

ELSÄKERHETSEXAMEN 2

16.4.2015

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 beräknings-exempel eller uppgiftsserier från tidigare examina. En dator får inte användas under examen.

Namn _____

(Vänligen texta)

Födelseid _____

Adress och telefon _____

Underskrift _____

DEL I: Uppgifterna 1 – 9**Max. poängtalet: 51.****Minsta poängtalet som krävs för avlagd examen: 34****1. Besvara följande påståenden enligt anvisningarna på framsidan:**

- + En verksamhetsidkare för elentreprenader skall utnämna en ledare för elarbeten innan verksamheten inleds. (HIMb 516/1996 7§)
- + Ledaren för elarbeten hos en elentreprenör som skall inleda sin verksamhet bör vara verksamhetsidkare eller anställd av den som idkar sådan verksamhet. (ESL 410/1996 9§)
- En ny ledare för elarbeten skall utnämnas inom en månad efter att ledaren byts eller är förhindrad att sköta sina uppgifter av någon annan orsak än en kortvarig frånvaro. (HIMb 516/1996 7§)

2. Till övervakare av elsäkerheten under arbetstiden kan utnämnas en person,

- + som är ledaren för elarbeten i företaget.
- + som har förmågan att självständigt utföra arbeten inom sin egen bransch.
- som är en studerande inom elbranschen och ännu inte har arbetserfarenhet av elbranschen. (SFS 6002/X.4)

3. Elanläggningar har på grund av omfattning och särskilda egenskaper indelats i klasser på grund av vilka bestäms bl.a. tidpunkten för certifieringsbesiktning. Till vilken klass hör elanläggningen, när det gäller

- a) ett flervåningshus med bostadslägenheter, vilket elanläggning är skyddad med ett överströmsskydd vars nominella ström är över 35 A?
(1 a)
- b) en elanläggning i ett explosionsfarligt utrymme i vilket för tillverkning, hantering och upplagring av en farlig kemikalie krävs en anmälan?
(1 d)
- c) en elanläggning vars anslutningseffekt är över 1600 kVA?
(2 d)
(HIMb 517/1996, 2 §)(6 poäng)

4. I fråga om en industrifastighet vars anslutningseffekt är 1600 kVA-

ska för fastigheten utnämnas en driftsledare.
(HIMb 516/3§, 12§)

+

ska på fastigheten utföras en periodisk besiktning med femton års intervaller.
(HIMb 517/2§, 12§)

-

ska på ändringsarbeten av elinstallationer alltid utföras en certifieringsbesiktning.
(HIMb 517/5§)

5. Vid luftledning+

ska minimiavståndet från arbetsområdet för en grävmaskin till en lågspänningshängkabel vara minst 0,5 m.

-

är måttet till yttre gränsen av spänningsarbetsområdet under en AMKA-ledning 0,5 m.

(SFS 6002, tabell Z.2 och Y.1)

6. Vad avses med arbetsjordning?

(4 poäng)

Med arbetsjordning avses förbindning av strömkretsens alla ledare till jord och med varandra för den tid arbetet pågår.

(SFS 6002/6.2.4.1)

7. Som spänningsarbete anses

- åtdragning av radklämma i efterhand, om klämmornas beröringsskydd motsvarar klass IPXXB.
- + anslutning av ledning till klämma i spänningsförande tillstånd.
- + utökning av en säkringslist då den är konstruerad för utökning i spänningsförande tillstånd.
(SFS 6002 / Bilaga Y/Y2 och Y3)

8. På vilka villkor får en yrkesperson inom elbranschen som har genomgått skolning i spänningsarbete utföra spänningsarbete ensam?

(7 poäng)

Svar:

- Det är fråga om en lågspänningsanläggning. (2 poäng)
- Man bedömer att riskerna i arbete är så obetydliga att arbetet kan utföras ensam. (2 poäng)
- Personen som utför spänningsarbetet är förtrogen med motsvarande arbeten i spänningslös anläggning. (1 poäng)
- Med arbetsanvisningen har säkerställts att arbetet kan utföras tryggt. (2 poäng)

(SFS 6002/Y.2 och Y.9)

9. Besiktningsmannen ska bestämma att den elanläggning som besiktningen gäller ska besiktas på nytt, om han vid en certifieringsbesiktning konstaterar att

+ på elanläggningen inte har utförts en ibruktagningsbesiktning.

+ elanläggningen saknar helt möjligheten för innehavaren att separera anläggningen.

- märkningarna för gruppcentralens gruppledningar är delvis bristfälliga.

(STL 410/1996 § 30 ja Tukes-anvisning S4-2011 / 9)

DEL II: Uppgifterna 10 – 19**Max. poängtalet: 63****Minsta poängtalet som krävs för avlagd examen: 42.****10. Vid ändringsarbeten av elanläggning**+

får man använda ledare som överensstämmer med de tidigare märkningsreglerna som en del av en elläggning som ändras.

-

behöver röda ledare som använts som skyddsledare inte förse med någon märkning vid gränspunkten mellan den tidigare och nya installationen, när för den nya installationen används en gul-grönrandig ledare som skyddsledare.

+

PEN-ledare märks med identifikationen "PEN" när deras användningsändamål inte annars är entydigt.

(SFS 6000/802.514.3)

11. I medicinska utrymmen som hör till grupp 2 ska medicinskt IT-system användas i kretsar som matar+

ME-utrustning avsedd för livsuppehållande funktioner.

+

utrustning för kirurgiskt bruk.

-

röntgenapparater.

(SFS 6000-7-710.411.6.3.101)

12. I ett brandfarligt utrymme förekommer så mycket damm att på elmateriel kan anhopas damm i farlig mängd. Einstallationerna 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 6000-4-422.3.1, 4-422.3.3, 4-42-422.8)

**13. Vad är avsikten med jordningar ur elsäkerhetssynpunkt?
(5 poäng)**

Svar:

Ur elsäkerhetssynpunkt är avsikten med jordningar

- att begränsa förekommande beröringsspänningar och stegspänningar vid fel (2 poäng)*
 - att hindra överföring av farliga spänningar från det ena systemet till det andra (1 poäng)*
 - att hindra farliga läckströmmar, gnistor och ljusbåg från att uppstå*
 - skapa funktionsförutsättningar för jordslutnings- och felskydd. (1 poäng)*
- (D1/54.1)*

14. Fördelningscentralens

- ska alltid vara fabriktillverkade.
(SFS 6000/729X.1)

- Centralens kapslingsklass skall vara minst IP 44, om centralen installeras på en plats där den kan åtkommas av lekmän. *(SFS 6000/729X.2)*

+ ska ha manövermateriel för nödkoppling som är hanterbar på minst 0,8 m och högst 1,6 m höjd från betjäkningsplanet.
(SFS 6000/729X.5)

15. Till ibruktagningskontrollmätningar som utförs då installationen är spänningslös hör

+ mätning av kontinuiteten hos skyddsledare.

+ mätning av isolationsresistans.

- mätning av slingimpedans.
(D1/61)

16. I nybyggnader

- skall huvudpotentialutjämningsledarens area vara minst 16 mm^2 koppar. (SFS 6000/544.1.1)
- får i ett TN-system i fast installerade ledningar användas en PEN-ledare, om ledarnas area är minst $6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$. (SFS 6000/543.4.1)
- får kabelhyllar användas som skyddledare. (SFS 6000/54.2.3)

17. För driftrum gäller det följande:

- + Driftrummen ska vara tydligt och synligt märkta med lämpliga skyltar.
- Endast yrkespersoner inom elbranschen ska ha tillträde till driftrum.
- + Dörrar till driftrum ska vara utförda så att de är lätta att öppna inifrån utan nyckel eller verktyg eller någon annan anordning som inte är en del av dörrens öppningsmekanism. (SFS 6000-7-729.30)

18. I nyinstallationer

- + kan en enda skyddsanordning skydda flera parallellkopplade ledare mot kortslutning, om en enskild skyddsanordning säkerställer att skyddet fungerar även då felet inträffar på en ledares mest besvärliga ställe. (SFS 6000/434.4)
- ska ledningens kortslutningsskydd alltid placeras i en sådan punkt där ledarens tvärsnitt minskar eller egenskaperna annars ändras. (SFS 6000/434.2)
- + kan en överbelastningsskyddsanordning under vissa villkor även fungera som kortslutningsskyddsanordning. (SFS 6000/435.1)

19. Du har till uppgift att genom beräkning ta reda på hur bortkopplingskraven i en gammal fastighet uppfylls. För byggnadens huvudcentral har beräknats 152 A kortslutningsström. Därifrån vidare finns en 123 meter lång stigarledning som matar en gruppcentral av typ AMCMK 3x16+10 Cu. Hur lång uttagsgrupp (MMJ 3x2,5) för matning av en frys (det finns ingen jordfelsbrytare) kan med tanke på kortslutningsströmmens tillräcklighet högst tas från gruppcentralen (0,4 s), när uttagsgruppen har som överströmsskydd en dvärgbrytare av typ C vars märkström är 10 A? Vad är den största tillåtna storleken för smältskydden av typ gG vid stigarledningens utgång för att bortkopplingen ska ske i högst fem sekunder?
(10 poäng)

Svar:

$$I_{PK} = 152 \text{ A}$$

$$Z_{PK} = (c \times U) : (\sqrt{3} \times I_{PK})$$

$$Z_{PK} = 219 \text{ V} : 152 \text{ A} = 1,441 \Omega$$

Ökning av impedans som förorsakas av stigarledning (Obs! Al och Cu)

$$(2,329 \Omega/\text{km} + 2,246 \Omega/\text{km}) \times 0,123 \text{ km} = 0,563 \Omega$$

$$Z_{RK} = 1,441 \Omega + 0,563 \Omega = 2 \Omega \text{ (4 poäng)}$$

$$I_{RK} = (c \times U) : (\sqrt{3} \times Z_{PK})$$

$$I_{RK} = 219 \text{ V} : 2 \Omega = 110 \text{ A}$$

$$I_{\max} = [(c \times U) : (\sqrt{3} \times I_k) - Z_{RK}] : (2 \times z) \quad (\text{D1 4.7})$$

$$I_{\max} = [(219 \text{ V} : 100 \text{ A}) - 2 \Omega] : (2 \times 8,770 \Omega/\text{km})$$

$$I_{\max} = 10,8 \text{ m dvs. ca. 11 m (4 poäng)}$$

Tabell 41.10 (D1) skulle ha gett samma approximativa resultat direkt, eftersom I_{RK} faller på det.
(Det här duger också, dvs. 4 poäng för den här delen.)

För valet av storleken på smältskydden för stigning med tanke på bortkoppling ger tabell 41.5 (D1) 25 A gG.
(2 poäng)

Storleken bestäms på grund av värdet som beräknats för gruppcentralen.

Svar: 11 m och 25 A gG.

ELSÄKERHETSEXAMEN 2

19.11.2015

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 beräknings-exempel eller uppgiftsserier från tidigare examina. En dator får inte användas under examen.

Namn _____

(Vänligen texta)

Födelseid _____

Adress och telefon _____

Underskrift _____

DEL I: Uppgifterna 1 – 9**Max. poängtalet: 48.****Minsta poängtalet som krävs för avlagd examen: 32****1. Besvara följande påståenden enligt anvisningarna på framsidan:**

- + En verksamhetsidkare för elentreprenader skall utnämna en ledare för elarbeten innan verksamheten inleds. (HIMb 516/1996 7§)
- + Ledaren för elarbeten hos en elentreprenör som skall inleda sin verksamhet bör vara verksamhetsidkare eller anställd av den som idkar sådan verksamhet. (ESL 410/1996 9§)
- + Om i elentreprenörens verksamhet upptäcks med tanke på elsäkerheten allvarliga brister, kan entreprenörens ledare för elarbeten bli tvungen att på nytt avlägga elsäkerhetsexamen. (ESL, ändring 1072, 26 §)

2. Besvara följande påståenden enligt anvisningarna på framsidan.

- + I en reparationsverkstad för elapparater skall på lämplig plats placeras en tavla med förstahjälpdirektiv. (SFS 6002/X3)
- + Skolning i säkerhet vid elarbeten skall också ges åt dem som är i arbetsledningssuppgifter för elentreprenörens elarbeten. (SFS 6002/X3)
- + Vid enskilda arbetsobjekt kan den person som övervakar elsäkerheten ge tillstånd att påbörja arbetet vid en elanläggning som frångår från spänning. (SFS 6002/6.2.6)

3. I fråga om elanläggning

- skall på den alltid låtas göra en certifieringsbesiktning innan anläggningen tas i bruk för sitt egentliga bruksändamål.
- + får en certifieringsbesiktning på den utföras av en auktoriserad besiktningsman eller ett auktoriserat besiktningsorgan.
- skall om varje certifieringsbesiktning på den göras anmälan till Säkerhets- och kemikalieverket. (HIMb 517; 7, 8 och 17 §)

4. Besvara följande påståenden enligt anvisningarna på framsidan:

- + Vid ibruktagandet av en elanläggning skall det anställas en ibruktagningsbesiktning.
(HIMb 517/1996, 3 §)
- + Om elanläggningens ibruktagningsbesiktning skall vanligen sättas upp ett protokoll om ibruktagningsbesiktning. (HIMb 517, 4 §)
- + Om vid en certifieringsbesiktning upptäcks allvarliga brister, skall besiktningsmannen bestämma att den elanläggning som besiktningen gäller skall besiktas på nytt.
(Esl, ändring 1072, 30 §)

**5. På vilket sätt utförs arbetsjordning med flyttbara arbetsjordningsdon?
(4 poäng)**

Arbetsjordningsdonen skall först anslutas till jordningspunkten och efter det till de delar som skall jordas. (4 poäng)

(SFS 6002/6.2.5)

6. Om entreprenören vid byggandet av en elanläggning är tvungen att göra avvikelser från standarder eller publikationer som motsvarar de väsentliga säkerhetskraven, skall man utarbeta en skriftlig utredning av att de väsentliga säkerhetskraven uppfylls innan byggandet av anläggningen inleds. Vad måste man framställa i utredningen?
(4 poäng)

Svar:

Till den del avvikelse görs från standarder eller publikationer som motsvarar de väsentliga säkerhetskraven skall i utredningen företas

1) de lösningar som valts för att de väsentliga säkerhetskraven skall uppfyllas,

2) en beskrivning av hur lösningarna uppfyller de väsentliga säkerhetskraven,

3) beställarens samtycke till att avvikelse får göras från standarderna eller publikationerna samt

4) individualisering och underskrift av den som utarbetat utredningen.

(HIMb 1193/1999 5§)

7. Som spänningsarbete anses

- installering av skyddsskärmar.

+ arbete i en ackumulatorbatteri med stor kortslutningsström.

+ utökning av en säkringslist då den är konstruerad för utökning i spänningsförande tillstånd.
(SFS 6002 / Bilaga Y)

8. Varför får en AMKA-kabel endast hanteras enligt särskilda metoder för spänningsarbete när den är spänningsförande?

(4 poäng)

Svar:

Eftersom isoleringen av en kabel som är i bruk kan vara skadad eller så kan det i något fall finnas farlig spänning i den oisolerade PEN-ledaren. (4 poäng)

(SFS 6002/Y.1)

9. Besvara följande påståenden enligt anvisningarna på framsidan:

-

Arbetsjordningen ska alltid utföras med flyttbara arbetsjordningsdon, vilka standarden SFS-EN 61230 berör.

+

Avsikten med arbetsjordningen är att förhindra att arbetsobjektet blir spänningsförande t.ex. av en parallellgående ledning.

+

Avsikten med arbetsjordningen är att skydda arbetsobjektet mot atmosfärisk överspänning.
(SFS 6002/6.2)

DEL II: Uppgifterna 10 – 19**Max. poängtalet: 64****Minsta poängtalet som krävs för avlagd examen: 42.****10. I utrymmen inom jord- och trädgårdsbruk:**

- ska belysningskopplaren i hö- och halmlager alltid förses med en märklampa.

+ ska ledarna för kompletterande potentialutjämning ha ett tvärsnitt på åtminstone 4 mm² Cu

+ får nationella uttag (schuko) användas ända till 20 A märkström.

(SFS 6000, 705.559, 705.544.2, 705.55.1)

11. Transformatorer i medicinska IT-system

- ska installeras i ett medicinskt utrymme.

+ Läckströmmen mellan utgående lindning och jord, samt kapslingsläckströmmen hos en transformator får inte överskrida 0,5 mA mätt vid tomgång, märkspänning och -frekvens.

+ I transformatorerna får inte användas kondensatorer.

(SFS 6000-7-710.512.101)

12. För gruppledningar som matar ett brandfarligt utrymme gäller det följande:

+ Gruppledningarna ska vanligen skyddas mot isolationsfel i TN- och TT-system med en jordfelsbrytare med högst 300 mA märkutlösningsström.

+ Det är inte tillåtet att använda PEN-ledare.

- För skydd mot överbelastning får endast användas dvärgbrytare av typ B.

(SFS 6000-4-422.3.9, 4-422.3.12)

13. 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 kemikalieverket (Tukes).
(SFS 6000-4-422.2.1)

14. I ett driftrum

+ får som basskyddsmetod användas placering utanför armräckvidd på minst 2,5 m höjd från golvet eller annat ståunderlag.
(SFS 6000/729.410.3.7)

- ska de spänningsförande delarna skyddas med en skärm som uppfyller kraven på minst kapslingsklass IP 4X, om de spänningsförande delarna finns på lägre höjd än 2,5 m.
(SFS 6000/729.410.3.7)

+ får det i utrymmet för kablar nedanför säkringarna i lågspänningscentral med säkringslister inte finnas blanka spänningsförande delar.
(SFS 6000/729.410.3.7)

15. Till ibruktagningskontrollmätningar som utförs då installationen är spänningsförande tillstånd hör

- mätning av kontinuiteten hos skyddsledare.

- mätning av isolationsresistans.

+ mätning av slingimpedans.
(D1/61)

16. I nybyggnader

- + skall huvudpotentialutjämningsledarens area vara minst 6 mm^2 , när ledarna är av koppar. (SFS 6000/544.1.1)
- får i ett TN-system i fast installerade ledningar användas en PEN-ledare, om ledarnas area är minst $10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$. (SFS 6000/543.4.1)
- metalliska vattenrör får användas som skyddledare. (SFS 6000/54.2.3)

17. En jordfelsbrytare på minst 30 mA krävs alltid som tilläggsskydd i nya bostadsbyggnader, när den matar

- med stickpropp ansluten kylskåp-frys i bostadens kök.
- + en varmvattenberedare under laven i basturum.
- + belysning (230 V) i duschrum.
(SFS 6000/Bilaga 41X/sid. 120, 701.401.415.1, 703.415)

18. I nyinstallationer

- + kan en enda skyddsanordning skydda flera parallellkopplade ledare mot kortslutning, om en enskild skyddsanordning säkerställer att skyddet fungerar även då felet inträffar på en ledares mest besvärliga ställe. (SFS 6000/434.4)
- ska ledningens kortslutningsskydd alltid placeras i en sådan punkt där ledarens tvärsnitt minskar eller egenskaperna annars ändrar. (SFS 6000/434.2)
- + kan en överbelastningsskyddsanordning under vissa villkor även fungera som kortslutningsskyddsanordning. (SFS 6000/435.1)

19. Från en gruppcentral ska man anordna matningen för en trefasig, $P = 9,5 \text{ kW}$, elvärmeapparat ($\cos \varphi = 1$) med en kabel av typ MMJ. Dimensionera ledningen och proppsäkringar av typ D som ska skydda den mot överbelastning, när installeringen sker i en värmeisolerad vägg. Bredvid finns det fyra andra fullbelastade strömkretsar och lufttemperaturen är $+30 \text{ }^\circ\text{C}$. Du ska visa beräkningarna.

Räkna kortslutningsströmmen vid gruppledningens ända och reda ut om ditt val också fungerar med 0,4 s bortkopplingstid, när den för gruppcentralen beräknade slingimpedansen är $1,22 \Omega$ och matningens längd är 25 meter.
(10 poäng)

Svar:

$$P = \sqrt{3}UI\cos \varphi$$

$$I = P : (\sqrt{3}U\cos \varphi)$$

$$I = 9,5 \text{ kVA} (\sqrt{3} \times 0,4 \text{ kV} \times 1) = 13,7 \text{ A} \Rightarrow \text{man ska välja } 16 \text{ A proppsäkringar av typ D (2 poäng)}$$

När som överströmsskydd används en proppsäkring av typ D, krävs av kabeln:

$$k \times I_n \leq 1,45 \times I_z \quad (D1 43.1)$$

Grundkravet på kabeln i det här fallet är då $16 \text{ A} : 0,82 = 19,5 \text{ A}$

Korrektionsfaktorer:

Strömkretsarna bredvid varandra sammanlagt 5 st, B 52.17, ger 0,6

Lufttemperaturen, B52.14 PVC $+30 \text{ }^\circ\text{C}$, ger 0,94

Belastbarhet som krävs av kabeln i de angivna förhållandena:

$$19,5 \text{ A} : (0,6 \times 0,94) = 34,6 \text{ A}$$

Kabelns area ur tabell B 52.2, kolumn 2

10 mm^2 koppar är tillräcklig (belastningsförmåga 41 A)

Kabeln är då t.ex. MMJ 5x10 S (4 poäng)

Slingimpedans vid gruppcentral är $1,22 \Omega$

Ökning av impedans:

$$2 \times 0,025 \text{ km} \times 2,244 \Omega/\text{km} = 0,112 \Omega$$

Impedans vid ledningens ända:

$$1,22 \Omega + 0,112 \Omega = 1,33 \Omega$$

för vilken den motsvarande kortslutningsströmmen är:

$$219 \text{ V} : 1,33 \Omega = 164 \text{ A}$$

En 16 A proppsäkring av typ D kräver 110 A för att fungera i 0,4 sekunder (tabell D1 41.5) , dvs. enligt beräkningarna fungerar skyddet såsom avsett. (4 poäng)