 poäng.

För skriftliga uppgifter och räkneuppgifter får du för helt rätt svar det poängtal som finns inom parentes bredvid uppgiften.

I skriftliga uppgifter räcker det inte med att endast hänvisa till någon paragraf i bestämmelserna.

För att avlägga examen behöver du ca 2/3 av det maximala poängtalet.

Examensfrågorna har avfattats ur den utgångspunkten att de besvaras enligt kraven i de publikationer som ingår i examenskraven. Det är skäl att fästa uppmärksamhet vid orden **alltid** och **minst**, vilka kan ändra på påståendets innehåll.

De publikationer som ingår i examenskraven får vara framme vid tillfället. Ytterligare får man använda litteratur och annat material som gäller branschen, dock inte beräkningsexempel eller uppgiftsserier från tidigare examina. En dator får inte användas under examen.

Namn \_\_\_\_\_

(Vänligen texta)

Födelsetid \_\_\_\_\_

Adress och telefon \_\_\_\_\_

Underskrift \_\_\_\_\_

**DEL I: Uppgifterna 1 – 9****Max. poängtalet: 56.****Minsta poängtalet som krävs för avlagd examen: 37****1. Besvara följande påståenden enligt anvisningarna på framsidan.**

- + För en anläggning av elanläggningsklass 2d krävs ett underhållsprogram för upprätthållande av elsäkerheten.
- När en del av ett bostadshus består av en affärslokal vilken som skyddsanordning har ett överströmsskydd med märkström på 35 A, ska på elanläggningen i affärslokalen utföras en periodisk besiktning.
- + Samma person får vara utsedd till ledare av elarbeten för högst tre verksamhetsutövare samtidigt.  
(EsL 1135/2016; 48, 49 och 58 §)

**2. En elentreprenör har utfört elinstallationerna i ett nytt kontorshus vilket som skyddsanordning har ett överströmsskydd med märkström på 63 A. I så fall**

- + ska på elanläggningen utföras en ibruktagningsbesiktning.
- ska på elanläggningen utföras en certifieringsbesiktning innan anläggningen tas i bruk för sitt egentliga bruksändamål.
- + ska den som utför en certifieringsbesiktning ska på huvudcentralen eller på motsvarande ställe fästa en besiktningsdekal.  
(EsL 1135/2016: 43, 45 och 46 §; SRf 1431/2016, 3 och 4 §)

**3. Som övervakare av elsäkerheten under tiden arbete utförs kan vara en person**

- + som arbetar som företagets ledare för elarbeten.
- + som i enlighet med förordningar är kapabel att självständigt utföra elarbeten inom sin egen bransch.
- som är en studerande inom elbranschen och ännu inte har någon erfarenhet av elbranschen.

*(SFS 6002/Bilaga X.6, X.4)*

**4. För en industrifastighet vars anslutningseffekt överskrider 1 600 kVA**

+ ska utses en driftsledare. (ESL 1135/2016, 60 §)

+ ska ändringsarbete av elinstallationer alltid genomgå en ibruktagningsbesiktning.  
(ESL 1135/2016, 43 §)

- ska ändringsarbete av elinstallationer alltid genomgå en certifieringsbesiktning.  
(ESL 1135/2016, 45 § och SRf 1434/2016, 6 §)

**5. Att byta en greppsäkring med spänning är inte typiskt men ibland nödvändigt, t.ex. i allmänna distributionsnät. Vilka förutsättningar sätts på arbetet? (8 poäng)**

Det är orimligt svårt att göra strömkretsen strömlös. (2 poäng)

Den fackkunniga person inom elbranschen som utför säkringsbytet är instruerad speciellt för detta arbete (2 poäng).

Man använder ett greppsäkringshandtag med skyddsärm och ansiktsskydd. (2 poäng)

För arbetet ska det finnas ett temporärt eller ett permanent tillstånd utfärdat av den person som ansvarar för arbetsprestationen. (2 poäng)  
(SFS 6002/7.4.1)

**6. Vid luftledning**

- + ska det minsta avståndet från en grävmaskins arbetsområde till en AMKA-ledning vara minst 0,5 m.
- är måttet till yttre gränsen av riskområdet vid arbete med spänning nedanför en AMKA-ledning 0,5 m.
- + när man arbetar på metallisk stege ska det minsta avståndet från stegen till en AMKA-ledning vara minst 0,5 meter.  
(SFS 6002/Bilaga Z/ Z.2.1 och bilaga Y/Y.1)

**7. Som krävande arbete med spänning anses**

- arbete med skyddande lågspänning vilket innebär stor kortslutningsfara.
- + reparations- och ändringsarbeten i ställverk som saknar beröringsskydd.
- + arbeten på friledning  
(SFS 6002/Bilaga Y.9)

**8. Besvara följande påståenden enligt anvisningarna på framsidan:**

- En fackkunnig person inom elbranschen får alltid byta en greppsäkring i strömförande tillstånd när vid arbete används ett greppsäkringshandtag.  
(SFS 6002/7.4.1)
- + Om säkringsutbytet innebär speciell risk får säkringen utbytas endast av en fackkunnig person inom elbranschen.  
(SFS 6002/7.4.1)
- + En greppsäkring får bytas av en instruerad person när säkringen kan bytas utan spänning i en lastbrytare eller genom att öppna frånskiljningskopplaren på matningssidan.  
(SFS 6002/7.4.1)

**9. Vilka saker ska nämnas i protokollet om ibruktagningsbesiktning? (6 poäng)**

*anläggningens identifieringsuppgifter (1 poäng)*

*utredning om att anläggningen stämmer överens med stadganden och föreskrifter (1 poäng)*

*tillämpliga standarder och en utredning i fråga om eventuella avvikelser (1 poäng)*

*allmän beskrivning av besiktningsmetoderna samt besiktnings- och provningsresultat (1 poäng)*

*underskrift av den som utfört besiktningen (1 poäng)*

*namnet på och kontaktuppgifterna för ledaren av elarbeten (1 poäng)*

*(SRf 1434/2016, 4 §)*

**DEL II: Uppgifterna 10 – 19****Max. poängtalet: 68****Minsta poängtalet som krävs för avlagd examen: 45.**

- 10. Vid köksrenovering måste man installera nya gruppledningar för uttag. Gruppledningarna ansluts till en gammal, på 1970-talet installerad fördelningscentral. Ett av uttagen ska förläggas i undre skåpet för diskmaskin och två ovanför diskbänken i sidled på 0,5 m avstånd från dishokanten. Enligt föreskrifterna**
- ska uttagen skyddas med jordfelskydd med högst 30 mA märkutlösningsström.
- + ska gruppledningarna ha en separat skyddsledare.
- ska uttagen som förläggs ovanför diskbänken vara av minst kapslingsklass IPX4.  
(SFS 6000-4-411.3.1.1, SFS 6000-8-802, SFS 6000-8-804)
- 11. I medicinska utrymmen gäller:**
- + Ett TN-C-system får inte användas i medicinska utrymmen och inte efter huvudcentralen i byggnader inom hälsovårdsområdet.
- + Användningen av elektrisk separation för matning av fler än ett bruksföremål är inte tillåten.
- I högst 32 A gruppledningar i medicinska utrymmen ska användas jordfelsbrytare med högst 30 mA märkutlösningsström.  
*(SFS 6000-7-710.312.2, 710.410.3.6 och 411.4)*
- 12. I vardagsrummet för en bostadslägenhet finns vanliga uttag av klass 0. Det behövs dock fler uttag för rummet. Enligt föreskrifterna kan man i rummet installera**
- + uttag avsedda för anslutning av klass II materiel.
- + uttag av klass 0.
- ett med felströmsskydd försett jordat uttag på två meters avstånd från ett uttag av klass 0.  
*(SFS 6000-8-802-41.10, bilaga 802B)*

**13. Vid en nyinstallation i bad- och duschrum**

- ska installationshöjden för ett uttag vara minst 1,7 m.
- + ska alla kretsarna, belysningen medräknad, skyddas med högst 30 mA jordfelsbrytare.
- + kan en ljusarmatur installeras i sidled på 0,8 m avstånd från dusch.  
(SFS 6000-7-701)

**14. I medicinska utrymmen gäller:**

- + I nya installationer ska ledningssystemen bestå av kablar som uppfyller kraven i EN-standarderna om brandspridning för buntade vertikala kablar, halogenfria kabelmaterial och liten rökutveckling.
- Alternativt kan ledningssystemen skyddas med konstruktioner av minst brandsäkerhetsklass EI60.
- + I utrymmen av grupp 1 och 2 ska ljusarmaturer matas med minst två separata matningar, varav den ena ska anslutas till reservkraftssystemet.  
(SFS 6000-7-710.52, 710.559.101)

**15. I elinstallationer för bastu**

- ska alla strömkretsarna skyddas med en eller fler jordfelsbrytare.
- + ska belysningskopplarna placeras utanför basturummet.
- + kan det för elmateriel i vissa fall krävas kapslingsklass IPX5.  
(SFS 6000/703 415, 536.5, 512.2 )

**16. På byggnadens utgång måste man av tvingande skäl placera andra ledningssystem än de som matar anläggningar som är belägna på utgången. Dessa ska skyddas på ett av nedanstående sätt.**

+ Vid ledningssystemet används kablar som uppfyller kraven i provningsstandarderna EN 60332-3 (bränder i kabelknippen), EN 50267 (halogenfria kabelmaterial) och EN 61034 (liten rökutveckling).

+ Ledningssystemen skyddas med en konstruktion av brandsäkerhetsklass av minst EI 30 som byggs av obrännbart eller nästan obrännbart byggnadsmaterial.

- Man tillämpar någon annan metod som har ett förordnande utlåtande av Säkerhets- och kemialieverket (Tukes).  
(SFS 6000-4-422.2.1)

**17. I ett brandfarligt utrymmer förekommer så mycket damm att på elmateriel kan anhopas obrännbar damm i farlig mängd. Elinstallationerna ska uppfylla följande krav:**

- Ljusarmaturerna ska ha kapslingsklass av minst IP 6X.

+ Kopplingsanordningar som används för styrning av belysning (230 V) ska ha kapslingsklass av minst IP 5X.

+ Punktljusarmatur med 200 W effekt ska vara på minst 0,8 m avstånd från brännbart material.  
(SFS 6000/4-42-422.3.8, 4-422.3.3, 4-422.3.1)

**18. Vid anläggningar för högst 1000 V**

- rekommenderas för det fria anslutningsutrymmet för en 35 mm<sup>2</sup> AMCMK-kabelutgång minst 200 mm.  
(SFS 6000/729X.6)

+ får som basskydds- (beröringsskydds)metod användas placering utanför armräckvidd på minst 2,5 m höjd från golvet, om centralen finns i ett driftrum.  
(SFS 6000/729.410.3.7)

+ ska installationshöjden för en proppsäkring i en fördelningscentral vara minst 1,7 m, om centralen finns i ett olåst utrymme i en bostad.  
(SFS 6000/729X.5)

19. En gruppcentral har 30 A strömförbrukning,  $\cos\phi = 0,92$  ja  $U = 400$  V. Dimensionera gruppledningen för TN-S-systemet och smältskydd av gG-typ som skyddar den mot överbelastning, när temperaturen längs hela installationen är  $+35$  °C. Kabeln har först förlagts på en perforerad kabelhylla lod- och vågrätt bland fem andra kablar (alla berör varandra). Hyllor har byggts två ovanpå varandra längs hela sträckan på 300 mm avstånd från varandra. Den resterande sträckan går kabeln infälld i ett rör som är förlagt ensam i en värmeisolerad vägg, dock inte inne i isolationen. Som kabel används en jordkabel av AMCMK-typ. (10 poäng)

Typiska 5-ledarkablar av AMCMK-typ (4x16+10, 4x25+16, 4x35+16, 4x50+16, 4x70+21).

Om slingimpedansen i början av Zk-ledningen är  $0,555 \Omega$ , hurdant värde  $I_k$  för kortslutningsström vid gruppcentralen kommer du fram till när stigningens längd är 40 m? Vad kan man bedöma av det här med hänsyn till fem sekunders bortkopplingstid? (4 poäng)

Svar:

Centralens effektbehov är 30 A varför som överlastskydd väljs 35 A smältskydd av gG-typ.

När man använder ett 35 A smältskydd krävs det av kabeln 39 A belastningsförmåga. (C52.1)

Korrektionsfaktorer:

|                                         |      |          |          |
|-----------------------------------------|------|----------|----------|
| Temperaturen $+35$ °C =>                | 0,88 | (B52.14) |          |
| Perforerad kabelhylla vågrätt, 6 kablar | 0,73 | (B52.20) |          |
| Perforerad kabelhylla lodrätt, 6 kablar | 0,71 |          | (B52.20) |

Högsta kravet på belastningsförmåga för hyllan (lodrätt):

$$39 \text{ A} / (0,88 \times 0,71) = 62 \text{ A}$$

Kravet på belastningsförmåga vid infälld förläggning:

$$39 \text{ A} / 0,88 = 44 \text{ A}$$

|                                          |                           |
|------------------------------------------|---------------------------|
| Area vid hyllan (B52.5) =>               | 16 mm <sup>2</sup> (65 A) |
| Area vid infälld förläggning: (B52.2) => | 25 mm <sup>2</sup> (56 A) |

Som kabel väljs AMCMK 4x25+16 (10 poäng)

Av stigarledning orsakad ökning av slingimpedans:

$$(1,489 \Omega/\text{km} + 1,415 \Omega/\text{km}) \times 0,04 \text{ km} = 0,116 \Omega$$

Slingimpedans vid central:

$$0,555 \Omega + 0,116 \Omega = 0,671 \Omega, \text{ som motsvaras av kortslutningsström:}$$

$$I_k = (c \times U) / (\sqrt{3} \times Z) = (0,95 \times 400 \text{ V}) / (\sqrt{3} \times 0,671 \Omega) = \underline{326 \text{ A}}$$

För att ett 35 A smältskydd av gG-typ ska fungera i 5 sekunder behövs 165 A kortslutningsström, vilket innebär att skyddet fungerar på avsett sätt.

(4 poäng)

**ELSÄKERHETSEXAMEN 2**  
**16.11.2017**  
**SVARSSERIE**

Examen består av två delar.

**För avlagd examen krävs separat för båda delarna 2/3 av det maximala poängtalet.**

Besvara alternativfrågorna genom att anteckna

+

vid påståendet som du anser vara rätt, och

—

vid påståendet som du anser vara fel, eller

    

genom att lämna strecket tomt, om du tvivlar på påståendets riktighet.

Alternativ- och kompletteringsuppgifterna bedöms genom att ge dig för varje rätt svar två poäng/påstående. **Svarar du fel på påståendet eller kompletteringsuppgiften, får du en felpoäng.** För ett tomt streck får du 0 poäng.

För skriftliga uppgifter och räkneuppgifter får du för ett helt rätt svar poängtalet inom parentes vid uppgiften.

I skriftliga uppgifter räcker det inte med att endast hänvisa till någon paragraf i bestämmelserna.

Examensfrågorna har avfattats utgående från att de besvaras genom att iaktta kraven i de publikationer som ingår i examenskraven. Det är skäl att fästa uppmärksamhet vid sådana ord som **alltid** och **minst**, vilka kan ändra på påståendets innehåll.

De publikationer som ingår i examenskraven får du ha framme vid tillfället – liksom litteratur och annat material som gäller branschen, dock inte beräkningsexempel eller frågeserier från tidigare examina. Vid examen får du inte använda någon dator.

Namn

\_\_\_\_\_

*(Vänligen texta)*

Födelsedatum

\_\_\_\_\_

Adress och telefon

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Underskrift

\_\_\_\_\_

**DEL I: Uppgifterna 1–10****Högsta antal poäng: 58 poäng****Gränsen för godkänt: 39 poäng****1. Besvara följande påståenden enligt anvisningarna på framsidan.**

- + Den som utövar elentreprenadsverksamhet ska utse en ledare av elarbeten innan verksamheten inleds. (EsL 1135/2016, 57 §)
- + Elentreprenörens ledare av elarbeten ska ha en faktisk möjlighet att sköta sin uppgift. (EsL 1135/2016, 58 §)
- Om en ledare av elarbeten vid utförandet av sina uppgifter inte iakttar elsäkerhetslagen eller de bestämmelser som utfärdats eller de föreskrifter som meddelats med stöd av den kan elsäkerhetsmyndigheten ge denne en uppmaning. (EsL 1135/2016, 95 §)

**2. En elentreprenör har gjort elinstallationerna för en ny industribyggnad som är av elanläggningsklass 2d. I så fall**

- + ska på elanläggningen utföras en ibruktagningsbesiktning.
- behöver på elanläggningen inte låta göras någon certifieringsbesiktning eftersom för den ska utses en driftsledare.
- + ska den som utfört en certifieringsbesiktning på elanläggningen på huvudcentralen eller motsvarande ställe fästa en besiktningsdekal.  
(EsL 1135/2016: 43, 45 och 46 §; SrF 1434/2016, 3 och 4 §)

**3. Ledaren av elarbeten har till uppgift att sörja för att de som utför elinstallationsarbeten är yrkeskunniga och tillräckligt instruerade för sina uppgifter. Som tillräckligt yrkeskunnig för att övervaka och självständigt utföra elarbeten betraktas den som instruerats i dessa arbeten och som**

- + avlagt en lämplig yrkesinriktad grund- eller yrkesexamen och skaffat sig sex års arbetserfarenhet i elbranschen.
- avlagt en lämplig högskoleexamen i elbranschen och skaffat sig tre månaders arbetserfarenhet av reparationsarbeten av elektrisk utrustning (elapparater).
- avlagt studentexamen och skaffat sig ett års arbetserfarenhet av arbeten i elbranschen.  
(EsL 1135/2016, 73 §)

**4. Besvara följande påståenden enligt anvisningarna på framsidan.**

- Alla elanläggningar av klass 1 eller 2 som är i drift ska genomgå en periodisk besiktning med tio års intervaller.
- + Innehavaren av anläggningen av anläggningsklass 1b ska bevara certifieringsbesiktningsintyget i minst 10 år.
- + Den som bygger en elanläggning ska se till att elanläggningen genomgår certifieringsbesiktning.  
(EsL 1135/2016: 49, 46 och 45 §)

**5. Vilka orsaker vid en certifierings- eller periodisk besiktning leder till en ny besiktning och vem är skyldig att beställa den? (4 poäng)**

Om en auktoriserad besiktningsman eller ett auktoriserat organ vid en certifieringsbesiktning eller periodisk besiktning upptäcker allvarliga brister, ska besiktningsmannen eller organet bestämma att den elanläggning som varit föremål för besiktningen ska besiktas på nytt. (2 poäng)

Elanläggningens innehavare ska beställa en ny besiktning inom tre månader från det att det bestämts att en sådan besiktning ska göras. (2 poäng)  
(EsL 1135/2016, 97 §)

**6. I vilka fall kan man enligt elsäkerhetslagen avvika från standarderna? (4 poäng)**

Avvikelser från standarderna får göras vid behov, om motsvarande säkerhetsnivå kan uppnås på annat sätt. (2 poäng)

För avvikelser ska upprättas en skriftlig redogörelse innan elarbetet eller driftsarbetet inleds. Redogörelsen ska vara så avfattad att det utgår från den kan konstateras att kraven uppfylls. En avvikelse ska bekräftas skriftligen av ledaren av elarbeten eller driftsledaren. (2 poäng)

Närmare bestämmelser om detaljerna i förfarandet för avvikelse från standarder utfärdas genom förordning av statsrådet. (EsL 1135/2016, 85 §)

## 7. Vid en 20 kV friledning

- + ska det minsta avståndet från en grävmaskins arbetsområde till ledningen vara minst 2,0 m.
- är måttet till yttre gränsen av riskområdet vid arbete med spänning nedanför ledningen 1,5 m.
- + kan vid transporter köras under ledningen på en meters avstånd.  
(SFS 6002 / Bilaga Z/Z.2.1 och bilaga Y/Y.1)

## 8. Besvara följande påståenden enligt anvisningarna på framsidan.

- Övervakaren av elsäkerheten under tiden arbete pågår ska vara närvarande vid arbetsobjektet, med undantag av en kortvarig frånvaro, såsom semester.  
(SFS 6002/Bilaga X.6)
- + Vid arbeten som en fackkunnig person utför ensam, hör övervakningen av säkerheten vid arbetsobjektet till honom utan särskild utnämning.  
(SFS 6002/Bilaga X.6)
- + Av övervakaren av elsäkerheten under tiden arbete pågår förutsätts utöver formell yrkesskicklighet bl.a. rätt inställning till säkerheten.  
(SFS 6002/Bilaga X.6)

## 9. Besvara följande påståenden enligt anvisningarna på framsidan.

- En fackkunnig person inom elbranschen får alltid efter egen bedömning byta ut en greppsäkring i strömförande tillstånd, när det vid arbete används ett utbytesgrepp och handskar som i tillräcklig mån håller för ljusbåge. (SFS 6002/7.4.1)
- + Om säkringsutbytet innebär speciella risker, får detta endast utföras av en fackkunnig person inom elbranschen. (SFS 6002/7.4.1)
- En högspänningssäkring får bytas ut av en instruerad person, då säkringen kan bytas ut utan spänning i en lastbrytare eller när fränkskiljningskopplaren på matningssidan är öppen.  
(SFS 6002/7.4.1)

**10. Vid ljusbåge uppstår värme. Vilka andra fenomen ska beaktas vid bedömning av sådan fara? (8 poäng)**

- tryckvåg och flygande fragment som lösgörs av ljusbågens explosiva kraft
- intensiv elektromagnetisk strålning, särskilt i de ultravioletta (UV) och infraröda (IR) områdena, men också i det osynliga området, vilket kan leda till bestående skador på hud och ögon
- ljudchock (knall)
- giftiga gaser och partiklar som orsakas av smält och förångat material i eller intill ljusbågen.

(à 2 poäng, sammanlagt 8 poäng)

*(SFS 6002/B.6.2)*

**DEL II: Uppgifterna 11–21****Högsta antal poäng: 72 poäng****Gränsen för godkänt: 48 poäng****11. Vid ändringsarbete av en tidigare installation**

- + om en bostads gruppcentral och huvudledning byts ut till en ny femledarkabel och i centralen lämnas PEN-ledare i bruk, ska N- och PE-ledarna i matningen parallellkopplas både i start- och slutända.
- + kan som isolationstillstånd för ett enfasssystem godkännas 0,23 MΩ.
- ska tidigare belysning i ett tvättutrymme skyddas med högst 30 mA jordfelsbrytare.  
(SFS 6000/802.543.4, 802.61, 802.701)

**12. I medicinska utrymmen gäller att**

- + TN-C-systemet inte får användas i medicinska utrymmen och inte efter huvudcentralen i utrymmen eller i byggnader inom hälsovårdsområdet.
- + användningen av elektrisk separation för matning av fler än ett bruksföremål\* inte är tillåtet.  
\*) Kääntäjä huomautus: Bruksföremål (SFS 6000) = käyttöesine. Oikea termi = förbrukningsapparat.
- i högst 32 A gruppledningar i alla medicinska utrymmen ska användas jordfelsbrytare med högst 30 mA märkutlösningström.  
(SFS 6000-7-710.312.2, 710.410.3.6 ja 411.4)

**13. Vid en nyinstallation i bad- och duschrum**

- ska installationshöjden för ett uttag vara minst 1,7 m.
- \* - \* ska alla kretsarna, belysningen medräknad, skyddas med högst 30 mA jordfelsbrytare.
- + kan en ljusarmatur installeras i sidled på 0,8 m avstånd från dusch.  
(SFS 6000-7-701)

\*) TUKES RÄTTELSE 29.11.2012

**14. I fråga om jordfelsbrytare**

- + är det obligatoriskt att installera en sådan för fast installerad materiel av skyddsklass II i produktionsutrymmet för jord- och trädgårdsbruk.
- + installerade i serie uppnås selektiviteten mellan typ S och vanlig jordfelsbrytare, när förhållandet mellan märkutlösningsströmmarna är 3.
- ska typen vara minst B, när med den skyddas ett laddningsuttag för elbil.  
(D1/532, SFS6000/705.411.1, 722.531.2.101)

**15. Vid elinstallationer i bastu**

- ~~X~~ — \* \*/ ska kapslingsklassen i vissa fall vara IP5X.
- är t.ex. VSKN lämplig som anslutningskabel för bastuugn.
- ska elinstallationens alla strömkretsar skyddas med en jordfelsbrytare med högst 30 mA märkutlösningsström.  
SFS6000 (703.512.2), (703.52 ja D1, tabell 521.1), (703.415)

**16. Fyll i:**

Den maximala ledningslängden då som felskydd används ett 10 A smältskydd av gG-typ vid 1,5 mm<sup>2</sup> ledararea och med 0,4 s bortkopplingstid, när kortslutningsströmmen före skyddsanordningen är 110 A, är 23 m. (D1/Tabell 41.7)

Den maximala ledningslängden då som felskydd används en 10 A dvärgbrytare av C-typ vid 1,5 mm<sup>2</sup> ledararea och med 0,4 s bortkopplingstid, när kortslutningsströmmen före skyddsanordningen är 110 A, är 6 m. (D1/Tabell 41.10)

Den maximala ledningslängden då som felskydd används en 16 A dvärgbrytare av C-typ vid 2,5 mm<sup>2</sup> ledararea och med 0,4 s bortkopplingstid, när kortslutningsströmmen före skyddsanordningen är 110 A, är 0 m. (D1/Tabell 41.10)  
I stället för siffran (0) kan ett streck (-) också godkännas.

\* \*) TORES RÄTTELSE 29.11.2017

**17. Vid laddningskretsar för elfordon**

- får i gruppledningen, endast med laddningsmetod 1, i TN-systemet användas en PEN-ledare.

+ krävs att kapslingsklassen för en utomhus placerad laddningspunkt är minst IP44.

+ är det förbjudet att mata en installation från fordon åtminstone med laddningsmetoderna 1 och 2.

*(SFS 6000/722.312.2.1, 722.512.2.101 och 102, 722.552.101.6)*

**18. I ett brandfarligt utrymme förekommer så mycket damm att på elmateriel kan anhopas obrännbar damm i farlig mängd. Elinstallationerna ska i så fall uppfylla följande krav:**

- Ljusarmaturerna ska ha kapslingsklass av minst IP 6X.

+ Kopplingsanordningar som används för styrning av belysning (230 V) ska ha kapslingsklass av minst IP 5X.

+ Punktljusarmatur med 200 W effekt ska vara på minst 0,8 m avstånd från brännbart material.  
*(SFS 6000/4-42-422.3.8, 4-422.3.3, 4-422.3.1)*

**19. Vid anläggningar för högst 1 000 V**

- rekommenderas som fritt anslutningsutrymme för en utgående 50 mm<sup>2</sup> AMCMK-kabel minst 200 mm. *(SFS 6000/729X.6)*

+ är det tillåtet att en spänningsförande del av kapslingsklass IP 20 är på 2,3 m höjd från betjädningsnivå. *(SFS 6000/729.410.3.7)*

+ ska installationshöjden för proppsäkringen i en fördelningscentral vara minst 1,7 m, om elmateriel i olåsta centraler kan vidröras av barn. *(SFS 6000/533.1.5)*

**20. Vilka delar i byggnaden ska anslutas till skyddande potentialutjämning? (8 poäng)**

I varje byggnad ska skyddsjordningssystemet, jordledaren, huvudjordningsskenan och följande ledande delar anslutas till det skyddande potentialutjämningssystemet: (2 poäng)

- inkommande metallrör till byggnaden, t.ex. vatten-, gas- och fjärrvärmerör (2 poäng)
- främmande ledande delar som är del av byggnaden, om de är berörbara i normala förhållanden, metalliska delar av centralvärme- och luftkonditioneringssystem (2 poäng)
- armeringsjärn i betong, om anslutning av dem är möjlig utan att söndra byggkonstruktioner. (2 poäng)

*SFS 6000 (2012), 411.3.1.2*

ELLER

Jokaisessa rakennuksessa sisään tulevat metalliosat, jotka voivat tuoda asennukseen vaarallisen potentiaalieron, ja jotka eivät ole sähköasennuksen osia, on kytkettävä suojaavalla potentiaalintasausjohtimella päämaadoituskiskoon. (2p)

Esimerkkejä tällaisista metalliosista voivat olla:

- rakennukseen tulevat metalliputket, esim. vesi-, kaasu- ja kaukolämpöputket (2p)
- rakenteiden muut johtavat osat ja näihin liittyvät laajat yhtenäiset johtavat osat esim. metalliset ilmanvaihto- ja keskuslämmitysjärjestelmät. (2p)
- kosketeltavissa olevat betonirakenteiden rakenneteräkset. (2p)

*SFS 6000 (2017), 411.3.1.2*

21. För en fastighet projekteras en tilläggsbyggnad vars effektbehov är 28 kW ( $U = 400 \text{ V}$ ,  $\cos \varphi = 0,88$ ). Dimensionera stigarledningen av AMCMK-typ som i TN-S-systemet matar tilläggsbyggnadens gruppcentral samt smältskydden av typ gG som skyddar den mot överbelastning, när kabelns start- och slutända förläggs på ytan av en trävägg. Lufttemperaturen är  $+30 \text{ }^\circ\text{C}$ . Mellan byggnaderna går kabeln i ett skyddsrör infällt i jord. Markens värmeresistivitet har värdet  $1,0 \text{ K m/W}$  och temperaturen  $+15 \text{ }^\circ\text{C}$ . Endast längs sträckan infälld i jord finns det strömkretsar bredvid varandra (avståndet mellan rören =  $0,25 \text{ m}$ ).

Vid anslutningens huvudcentral, var stigarledningen börjar, finns det 430 A kortslutningsström. Räkna ut kortslutningsströmmen vid gruppcentralen och utred om den räcker till med 5 sekunders bortkopplingstid, när stigningens längd är 25 m. Uppge räkneoperationerna. (10p)

Svar:

$$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos \varphi \Rightarrow I = P / \sqrt{3} \times U \times \cos \varphi$$

$$I = 28 \text{ kVA} / \sqrt{3} \times 0,4 \text{ kV} \times 0,88 = 46 \text{ A}$$

Som smältskydd väljs ett 50 A smältskydd av gG-typ. När man använder ett 50 A smältskydd, krävs det av kabeln 55 A belastningsförmåga.

Dimensionering vid förläggning på yta:

Korrektionsfaktor som orsakas av lufttemperatur (B52.14 PVC):  $+30 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow 0,94$

Kravet på belastningsförmåga vid förläggning på yta (tabell C.52.1):  
 $55 \text{ A} / 0,88 = 58,5 \text{ A}$

Ledararea vid förläggning på yta (tabell B.52.2, kolumn 6): aluminium,  $16 \text{ mm}^2$  (62 A)

Dimensionering vid förläggning i jord:

Korrektionsfaktor som orsakas av markens värmeresistivitet (B.52.16):  $1,0 \text{ Km/W} \Rightarrow 1,0$

Förläggning i ett rör infällt i jord, avståndet från röret bredvid  $0,25 \text{ m}$  (B.52.19):  $\Rightarrow 0,75$

Kravet på belastningsförmåga vid förläggning i jord:  
 $55 \text{ A} / 1,0 \times 0,75 = 73,3 \text{ A}$

Ledararea vid förläggning i jord (tabell B.52.2, kolumn 8): aluminium, 16 mm<sup>2</sup> (78 A)

Som kabel väljs AMCMK 4x16+10

(5 poäng)

Värdet för  $I_k$  vid huvudcentralen = 430 A

Motsvarande impedans vid huvudcentralen:

$$Z_k PK = (c \times U) / (\sqrt{3} \times I_k PK) \Rightarrow Z_k PK = (0,95 \times 400 \text{ V}) / (\sqrt{3} \times 430 \text{ A}) = 0,51 \Omega$$

Ökning av impedans (D1, tabell 41.6):

$$Z_l = (2,326 + 2,246) \Omega/\text{km} \times 0,025 \text{ km} = 0,11 \Omega$$

Impedans vid gruppcentralen: 0,62  $\Omega$

Motsvarande kortslutningsström vid gruppcentralen: 350 A

(4 poäng)

För att ett 50 A smältskydd av gG-typ ska fungera i 5 sekunder behövs 250 A (D1, tabell 41.5), vilket innebär att skyddet fungerar på avsett sätt. (1 poäng)

Dimensionering uträknad enligt remissversionen av standarden SFS 6000:

Temperaturen vid förläggning på yta 30 °C  $\Rightarrow$  1,0

Markens temperatur 15 °C  $\Rightarrow$  1,05

Värmeresistiviteten i ett rör infällt i jord (52.16)  $\Rightarrow$  1,18

Två rör, mellanrum 0,25 m (52.19)  $\Rightarrow$  0,90

Kravet på yta: 55 A / 1,0 = 55 A

$\Rightarrow$  16mm<sup>2</sup> Al ger 84 A

Kravet i jord: 55 A / 1,05 x 1,18 x 0,90 = 49,3 A

16mm<sup>2</sup> Al ger 50 A

Som kabel väljs AMCMK 4x16+10.

(4 poäng)

---

Förklaringar:

|      |                                     |
|------|-------------------------------------|
| EsL  | elsäkerhetslagen                    |
| SrF  | statsrådets förordning              |
| GREL | Guide för reparation av elapparater |
| PK   | huvudcentral                        |

## RÄTTELSE

\*TUKES rättelse 29.11 2017:

Fråga 13 Det behövs ingen jordfelsbrytare då systemet är skyddat med SELV eller PELV.  
Det betyder att rätta svaret är minus.

\*\* TUKES rättelse 29.11 2017:

Fråga 15 I fråga 15 (första alternativuppgiften) har man skrivit fel, 5X borde ha varit X5.  
Därför är det rätta svaret minus.