

**E
K
S
A
M
E
N**

Energi Norge Prøveseksjonen



elektroinstallatørprøven

Prøvedato

18. oktober 2023

Generelle føringer

Eksamenstid: 6 – seks – timer

Hjelpemidler: Alle trykte og skrevne hjelpemidler er tillatt til eksamen

Eksempler:

- Egne notater
- Alle gjeldende lover, forskrifter, normer, standarder og regler, for eksempel:
 - Lov om tilsyn med elektriske anlegg og elektrisk utstyr (El-tilsynsloven)
 - Forskrift om systematisk helse, - miljø, - og sikkerhetsarbeid i virksomheter (Internkontrollforskriften)
 - Forskrift om elektroforetak og kvalifikasjonskrav for arbeid knyttet til elektriske anlegg og elektrisk utstyr (fek)
 - Forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg (fse)
 - Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg (fel)
 - Forskrift om elektriske forsyningsanlegg (fef)
 - Relevante standarder
- Tegne og skrivesaker. Penn skal benyttes.
- Kalkulator

Tillatelse til bruk av andre hjelpemidler krever forhåndsgodkjenning av Prøveadministrator. Dette skal det søkes om foran hver prøve.

Antall sider: Oppgaveteksten har 7 – syv – tekstsider medregnet forsiden

Forkortelser/definisjoner:

- FSE: Forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg
- FEK: Forskrift om elektroforetak og kvalifikasjonskrav for arbeid knyttet til elektriske anlegg og elektrisk utstyr
- FEL: Forskrift om elektriske lavspenningsanlegg
- FSE: Forskrift om sikkerhet ved arbeid i og drift av elektriske anlegg.
- DSB: Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap
- DLE: Det Lokale Elektrisitetstilsyn

Vedlegg:

- 1 Generelle retningslinjer for besvarelse av eksamensoppgaven.
- 2 Generell beskrivelse av Raskmat AS, Elektroforetaket Østneset Elektro AS, Energiselskapet Østneset AS, Entreprenørselskapet Energimontasje AS og Solcelleprinsen AS

Du må besvare **alle** spørsmålene i eksamensoppgaven der de forekommer. Forutsetning for din besvarelse av oppgavene er at du er ansatt som faglig ansvarlig i henhold til Vedlegg 2.

Når du besvarer oppgavene, vil sensor blant annet legge vekt på at:

- du har besvart alle spørsmålene i eksamensoppgaven. Det er ikke tilstrekkelig å vise til svar på andre oppgaver.
- du begrunner de valgene du har gjort
- dine valg ikke bryter med gjeldende regelverk (oppramsing av paragrafnummer er ikke tilstrekkelig svar på oppgavene – henvisning til paragrafnummer skal begrunnes)
- du kan benytte tilgjengelig dokumentasjon og tilgjengelige hjelpemidler
- du viser holdninger og kompetanse til å ha det faglige ansvaret for å bygge og vedlikeholde elektriske anlegg
- du ved hjelp av gode rutiner kan ivareta sikkerheten ved arbeid i og drift av elektriske anlegg
- du kan vurdere kvaliteten på og riktigheten av opplysninger og data som er gitt i oppgaven, og eventuelt kunne justere eller legge inn manglende forutsetninger der det er nødvendig
- du kan vurdere om det elektriske anlegget er egnet til den forutsatte bruken
- du kan vurdere elsikkerheten i et elektrisk anlegg
- du tar hensyn til konsekvenser av faglige valg når det gjelder helse, miljø, sikkerhet og kvalitet

Du må også vise kunnskap om verdien av et velfungerende internkontrollsystem for å sikre utøvelse av rollen som faglig ansvarlig for arbeid knyttet til elektriske anlegg.

Selv om det ikke er uttrykkelig nevnt i oppgaven, må du likevel ta med skisser eller liknende, der dette er egnet til å vise sensor hva du mener.

Besvarelsen vil av prøvenemnda bli vurdert på en slik måte at det vektlegges forhold som gjelder HMS, risikovurdering og elsikkerhet. De forskjellige oppgavene vektles ikke og/eller legges sammen til en gjennomsnittskarakter. For at besvarelsen skal bedømmes til bestått må du synliggjøre at du har tilstrekkelig kompetanse til å ha det faglige ansvaret for å prosjektere, bygge, vedlikeholde og drifte elektriske anlegg på en elsikkerhetsmessig forsvarlig måte. Du må vise i hvilken grad du kan vurdere elsikkerhet i en elektroinstallasjon ved hjelp av gode rutiner. Besvarelsen må ikke inneholde elementer som er forskriftsstridig, eller løsninger som medfører brann- og berøringsfare. Slike mangler ved besvarelsen vil alene kunne medføre at den bedømmes til ikke bestått, men også andre forhold vil innvirke på sensors bedømmelse av besvarelsen.

OPPGAVE 1

Raskmat AS skal bygge et nytt kontorbygg i 3 etasjer med parkeringsmuligheter i kjeller. På taket skal det monteres solcelleanlegg. Halve solcelleanlegget tilkobles fordelingen i 3. etg og resterende tilkobles fordelingen for fellesanlegg i kjeller. Både Hovedfordeling og underfordeling for fellesanlegg er plassert i kjeller. Kontoretasjene har hver sin fordeling med måler som er forsynt fra hovedfordelingen. Det nye kontorbygget skal forsynes fra en ny transformator som plasseres i kontorbyggets transformatorrom. Spenningssystemet er 400V TN-C-S

Det nye kontorbygget bygges vegg i vegg med eksisterende produksjonslokale. Det eksisterende produksjonslokale har et eldre elektrisk anlegg som er forsynt med 230V IT nett.

Samtidig med bygging av kontorbygget, ønsker Raskmat AS å oppgradere det elektriske anlegget i produksjonslokalene og forsyne det fra den nye 400V TN-transformatoren i nybygget.

Raskmat AS sin egen elektroavdeling har prosjektert det elektriske anlegget i kontorbygget og det som skal bygges om i produksjonslokalene.

Solcelleprinsen AS har fått i oppdrag å prosjektere solcelleanlegget og levere alt solcelleutstyr til og med invertere.

Elektroforetaket Østneset Elektro AS har fått i oppdrag å bygge og idriftsette det elektriske anlegget i kontorbygget og produksjonslokalene.

- a) Hvilke kvalifikasjonskrav må Raskmat oppfylle for å prosjektere dette anlegget?
- b) Hvilke kvalifikasjonskrav gjelder for den som skal prosjektere den elektrotekniske installasjonen på DC-siden av solcelleanlegget?
- c) Beskriv kort hvilken dokumentasjon som må overleveres fra prosjekterende til Elektroforetaket Østneset Elektro AS før bygging starter.
- d) Tegn et enlinjeskjema fra trafo til hovedfordeling, underfordelinger og videre til solcelleanleggene.

Ved installering av solcelleanlegg i et 400V TN-anlegg, hvor strømkilden skal drives i parallell med den allmenne strømforsyningen, skal det iverksettes tiltak for å sikre at nøytralleder i alle driftstilstander har en entydig forbindelse til jordpotensial.

- e) Hvordan kan en sørge for at nøytralleder fra solcelleinverteren har en entydig forbindelse til jordpotensial i dette anlegget?
- f) Beskriv hvilke faremomenter som kan oppstå dersom nøytralleder ikke er knyttet til et jordpotensial.

Ved ombyggingen i produksjonslokalene er det vurdert at noen av de eksisterende kablene kan benyttes, da de skal forsyne maskiner som ikke krever N-leder.

En kabel som er vurdert brukt, var tidligere beregnet til å ha en maksimal belastning på 55 kW.

Det skal ikke gjøres endringer i installasjonen som påvirker strømføringsevnen.

g) Hvor mye kan denne kabelen nå belastes med?

Elektroforetaket Østneset Elektro AS har fått i oppdrag å bygge et midlertidig anlegg, som skal sørge for tilstrekkelig byggestrøm på byggeplassen. I dette inkluderer også å samordne og koordinere aktivitet på det midlertidige anlegget slik at elsikkerheten blir ivaretatt.

h) Skriv en kort og generell risikovurdering for de elsikkerhetsmessige forholdene som må ivaretas for bruk av det midlertidige anlegget.

i) Hvilke koordineringstiltak må Elektroforetaket Østneset Elektro AS innføre for å ivareta elsikkerheten i byggeperioden?

Det lokale elektrisitetstilsyn (DLE) har utført kontroll av det midlertidige elektriske anlegget. Det ble ved kontrollen avdekket følgende avvik:

1. Utstyret / anleggsdel manglet jordforbindelse
2. Isolasjonsresistansen på utstyr- / anleggsdel var for lav
3. Kortslutningsvern- / sikringer for inntakskabel hadde varmgang

j) Beskriv hvilken risiko som er knyttet til disse avvikene med hensyn til elsikkerhet

OPPGAVE 2

Ved idriftsettelse av en ny installasjon i et større forretningsbygg, er det planlagt en fremdrift hvor deler av bygget spenningsettes etter hvert som det blir ferdigstilt. Fordelingene i bygget er låst og det er bare ansatte i Elektroforetaket Østneset Elektro AS som har nøkler. Kurser som spenningsettes, kvitteres ut på skjema i fordelingene med navn og dato.

En montør utfører arbeid og kobler stikkontakter i det som skal være en "spenningsløs sone" i bygget. I et rom hvor stikkontakter ennå ikke er montert og ledninger ligger kveilet i boksen, får han strømgjennomgang fra hånd til hånd. Det viser seg at kursen han arbeider på er spenningssatt i fordelingen, selv om den ikke er kvittert ut.

a) Hvilke tiltak må iverksettes umiddelbart?

b) Hvem har skyld i denne hendelsen, og er noen forskrifter brutt?

c) Hva må du som faglig ansvarlig sørge for etter denne hendelsen?

Det viser seg at virksomheten ikke hadde etablert rutine for å utpeke ansvarlig for arbeidet.

d) Hva bør rutinen for å utpeke ansvarlig for arbeidet inneholde, for å sikre at forskriftskrav blir etterlevd.

OPPGAVE 3

På en byggeplass har byggherre besluttet at byggeprosjektet skal gjennomføres «Fossilfritt». Hovedentreprenør har videre besluttet å benytte elektrisitet som primærkilde for energi.

Entreprenørselskapet Energimontasje AS har fått i oppdrag å sikre elektrisk forsyning til byggeplassen. Energibehovet er stort, og det vil være behov for å montere opp en midlertidig nettstasjon for prosjektet. Etter samtale med Energiselskapet Østneset AS blir det avklart at den midlertidige nettstasjonen kan tilknyttes nettet på en eksisterende høyspenningskabel.

Entreprenørselskapet Energimontasje AS prosjekterer følgende anlegg for byggeplassen:

- Nettstasjon med plass til 800kVA transformator
- Lavspenningstavle: 400V TN – 9 sikringslister/avganger
- Transformator: 630kVA, 22/0,4kV
- Høyspenningskabel: TSLF 2x3x1x240Al – skjøtes inn på eksisterende kabel.
- Høyspenning bryteranlegg.

I denne installasjonen vil grensesnittet fra nettselskapet være tilkoblingspunkt på bryteranlegget. Byggherren ønsker at Entreprenørselskapet Energimontasje AS skal levere alt arbeid på nettstasjonen og drifte den i byggeperioden.

Entreprenørselskapet Energimontasje AS må utpeke en driftsleder for nettstasjonen.

- a) Hvilke kvalifikasjonskrav stilles til en person som skal inneha rollen som driftsleder for et høyspenningsanlegg?
- b) Hva må Entreprenørselskapet Energimontasje AS sørge for blir ivaretatt når de har driftsansvaret og driftsleder for anlegget?

Høyspenningskablene skal skjøtes inn på eksisterende kabel. Det vil si at den midlertidige nettstasjonen får 2 innkommende høyspenningskabler for å ivareta mulighet for ringkjøring av høyspenningsnettet.

- c) Redegjør for viktige momenter i forbindelse med planlegging av skjøtearbeidene i henhold til FSE.
- d) Hvilke roller må avklares i forbindelse med det praktiske arbeidet med skjøting av kabelen?

Til anlegget leveres en portabel ladestasjon som en container. Ladestasjonen består av likeretter, batterier, og uttak for hurtiglading av anleggsmaskiner.

Ladestasjonen skal tilkobles den øvrige midlertidige installasjonen på byggeplassen, og tilkoblingen utføres i et avlåst koblingsskap på containeren.

- e) Hvilken vurdering vil du som Faglig ansvarlig gjøre før spenningssetting av denne ladestasjonen?

Kabelføringen til ladestasjonen er mekanisk beskyttet av en kabelkanal på bakken.

- f) Hvilke vurderinger vil du som Faglig ansvarlig gjøre med tanke på periodisk kontroll av denne kabelen?

OPPGAVE 4

Elektroforetaket Østneset Elektro AS blir kontaktet av en kunde som opplyser at de har fått støt ved berøring av en gulvlampe og samtidig berøring av radiatoren i boligen sin. Østneset Elektro sender en montør til kunden.

Det elektriske anlegget i boligen er et 3-fase 230V IT nett fra 1995. Boligen ligger i et boligfelt som forsynes fra en 1000 KVA transformator.

Montøren måler 190V mellom gods på den aktuelle lampen og radiatoren. Når han måler isolasjonsresistansen mellom faser og jord i boligen er laveste måleresultat 150MΩ.

- a) Tegn et skjema som viser kretsen med feilstrømmen
- b) Hvordan vil du forklare de målte verdiene?
- c) Kunden ønsker råd om hvordan problemet kan løses. Hva vil du anbefale kunden å gjøre?
- d) Hvor stor vil dimensjonerende jordfeilstrom være ved første jordfeil på denne transformatorkretsen?