



Verifikasjon av NEK400:2018-303.2.1.2

NEK 400 beskriver system med flere strømkilder og bruk av 3-polt brytere. Det er ønskelig å vurderer en 4-polt løsning opp mot en 3-polt løsning.

Sammendrag av utgått hovedoppgave

Asbjørn Hagset Amundsen,
Kristian Andre Thomassen Vada

Bachelor i Elektroingeniør- elkraft
Innlevert: mai 2019
Hovedveileder: Tor Arne Folkestad

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for elektroniske systemer

Innholdsfortegnelse

1	Sammendrag.....	1
1.1	Forord	1
1.2	Problemstilling.....	1
1.3	Metode	2
1.4	Resultat	2
1.5	Konklusjon.....	3
	Litteraturliste	4
	Vedlegg	5

1 Sammen drag

1.1 Forord

Denne oppgaven var ment som en avsluttende del av studiet Bachelor i Elektroingeniør – Elkraft ved NTNU Gjøvik. Oppgaven var gitt i samarbeid med Voith Hydro AS med veileder Geir Småøien. Hovedveileder var Tor Arne Folkestad, universitetslektor ved NTNU Gjøvik.

Gruppen har i dette semesteret måtte løse to oppgaver/problemstillinger, noe som har ført til utfordringer tidsmessig. Denne oppgaven viste seg etter nøye gjennomgang å være løsbart i henhold til gjeldende regelverk. Problemstillingen virket derfor for knapp til å kunne gjennomføres som en fullverdig hovedoppgave.

1.2 Problemstilling

Voith Hydro leverer anlegg der flere trafoer (4-5 stk.) monteres inn på felles samleskinne i en eller flere hovedtavler. Dersom det skal utføres service eller feilsøking på en trafo, skal samleskinnen være spenningsatt fra en av de resterende trafoene i anlegget, eventuelt en diesel generator hvis alle andre forsyninger er nede. Bare én transformator forsyner anlegget til enhver tid. Typiske størrelser på effektbryterne er 1250A / 400V.

Se vedlegg 1 for prinsippskisse av anlegget.

Systemjording i anlegget er TN-C ut fra transformator. PEN leder blir så splittet i en PE og N-leader før effektbryter i hovedtavle. Derfra blir nettet et TN-S anlegg.

Voith Hydro benytter 4-polte brytere i sine anlegg for å gjøre transformatoren spenningsløs ved arbeid / service på transformatoren. Det er ønskelig at gruppen vurderer en 4-polt løsning opp mot en 3-polt løsning. Hva blir eventuelle spenninger i PEN-leader dersom en 3-polt bryter vs. en 4-polt bryter benyttes? Kan det oppstå farlige berøringsspenninger mellom nøytralpunkt og PE på trafoen som er utkoblet?

Det henvises til norm for lavspenningsystemer NEK400:2018-303.2.1.2 som beskriver et system med 3-polt løsning, men ikke med 4-polt løsning.[1]

1.3 Metode

Gruppen startet arbeidet med å sette seg inn i problemstillingen og NEK 400:2018.

Ut fra forarbeidet greide vi ikke umiddelbart å identifisere utfordringen i problemstillingen.

Vi ba om et telefonmøte med Voith Hydro der vi diskuterte mer i detalj problemstillingen og regelverk. Voith Hydro virket også litt usikker på problemstillingen da personen som hadde laget oppgaven hadde sluttet. Vi ble enige om å undersøke videre og heller ta et nytt møte seinere.

Gruppen kontaktet Bjørn H. Sture, høgskolelektor ved Høgskolen i Østfold, som underviser i faget *Forskrifter og el-installasjoner i bygg*. Via et telefonmøte diskutert vi problemstillingen og regelverket rundt problemstillingen, i hovedsak normen NEK 400:2018. Bjørn kunne heller ikke umiddelbart se noen store utfordringer med oppgaven, og mente at denne burde være løsbart iht. NEK 400:2018.

Denne oppgaven viste seg etter nøye gjennomgang å være løsbart i henhold til gjeldende regelverk. Forslag til løsning er kort oppsummert under resultat kapitlet.

1.4 Resultat

Gruppen har oppsummert en anbefaling til utforming av systemet iht. NEK400:2018 [1].

Kap. 303.1.1, Figur 3E

En PEN-leder er pr definisjon ikke spenningsførende, men en leder som fører driftsstrøm. Skal da ikke kunne medføre berøringsfare.

Kap. 411.4.3 og 537.1.2

Det skal ikke monteres bryter eller frakoplingsutstyr i PEN-lederen.

Kap. 431.3

Nøytrallederen kan kobles ut hvis det gjøres i henhold til dette punktet.

Kap. 303.2.1.1

Systemer med én strømkilde. Siden kun én trafo er tilkoblet av gangen vil Figur 3L være den mest korrekte sammenligningen for Voith Hydro sin skisse der 4 polt bryter plasseres etter leveringspunktet. Ingen endring nødvendig.

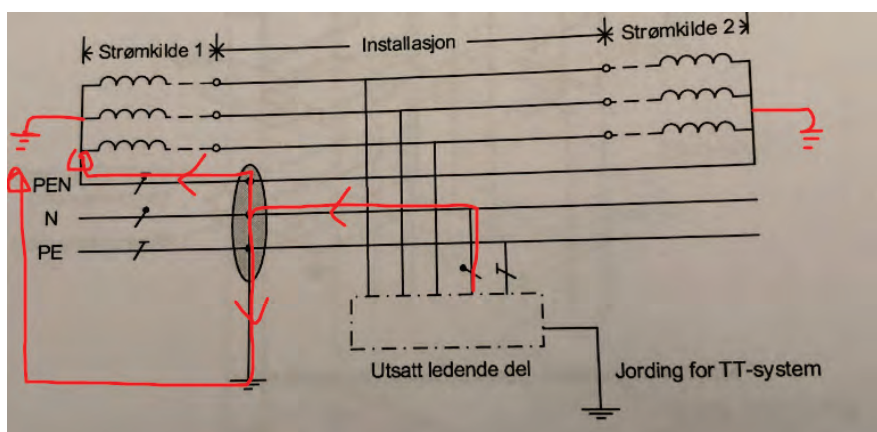
Kap. 303.2.1.2

Systemer med flere strømkilder. Kan benyttes ved én trafo i drift, eller hvis Voith ønsker flere i parallell drift. Anbefaler å endre design i henhold til Figur 3O hvis parallell drift ønskes.

Dette for å ta hensyn til elektromagnetisk kompatibilitet se punkt kap. 444.4.6.1 og 444.4.6.2.

Kap. 444.4.6.1 Figur 44H

Eksempel hvis strømkildens stjernepunkt blir jordet flere steder. Nøytralleder strømmen kan flyte tilbake gjennom både N og PE.



Figur 1 Skisse for alternativ strømvei hvis strømkildens stjernepunkt blir jordet flere steder.

Kap. 431.4.3 og 431.4.4

Dette punktet bør vurderes med utstyr som genererer harmoniske strømmer.

1.5 Konklusjon

Gruppen mener oppgaven kan løses i henhold til gjeldende regelverk. Problemstillingen virket derfor for knapp til å kunne gjennomføres som en fullverdig hovedoppgave.

Litteraturliste

1. *Elektriske lavspenningsinstallasjoner, in NEK 400:2018.*

Vedlegg

Systemskisse	6
Møtereferat	7

Møtereferat

Formål: Oppstartsmøte hovedoppgave, avklaring av problemstilling.

Dato: 18.01.2019

Tidspunkt: 13.00 – 13.40

Sted: Telefonmøte

Deltakere: Kristian Vada (NTNU), Asbjørn Amundsen (NTNU), Geir Småøien (Voith Hydro AS)

Oppsummering:

1. Kort presentasjon av deltakere.
2. Geir fremla en mer detaljert beskrivelse av hvordan et anlegg med flere strømkilder er bygd opp.

Voith leverer anlegg der flere trafoer (4-5 stk) mater inn på felles samleskinne i en eller flere hovedtavler. Dersom det skal utføres service eller feilsøking på en trafo, skal samleskinnen være spenningssatt fra en av de resterende trafoene i anlegget, eventuelt en diesel generator hvis alle andre forsyninger er nede. Bare en trafo forsyner anlegget til enhver tid.

Gruppen fikk tilsendt et prinsippskjema på et typisk anlegg som forøvrig er vedlagt møtereferatet.

Systemjording i anlegget er TN-C ut fra transformator. PEN leder blir så splittet i en PE og N-leder før effektbryter i hovedtavle. Derfra blir nettet et TN-S anlegg.

3. Voith benytter 4-polte brytere i sine anlegg for å gjøre transformatoren spenningsløs ved arbeid / service på transformatoren. Det er ønsket at gruppen undersøker eventuelle spenninger i PEN-leder dersom en 3-polt bryter benyttes. Kan det oppstå farlige berøringsspenninger mellom nøytralpunkt og PE på trafoen som er utkoblet?
4. Typiske data på bryterne er 1250A / 400V, muligens større strøm. Dette vil gruppen få oppklart.
5. NEK 400: 303.2.1.2 beskriver TN anlegg med flere strømkilder uten brudd i N-leder. Hva er årsaken til dette? Gruppen skal forsøke å kontakte NEK for å få en forklaring på dette. Voith leverer samsvarserklæring på sine anlegg basert på NEK 400 og vil dermed ikke ha dette kravet oppfylt.

6. Gruppen skal undersøke hva FSE sier angående arbeid på frakoblet anlegg. Er det krav til utkobling av N-leder?
7. Gruppen kan fokusere på et system med to transformatorer og en enkelt hovedtavle. Kortslutningsberegninger og annen relevant informasjon på et tilsvarende system vil bli oversendt gruppen for videre behandling.
8. Dersom det viser seg at løsning med 4-polt bryter er akseptabelt skal gruppen se på om NEK 400 kan åpnes for denne løsningen.

Møtereferat

Formål: Oppstartsmøte hovedoppgave, avklaring av problemstilling.

Dato: 23.01.2019

Tidspunkt: 15.00 – 16.00

Sted: Telefonmøte

Deltakere: Kristian Vada (NTNU), Asbjørn Amundsen (NTNU), Bjørn Sture (HIØ)

Oppsummering:

1. Diskuterer skissen fra Voith og hvordan de har valgt å tegne systemet. Tavla er forsynt fra flere trafoer men bare én trafo er tilkoblet av gangen. De andre er reserve.

(Henvisninger til NEK400 2018)

2. 303.2.1.2 omhandler systemer med flere strømkilder. Men dette punktet er også gjeldene ved bare én trafo innkoplet av gangen i tillegg til paralleldrift.
Systemjordingen som Voith viser vil i prinsippet være lik Figur 3O. Hovedforskjellen er at Voith har valgt å bruke 4 polt bryter i stedet for 3polt som vist i NEK.
3. Vi ser ingen umiddelbare problemer med en 4 polt løsning etter kravene i NEK 400. PEN lederen splittes før den går inn på bryteren og en bryter da bare nøytrallederen. Vi bør undersøke hvorfor Voith velger en 4 polt løsning og hvilke fordeler/ulempes dette kan ha. Vi bør også høre om de har mer informasjon med bakgrunn i en risikovurdering etc.
4. NEK 400 er en norm som beskriver hvordan man kan oppfylle forskriften (FEL). En kan også velge alternative løsninger hvis man kan vise at den valgte løsningen er like god eller bedre enn det som er beskrevet i normen.
5. 303.2.1.1 omhandler systemer med én strømkilde. Kan være relevant å tegne som figur 3L.
6. 431.4.3 Nøytralleder skal ikke overbelastes. Ved fare for overbelastning skal nøytralleder overvåkes og medføre utkobling av faselederne, men ikke nødvendigvis av nøytralleder.
7. 431.4.4 Harmoniske strømmer.
8. Det er mulig oppgaven kan løses ved å prosjektere direkte etter NEK 400.

Møtereferat

Formål: Oppstartsmøte hovedoppgave, avklaring av problemstilling.

Dato: 24.01.2019

Tidspunkt: 13.30 – 14.00

Sted: Telefonmøte

Deltakere: Kristian Vada (NTNU), Asbjørn Amundsen (NTNU), Tor Arne Folkestad (NTNU)

Oppsummering:

1. Informerer om status, forteller hva gruppa har undersøkt og funnet ut angående problemstillingen.
 1. Gruppa har hatt møte med Bjørn H. Sture (HIØ) der vi diskuterte problemstillingen til Voith og vurderte denne opp imot gjeldende norm (NEK 400 2018).
 2. Gruppen har etter møtet med Bjørn sett nærmere på NEK 400 og kan ikke umiddelbart se noen store utfordringer med problemstillingen og gjeldende regelverk.
 3. Gruppa har snakket med Voith og informert om status. Problemstillingen virker for knapp til å kunne gjennomføres som en hovedoppgave.
2. Tor Arne skal undersøke og prøve å finne en ny hovedoppgave til gruppa.

Møtereferat

Formål: Oppstartsmøte hovedoppgave, avklaring av problemstilling.

Dato: 24.01.2019

Tidspunkt: 12.20 – 13.20

Sted: Telefonmøte

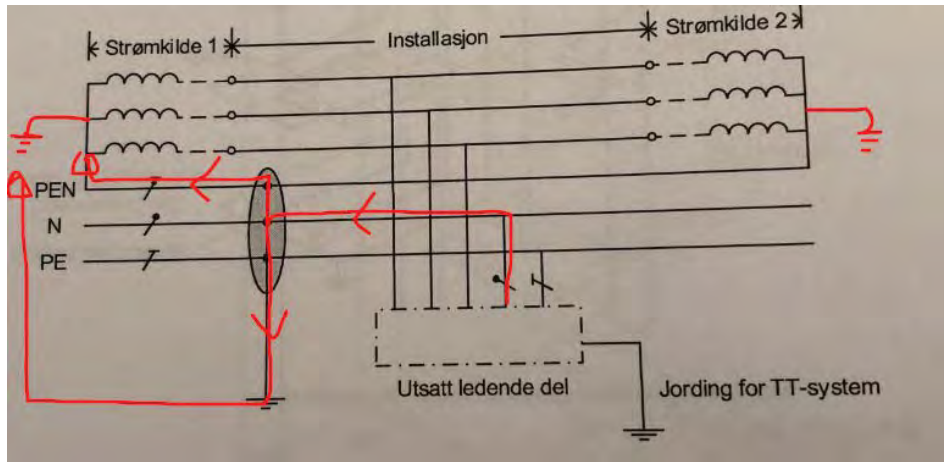
Deltakere: Kristian Vada (NTNU), Asbjørn Amundsen (NTNU), Geir Småøien (Voith), Stig Rune Engen (Voith), Simen P. Aasheim (Voith).

Oppsummering:

1. Informerer om status, forteller hva gruppa har undersøkt og funnet ut angående problemstillingen.
 1. Gruppa har hatt møte med Bjørn H. Sture (HIØ) der vi diskuterte problemstillingen til Voith og vurderte denne opp imot gjeldende norm (NEK 400 2018).
 2. Gruppen har etter møtet sett nærmere på NEK 400 og kan ikke umiddelbart se noen store utfordringer med problemstillingen og gjeldende regelverk.
2. Oppsummering henviser til NEK 400 : 2018:
 - 303.1.1 Figur 3E, *En PEN-leder er pr definisjon ikke spenningsførende, men en leder som fører driftsstrøm.* Skal da ikke kunne medføre berøringsfare.
 - 411.4.3 og 537.1.2 *Det skal ikke monteres bryter eller frakoplingsutstyr i PEN-lederen.*
 - 431.3 Nøytrallederen kan kobles ut hvis det gjøres i henhold til dette punktet.
 - 303.2.1.1 Systemer med èn strømkilde. Siden kun èn trafo er tilkoblet av gangen vil Figur 3L være den mest korrekte sammenligningen for Voith sin skisse der 4 polt bryter plasseres etter leveringspunktet. Ingen endring nødvendig.
 - 303.2.1.2 Systemer med flere strømkilder. Kan benyttes ved èn trafo i drift, eller hvis Voith ønsker flere i parallell drift. Anbefaler å endre design i henhold til Figur 3O hvis parallell drift ønskes. Dette for å ta hensyn til elektromagnetisk kompatibilitet se punkt 444.4.6.1 og 444.4.6.2.

444.4.6.1 Figur 44H.

Eksempel hvis strømkildens stjernepunkt blir jordet flere steder. Nøytralleder strømmen kan flyte tilbake gjennom både N og PE.



431.4.3 og 431.4.4 Bør vurderes ved utstyr som genererer harmoniske strømmer.

3. Problemstillingen virker for knapp til å kunne gjennomføres som en hovedoppgave.