

Vindturbiner som alternativ energiforsyning



Fagskolen Vestland
Vestland fylkeskommune

Hovedprosjekt ELNA 2024

Julie K Garnes
Martin Hobberstad
Peter Ørum Andersen

Tittel:

Vindturbiner som alternativ strømforsyning



Fagskolen Vestland
Vestland fylkeskommune

Medlemmer:

Peter Ørum Andersen, Martin Hobberstad, Julie K. Garnes

Dato:

13.05.2024

Emnekode:

NO-EL3A-N / 58TE03M

Emne:

Emne I hovedprosjekt

Dokumenttilgang:

Alle

Studium:

Elkraft

Antall sider / vedlegg:

78 / 7

Gruppenavn:

JMP Elektro

Veileder(e):

Kristjan Freyr Johannesson

Åsmund Røyrvik

Sammendrag:

Hovedprosjektet omhandler undersøkelsen av om å montere vertikale vindturbiner på taket til IKM Elektro AS vil bidra til lavere strømkostnader og om det er en lønnsom investering. Det er inngått et samarbeid med vindturbinprodusenten Carnetic AS om bruk av deres vindturbin og inverter.

Rapporten består av teoretiske forklaringer, elektriske utregninger og dimensjonering, byggteknisk, og økonomi. I rapporten blir det brukt forskjellige programvare for utregninger og dimensjonering, som bla. Excel, Febdok og Autocad Electrical.

Montering av 4 stk vindturbiner anbefales da det er lønnsomt ut i fra dagens strømprisnivå, samt har en signaleffekt i form av fremtidsrettet og grønn teknologi for oppdragsgiver.



Fagskolen Vestland
Vestland fylkeskommune

Forord

Hovedprosjektet er utviklet som ett innovativt og framtidsrettet forslag for ett eldre bygg, til å produsere egen grønn strøm. Prosjektet setter søkelys på nyutviklet teknologi, som vil være god reklame for bedriften i det grønne skiftet, og samtidig gi en gunstig endring i driftskostnader på energifronten i flere år framover.

Hovedprosjekt er ett eget fag som gjennomføres i alle linjer på fagskolen, og skal vise og gjenspeile det elever har lært gjennom skolegangen. Faget er obligatorisk, og gjennomføres med samarbeid mellom medelever, og leveres gjennom søknad, framføring og en skrevet rapport. Elevene velger selv ett tema, og gjennomfører på eget initiativ, med litt innspill fra faglærer.

Temaet for prosjektet er vindturbiner som alternativ strømforsyning, som vil sette lys på å bruke mindre vindturbiner som tilleggs strømkilde på industri bygg.

Gruppen samarbeider med Carnetic for vindturbin teknologien, og IKM Elektro som sluttbruker.

Prosjektgruppen ønsker å takke følgende personer for samarbeidet:

Steinar V Kolnes – CEO & Gründer, Carnetic

Kristoffer Røssevold – Daglig Leder, IKM Elektro

Underskrifter:

X 
Peter Ørum Andersen
Prosjektleder

X 
Julie Barnes
Gruppemedlem

X 
Martin Hopperstad
Gruppemedlem

1 Innhold

2	Innledning	6
2.1	Presentasjon av studentgruppe	6
2.2	Problemformulering	7
2.3	Avgrensninger	7
3	Bakgrunn og utfordring	8
3.1	Økende strømpriser og energibehov	9
3.2	Fornybar energi	11
4	Oppdragsgiver	13
5	Samarbeidspartner CARNETIC	15
6	Vindturbin montert på bygg	18
7	Teori	20
7.1	Vind	20
7.1.1	Vindkraft	23
7.2	Vindturbiner	25
7.2.1	Historie	25
7.2.2	Typer vindturbiner	25
7.2.3	Horisontal - HAWT	25
7.2.4	Vertikal - VAWT	27
7.2.5	H-turbin	28
7.3	Maksimal energiproduksjon fra vindturbiner	29
7.4	Generator	30
7.4.1	Aksialfluksgenerator	32
7.5	Vindturbinprinsipper	35
7.5.1	Kortslutningsmaskin - Asynkron	36
7.5.2	Induksjonsmaskin - Asynkron	37
7.5.3	Synkronmaskin	38
7.5.4	Permanentmagnetmaskin	39
7.6	Inverter	40
7.7	Analyse av vindforhold	44
8	Dimensjonering av elektriskinstallasjon.	46
8.1	Inspeksjon på allerede montert Vindturbin	46
8.2	Utførsel av installasjon hos IKM	49
8.2.1	Valget av vindturbin og likeretter boks fra Carnetic	49
8.2.2	Vindturbinen	50



8.2.3	Generatoren	50
8.2.4	Likeretter boksen JB1-4	51
8.2.5	Inverter	53
8.2.6	Overspenningsvern og sikringer.....	54
8.2.7	Sikringer i anlegget.....	54
8.2.8	Overspenningsvern	54
8.2.9	Kabeltyper og dimensjoner.....	55
8.2.10	Kabel WD001-004 kabel mellom generator og likeretter boks.	55
8.2.11	Kabel WD005-008 kabel mellom likeretter boks og inverter.....	56
8.2.12	Kabel WD009 kabel mellom inverter og hoved tavle A1.....	57
8.2.13	Utjevningsforbindelser i anlegget	57
8.2.14	Verifikasjon.....	58
8.2.15	Vedlikehold.....	58
8.2.16	Beregning nett til kobling	59
8.2.17	Febdok	60
8.2.18	Elektrisk Produksjon.....	60
8.2.19	Løsninger ved overproduksjon	61
9	Byggteknisk og tillatelser	62
9.1	Byggteknisk	62
9.2	Høyde og lufthindring	63
9.3	Produksjon av strøm.....	65
9.4	Utførelse.....	65
10	Økonomi.....	66
10.1	Produksjon	66
10.2	Skatt og avgift.....	66
10.3	Enova	67
10.4	Kostnad	67
10.5	Investerings analyse.....	67
10.6	Andre fordeler.....	67
11	Drøfting	69
12	Konklusjon	72
13	Referanser	73
14	Figurliste	75
15	Vedlegg.....	77

2 Innledning

2.1 *Presentasjon av studentgruppe*

Dette er en hovedprosjektoppgave i regi av Fagskolen i Hordaland, linje Elkraft, og utføres i samarbeid med Carnetic og IKM Elektro AS.

Gruppen består av tre deltids studenter, som tar fagskolen i Bergen, men bor relativt samlet i området rundt Sola, Rogaland.

Mellom oss har vi nærmere 50års erfaring i elektrobransjen, med varierende spesialiteter som bl.a. industri, offshore, onshore, motor, generator og transformator.



Peter Ørum Andersen

Swire Energy Services



Martin Hobberstad

E Plug



Julie K Garnes

IKM Elektro

2.2 Problemformulering

De senere år har høye strømpriser globalt ført til økt strømpris i Norge. Dette gir interesse for alternative energi kilder. Flere har valgt å investere i solcelleanlegg, til tross for de utfordringene det kan føre med seg. Internasjonalt har vi sett flere tilfeller der mindre vindturbiner er montert på takene av industribygg, enten på landet eller i byen.

IKM Elektro vurderer å installere flere mindre vertikale vindturbiner på taket av sitt lokale i Skvadronvegen 24, og ønsker å vite om dette er et lønnsomt prosjekt.

Dette er for å kunne produsere egen strøm, og samtidig lette på strømforbruk fra nett, det vil være mulig å selge tilbake til nett når eget forbruk er lavt.

Tomtens areal er 6424,8m², og takets areal er ca. 2500m², i tre forskjellige nivåer. Kunden er i dag koblet opp mot strømmettet til Lnett (lokalt forsyningsselskap). Kundens tomt befinner seg 100m ifra Sola flyplass, og 330 skvadron / Redningshelikopter ligger plassert nær ved tomten. Det må derfor tas hensyn til høyde og utforming.

Prosjektgruppen skal analysere lokale vindforhold og der ut ifra velge vindturbiner. Prosjektgruppen ønsker å legge mest vekt på elektrodimensjonering av anlegget.

2.3 Avgrensninger

Følgende hovedoppgaver er i prosjektet:

- Installasjon av vind-møller på taket av industribygg hos IKM.
 - Analysen av vindforhold.
 - **Dimensjonering av elektriskinstallasjon.**
 - Undersøke effekt og økonomi.
- Tilkobling til eksisterende nett i bygget.
 - **Dimensjonering av elektriskinstallasjon.**
 - Konfigurering.
 - Inverter, kabler og annet utstyr.
- Levering av eventuell overskudstrøm, til nettselskap.
- Undersøke økonomi over en tids periode.

3 Bakgrunn og utfordring

I dag er fossilt brennstoff den største andelen av energi forbruket. Dette har påvirket luft, land og vann i en så stor grad at verden har forstått behovet for alternativ ren energi. Dette er viktig for å bevare liv og helse for både mennesker og dyr, i generasjonene som kommer.

Solenergiproduksjonen økte med 23% i 2021, og vind med 14% globalt. Samlet sett utgjør dette mer enn 10% av den globale elektrisitetsproduksjonen. Alle grønne energikilder genererte 38% av verdens elektrisitet i 2021, mer enn kull (36%). For å være på vei mot å holde den globale oppvarmingen under 1,5 grader, trenger vind og sol å opprettholde høye samlede vekstrater på 20% hvert år frem til 2030. Det er den samme veksthastigheten som gjennomsnittet deres har vært de siste ti årene i forveien. [1] «Global electricity review 2022,»

Dette er nå fullt mulig: vind og sol er den billigste kilden til elektrisitet på en nivåer basis, med stadig økende global erfaring med å integrere dem i nettverk på høye nivåer. Med 50 individuelle land som nå produserer mer enn 10% av sin elektrisitet fra disse hurtigmonterbare ressursene, og tre land som allerede danner over 40%, er det allerede klart at disse teknologiene leverer. [1] «Global electricity review 2022,»

Regjeringer som USA, Tyskland, Storbritannia og Canada er så sikre på ren elektrisitet at de planlegger å skifte sitt nettverk til 100% ren elektrisitet i løpet av det neste tiåret og et halvt. Men med kull som fortsatt øker, og etterspørselen etter elektrisitet som fortsetter å øke, må alle regjeringer med karbonintensive nettverk nå handle med samme dristighet og ambisjon.

Norge derimot, har allerede størst andel produsert energi fra fornybar sektor. Men energibehovet vil fortsette å øke fremover, og nye innovative metoder å løse framtidens behov blir jobbet med over hele landet.



Figur 3-1 Kilde: <https://renergy.com/renewable-energy-vs-fossil-fuels/>

3.1 Økende strømpriser og energibehov

De økende strømprisene som oppleves i dagens samfunn kan tilskrives flere faktorer. For det første, økende etterspørsel etter elektrisitet, drevet av befolkningsvekst og økt avhengighet av elektriske apparater og teknologi, presser tilbudet og dermed prisene oppover. I tillegg kommer økende kostnader knyttet til infrastrukturutvikling, vedlikehold av kraftnett og investeringer i fornybar energi.

Videre spiller eksterne faktorer som værforhold en stor rolle. Perioder med tørke kan redusere vannkraftproduksjonen, som er en betydelig kilde til elektrisitet i mange land. Dette fører til økt avhengighet av andre kilder som gass og kull, som kan være dyrere og mer volatile i pris. I tillegg kan ekstreme værhendelser som stormer eller kuldebølger føre til midlertidige avbrudd i kraftproduksjonen, som kan drive prisene opp.

Delvis egenproduksjon av strøm kan være hensiktsmessig av flere grunner. For det første kan det gi økonomiske fordeler på lang sikt. Investering i solcellepaneler eller vindturbiner kan redusere behovet for å kjøpe strøm fra strømmettet, noe som kan være spesielt gunstig med tanke på de stadig økende strømprisene. På sikt kan slike investeringer føre til betydelige besparelser.

Videre kan delvis egenproduksjon av strøm bidra til å redusere ens miljøpåvirkning. Ved å bruke fornybare energikilder som sol eller vind, reduserer man behovet for fossile brensler som kull eller gass, som bidrar til klimaendringer og forurensning. Dette kan være et viktig skritt for enkeltpersoner og samfunn som ønsker å redusere sitt karbonavtrykk og fremme bærekraftig utvikling.

Til slutt kan delvis egenproduksjon av strøm også gi en viss grad av energiuavhengighet og pålitelighet. Ved å ha ens eget kraftproduksjonsanlegg, er man mindre sårbare for prisvolatilitet og avbrudd i strømmettet forårsaket av eksterne faktorer. Samtidig gir tilknytning til strømmettet muligheten til å dekke eventuelle underskudd i egenproduksjonen og opprettholde en stabil strømforsyning.

Samlet sett kan delvis egenproduksjon av strøm være en fornuftig investering både økonomisk og miljømessig, spesielt i lys av de økende strømprisene og behovet for å redusere klimaendringer.

Strømpriser de siste årene, hentet fra statistisk sentral byrå sin hjemmeside, se figur 3-2.

År	Strømsstøtte	Kraftpris	Avgifter	Nettleie
2012	0	29,1	25,8	26,3
2013	0	34,8	27,1	26,4
2014	0	30,6	27,1	26
2015	0	26,7	29,1	26,2
2016	0	31,6	33	27,2
2017	0	34,4	34,2	27,9
2018	0	48,6	37,6	28,7
2019	0	48,7	37,2	30
2020	0	20,7	31	28,6
2021	-6,1	71,7	43	27,3
2022	-91,4	149,6	56,5	29,2

Figur 3-2 Kilde: <https://www.ssb.no/energi-og-industri/energi/statistikk/elektrisitetspriser/artikler/rekordhoy-strompris-i-2022--dempet-av-stromstotte>

3.2 Fornybar energi

Fornybar energi har blitt et stadig viktigere tema i kampen mot klimaendringer og for å sikre en bærekraftig fremtid for planeten vår. Denne typen energi kommer fra naturlige kilder som er fornybare og uendelige, og den produserer minimalt med klimagasser og annen forurensning sammenlignet med tradisjonelle fossile brensler.

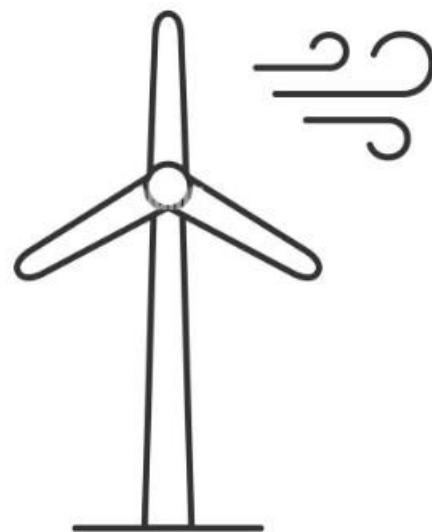
Solenergi er en av de mest fremtredende formene for fornybar energi.

Solcellepaneler fanger opp sollyset og konverterer det til elektrisitet, og de kan installeres både på taket av boliger og i større solparker. Solenergi er en ren, stille og pålitelig energikilde som kan utnyttes over hele verden. Vannkraft er en annen betydelig kilde til fornybar energi. Ved å utnytte vannets naturlige bevegelse gjennom elver og demninger, kan vannkraftanlegg generere store mengder elektrisitet. Selv om det kan påvirke økosystemene i elver og innsjøer, har vannkraft fortsatt potensial til å være en pålitelig og bærekraftig energikilde.

Vindenergi har også blitt stadig mer populært som en form for fornybar energi. Vindturbiner, eller vindturbiner, utnytter vindens kinetiske energi til å generere elektrisitet. Disse møllene kan plasseres både på land og offshore, og de produserer ingen luftforurensning eller klimagasser under drift.

Vindenergi er dermed en ren og ubegrenset ressurs som kan bidra betydelig til å redusere avhengigheten av fossile brensler og redusere klimaendringer. [2]«Hva er vindkraft,» UngEnergi, 21 07 2022

I tillegg til å være miljøvennlig, har fornybar energi også økonomiske fordeler. Den bidrar til å diversifisere energiforsyningen og redusere sårbarheten for prissvingninger i fossile brensler. Dessuten kan den skape nye arbeidsplasser og stimulere økonomisk vekst i lokalsamfunn som satser på fornybar energiproduksjon.



Figur 3-3 Kilde:
<https://www.alamy.com/wind-turbine-line-icon-renewable-sustainable-eco-friendly-energy-source-windmill-alternative-electric-energy-wind-power-of-nature-black-outline-image360212406.html>

Samlet sett representerer fornybar energi et håp for en mer bærekraftig fremtid. Gjennom kontinuerlig innovasjon og investeringer kan vi utnytte potensialet til solenergi, vannkraft, og spesielt vindenergi, for å redusere klimaendringer, sikre energisikkerhet og bevare miljøet for kommende generasjoner.

4 Oppdragsgiver



Figur 4-1 Oppdragsgivers logo

Oppdragsgiver er IKM Elektro AS, som har hovedkontor i Skvadronvegen 24 i Sola kommune. For å senke eget forbruk av strøm nettet ønsker oppdragsgiver å se på muligheten for å produsere egen energi ved hjelp av flere vindturbiner montert på taket av hovedbygget, som vist i figur 3-2.



Figur 4-2 Oppdragsgivers hovedbygg med forslag til monterte vindturbiner

Hovedbygget, hvor vindturbinene er tenkt montert, ble bygget i 1994 som et kombinert verksted- og kontorlokale. Energiforbruket på bygget er høyt, i 2022 var forbruket 323 324 kW/t, mesteparten av energien blir brukt på oppvarming og ventilasjon, samt noe til drift av ovner og utstyr.

Det er en bedrift med ca 400 ansatte, fordelt på flere lokasjoner og ute i felt. Bedriften ble startet i 1916 under navnet Gjerseth Elektriske, med reparasjon og produksjon av elektriske motorer og utstyr som hovedfelt.

Oppdragsgiver driver i dag med inspeksjon, service og reparasjon av roterende elektriske maskiner, elektriske tjenester til olje- og gassindustrien, inspeksjon av deler til vindturbiner, samt inspeksjon og reparasjon av vannkraftverk.

5 Samarbeidspartner CARNETIC



Carnetic har spesialisert seg i utvikling av utnyttelse av vindenergi i mindre skala og har utviklet en type vindturbin som er produsert med stål og tre, hvor en vindturbin kan produsere energi tilsvarende hele 50m² med solcelle panel. Og med denne kostnads effektive metoden for små skala kraft produksjon, er dørene åpnet på større gap for den vanlige forbruker til å produsere sin egen strøm.

I tillegg til å produsere fornybar energi, er også selve vindturbinen produsert av fornybare materialer. Med kjerne konstruksjonen i stål og blader av tre, slipper du skadene som følger glassfiber konstruksjoner i naturen. Ved slitasje er det også mulig å enkelt bytte blader.

“Ulikt andre byggematerialer, er tre det eneste byggematerialet som har absorbert CO₂ fra atmosfæren når det produseres/dyrkes som et tre. 1 kg tørt tre har absorbert 1,68-1,8 kg CO₂ fra atmosfæren. Derfor er tre en god og naturlig karbonsluk. Å bruke tre som byggemateriale gir derfor perfekt mening.

Men tre er også godt egnet som byggemateriale i en vindturbin. Spesielt når du kombinerer tre med teknikker som laminering og 3D-grinding.

En 3 kW vindturbin vil trenge et sted mellom 30-40 kg, avhengig av om vi også bruker tre til stiverne. Så i dette tilfellet har en 3 kW vindturbin absorbert 50-72 kg CO₂.

Hvis vi brenner det samme treet for varmeproduksjon, vil vi få 150-200 kWh i form av varme. Hvis du ønsker å konvertere varmeenergi til elektrisitet, vil du få omtrent 20% konverteringsgrad, eller 30-40 kWh. Imidlertid kan den samme 3 kW vindturbinen produsere denne mengden energi på 10-13 timer ved en vindhastighet på 9-10 m/s. Det er mange gode grunner til å investere i din egen strømproduserende vindturbin. En grunn er selvfølgelig at prisen per produsert kilowatttime (kWh) er lavere enn noen annen alternativ, inkludert solcellepaneler.

I motsetning til solcellepaneler produserer en vindturbin energi både dag og natt. I tillegg produseres mesteparten av energien i kalde klima på det tidspunktet av året når du trenger den mest.

Målet vårt er å produsere elektrisitet for mindre enn 0,1 dollar per kWh, når du nedskriver investeringen over en tiårsperiode.

Andre fordeler er uavhengighet fra svingende energikostnader og utslippsfri energi. Med flere elektriske kjøretøy (EV-er) og til og med elektriske traktorer, kan man produsere mat med mindre innvirkning fra fossile brensler.

Vi oppnådde dette ved å forbedre vertikale akse vindturbiner (VAWT) av typen Darrieus H-design, med bare en roterende del og laminerte tre vinge profiler. Disse VAWT H-designene er egnet for vindturbiner opp til størrelsen på 16m² intercepted/swept area (4,5 meter høy x 3,5 meter i diameter).

For størrelser over 16m² vil tre propeller fortsatt være mer økonomiske og miljøvennlige enn glassfiber, ved bruk av konvensjonelle horisontale akse vindturbiner (HAWT) opp til størrelser på 500m² (25 meter i diameter).

Tre lagrer store mengder CO₂ fra atmosfæren. Kombinert med ny teknologi vil levetiden overgå andre byggematerialer. For å bevise poenget mitt: Her i mitt hjemland Norge har vi fortsatt gamle trekirker, kalt "stavkirker", som fortsatt er i bruk. Den eldste trekirken, Urnes stavkirke, ble bygget i år 1130, og noe av tømmeret som fortsatt er i bruk, ble hogd i årene 1060 til 1070.

I de fleste land/stater betaler du ingen skatt på hjemmeprodusert energi til eget bruk. Du betaler ingen "transportavgift" når du bruker din egen produserte strøm. Dette skyldes at det ikke er noen transporttap forbundet med strømmettet, og du betaler ikke for de store investeringene og oppgraderingene av strømmettet. Dette alene kan spare deg 0,05 dollar per kWh forbrukt.

Hvis du er tilkoblet strømmettet, kan overskuddsproduksjon av elektrisitet selges til nettet. Eller det kan lagres lokalt i et batteri, lade din EV-bil/traktor. Produksjon av grønt hydrogen er også et alternativ.

I tilfeller der strømmettet ikke er et alternativ, og du er "off-grid", er lokal lagring et must. Kanskje også kombinere med solcellepaneler og hybridløsninger slik at du fortsatt har strøm 24/7. " [3] S. Kolnes, «Lowest carbon footprint,» Carnetic, 09 11 2021.



Figur 5-1 Carnetic Norsk vindturbin produsent 2024

Innledningsvis ble flere vindturbin leverandører vurdert gjennom forskning på nett. Både lokale og andre, og det finnes mange bra løsninger i dag, og bransjen er i konstant utvikling.

6 Vindturbin montert på bygg

Det er flere fordeler ved å installere vindturbiner på taket av næringsbygg. Takflater på næringsbygg er ofte underutnyttede områder som kan brukes til å skape fornybar energi ved å installere vindturbiner. Her er det også ingen inngrep i naturen, som er en hjertesak for mange av det Norske folk. Dette gjør det mulig å maksimere bruken av tilgjengelig areal og diversifisere energiforsyningen. Ved å plassere er på taket av næringsbygg, kan energiproduksjonen skje lokalt, nær der energien forbrukes. Dette reduserer behovet for overføring av energi over lange avstander og kan bidra til å stabilisere strømmettet i området.

Ved å danne sin egen energi fra vindturbiner på taket, kan næringsbygg redusere sin avhengighet av strøm fra det offentlige strømmettet. Dette kan være spesielt nyttig under perioder med høye energipriser eller strømbrudd. Installasjon av vindturbiner på taket av næringsbygg kan signalisere en forpliktelse til bærekraftighet og miljøansvar for bedriften. Dette kan forbedre bedriftens omdømme og tiltrekke seg kunder, investorer og ansatte som verdsetter bærekraftig praksis.

Vindturbiner på taket kan være en skalerbar løsning som kan tilpasses ulike størrelser og typer næringsbygg. De kan også være spesielt gunstige for bygninger i områder med tilstrekkelig vindressurser. Samlet sett kan installasjon av vindturbiner på taket av næringsbygg bidra til å redusere energikostnadene, forbedre bærekraftigheten og styrke bedriftens omdømme som en miljøbevisst aktør.



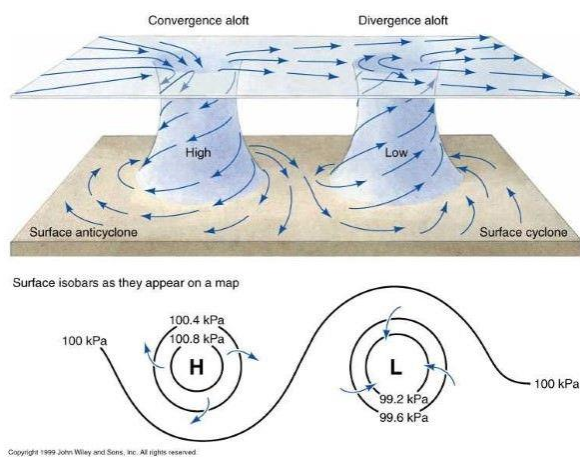
Figur 6-1 Bilde er av vindturbinene montert på taket til Bryne VGS. Kilde:
<https://twitter.com/Hakonrl/status/1112692515952607233>

7 Teori

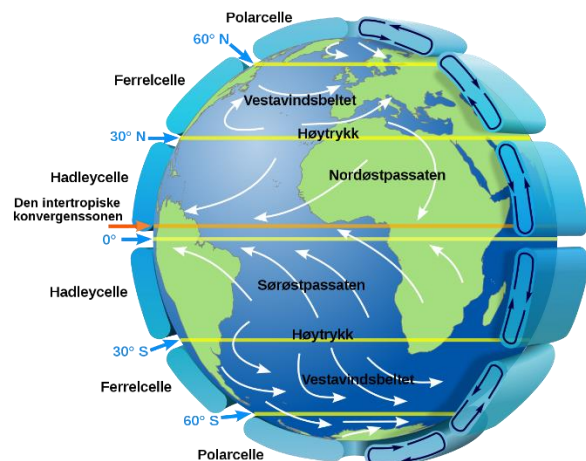
7.1 Vind

Vind er bevegelse i luft. Til vanlig snakker om den horisontale vinden som beveger seg langs jordens overflate, men vinden kan også bevege seg vertikalt, oppover eller nedover i atmosfæren. Den er en av jordens grunnleggende naturkrefter og oppstår som følge av temperaturvariasjoner og trykkforskjeller i atmosfæren.

Vinden beveger seg alltid fra høytrykk til lavtrykk. Uten jordens rotasjon ville vi sannsynligvis hatt enkle vindmønstre, med ett lavtrykk rundt ekvator og ett høytrykk rundt polene. Jordens rotasjon skaper imidlertid en effekt som kalles Coriolis-effekten, den bøyer av vinden og gjør at det dannes flere høytrykk og lavtrykk mellom ekvator og polene. I tillegg til Coriolis-effekten bestemmes vindens retning og styrke av flere faktorer, inkludert temperaturforskjeller og lufttrykket, noe som resulterer i komplekse vindmønstre.

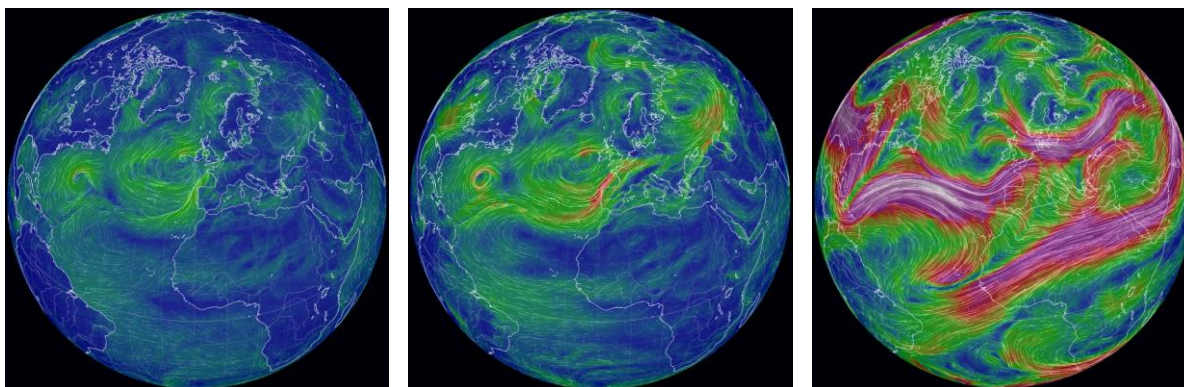


Figur 7-1 Høy- og lavtrykksenter med vindretning. [37]



Figur 7-2 Jordens sirkulasjonsmønstre. [38]

Vindstyrken varierer uti fra høyden i atmosfæren. I de polare jetstrømmene som befinner seg rundt 7-12 kilometer over bakken, har vinden en gjennomsnittshastighet på 45-65m/s men kan nå hastigheter på opptil 100 meter per sekund.



Vindhastighet ved
overflate

Vindhastighet ved 1500m

Vindhastighet ved 10km

Figur 7-3 Illustrasjon av vindhastigheter ved forskjellige høyde [4]

I høyere atmosfærelag bestemmes vindens variasjon av temperaturforskjeller på et større nivå, med kald luft som beveger seg til venstre (på den nordlige halvkule) og øker i styrke med større temperaturforskjeller. På bakkenivå blir vindmønsteret påvirket av topografien, som fjellkjeder, daler og fjorder, noe som skaper lokale variasjoner.

Måling av vind utføres vanligvis ti meter over bakkenivå i meteorologiske observasjoner og værvarsler. Vindfarten måles i meter per sekund (m/s), knop eller kilometer per time (km/t), og både gjennomsnittlig vindhastighet og maksimale vindkast registreres. Vindens intensitet kan variere avhengig av terrenget, med særlig kraftige vindforhold over fjellpass og nes, samt på le-siden av fjellkjeder.

Historisk ble vinden målt med forskjellige skalaer rundt om i verden, hvorav Beauforts skala, utviklet av Francis Beaufort (1774-1857) på 1800-tallet, overlevde inn i det 20. århundre. Denne skalaen klassifiserte vindstyrken fra 0-12 basert på dens virkning på seilfartøyer. Moderne standarder for vindmålinger bruker imidlertid metriske enheter og internasjonalt aksepterte målestokker.

Vindstyrke i beaufort	Betegnelse	Vindens virking på land	Vindhastighet m/s	Vindhastighet km/t	Vindhastighet knop
0	Stille	Røyken stiger rett opp	0–0,2	0–1	0-1
1	Flau vind	Vindretningen sees av røykens drift	0,3–1,5	1–5	1-3
2	Svak vind	Følbar, rører på trærnes blader, løfter en vimpel	1,6–3,3	6–11	4-6
3	Lett bris	Løv og småkvister rører seg, vinden strekker lette flagg og vimpler	3,4–5,4	12–19	7-10
4	Laber bris	Løfter støv og løse papirer, rører på kvister og smågrener, strekker større flagg og vimpler	5,5–7,9	20–28	11-16
5	Frisk bris	Småtrær med løv begynner å svaie	8,0–10,7	29–38	17-21
6	Liten kuling	Store grener og mindre stammer rører seg, man merker motstand når man går	10,8–13,8	39–49	22-27
7	Stiv kuling	Hele trær rører seg, tungvint å gå mot vinden	13,9–17,1	50–61	28-33
8	Sterk kuling	Brekker kvister av trærne, tungt å gå mot vinden	17,2–20,7	62–74	34-40
9	Liten storm	Hele store trær svaier og hiver, takstein kan blåse ned	20,8–24,4	75–88	41-47
10	Full storm	Sjelden inne i landet, trær rykkes opp med rot, stor skade på hus	24,5–28,4	89–102	48-55
11	Sterk storm	Veldig sjeldent, følges av store ødeleggelser	28,5–32,6	103–117	56-63
12	Orkan	Uhyre sjeldent. Uvanlig store ødeleggelser	> 32,7	> 118	> 63

Figur 7-4 Beauforts vindskala [5]A. D. S. Kristin Seter, « Store Norske Leksikon,» 21 Januar 2024.

Vindens natur er kompleks og spiller en vesentlig rolle i atmosfærens dynamikk og værmønstre over hele kloden. En grundig forståelse av vindens egenskaper og målingene av den er avgjørende for vitenskapen om meteorologi og for en rekke praktiske anvendelser, inkludert luftfart, skipsfart og klimaovervåkning.

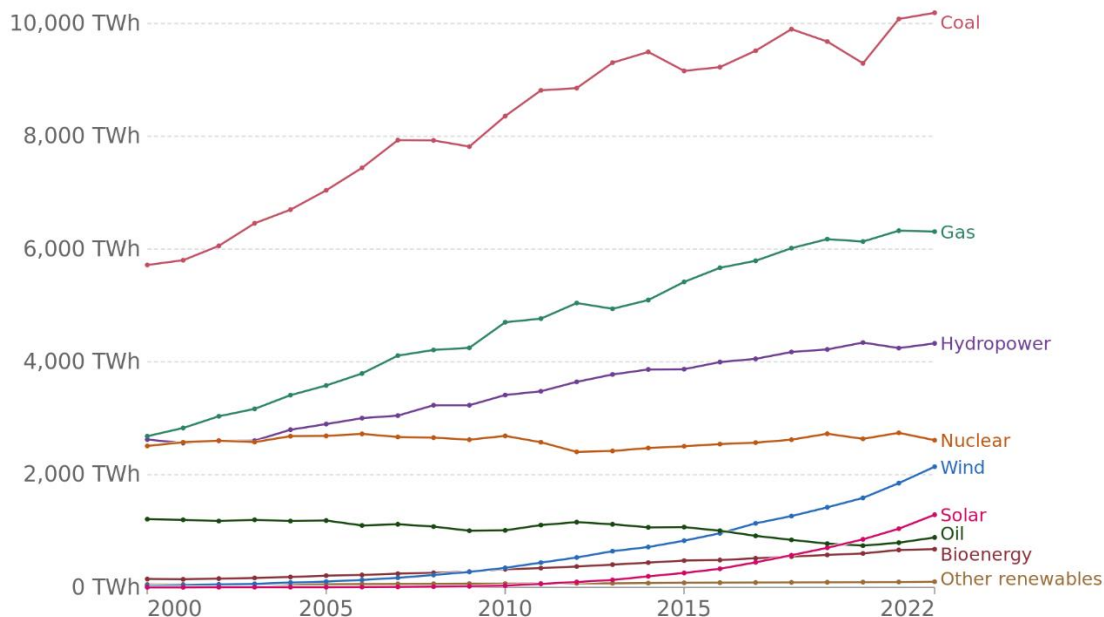
7.1.1 Vindkraft

Vindkraft er å utnytte vindens kinetiske energi til å utføre arbeid. Det er en bærekraftig og ren energikilde, sammen med solenergi, vannkraft og bølgekraft mfl., og har mye mindre innvirkning på miljøet enn kull og olje- og gassenergi.

Mennesker har utnyttet vinden i flere tusen år, først til å fremdrift av seilbåter, så vindpumper og vindturbiner. I dag brukes vinden i all hovedsak til å generere energi ved hjelp av vindturbiner.

I 2022 ble over 7% av verdens elektrisitet, og 2% av verdens energi, forsynt fra vindkraft, denne andelen har økt kraftig de siste 20 år.

Electricity production by source, World



Source: Ember's Yearly Electricity Data; Ember's European Electricity Review; Energy Institute Statistical Review of World Energy
Note: 'Other renewables' includes waste, geothermal and wave and tidal energy.

[6]: BP Statistical Review of World Energy

Hvor mye krefter det er i en vind bestemmes av:

- Luftens volum
- Luftens massetetthet
- Luftens hastighet

Volumet av luft som passerer et areal A blir sammen med volumet v og massetettheten ρ til luftens masse; $M = \rho Av$. Hvis luften har brukt 1 sekund på å passere dette arealet, blir energioverførselen per sekund slik:

$$P = \frac{1}{2} M v^2 = \frac{1}{2} \rho A v^3$$

Det er hastigheten som bestemmer hvor mye luft som passerer, energien øker åtte ganger når hastigheten på vinden doubles.

Dette er grunnen til at det er så viktig å velge rett plassering når det skal settes opp en eller flere vindturbiner. World Energy Council identifiserte i 1993 fem forskjellige kategorier en må ta hensyn til ved utnytting av vind til kraftproduksjon:

1. **Meteorologisk potensial** – den tilgjengelige vindressursen.
2. **Stedspotensial** – baserer seg på det meteorologiske potensialet, men er begrenset til de stedene som er geografisk tilgjengelige for kraftproduksjon.
3. **Teknisk potensial** – beregnes ut fra stedspotensialet, med hensyn til tilgjengelig teknologi.
4. **Økonomisk potensial** – det tekniske potensialet som kan realiseres økonomisk.
5. **Implementeringspotensial** – tar hensyn til begrensninger og incentiver for å vurdere vindturbiners kapasitet som kan gjennomføres innenfor en bestemt tidsramme. [7] J. G. M. A. L. R. J. F. Manwell, WIND ENERGY EXPLAINED

7.2 Vindturbiner

Vindturbiner er en struktur som omgjør vindens energi til roterende energi. Det gjør de ved hjelp av roterende blader som overfører kraften til en aksling. Den roterende energien kan for eksempel bli brukt til å danne elektrisitet, eller drive pumper og kornmøller.

7.2.1 Historie

Vindturbiner har vært i bruk i flere tusen år, de eldste vi kjenner til stammer i fra Midtøsten, og ble introdusert til Europa i middelalderen. I Norge har vi alltid hatt god tilgang på vannkraft og vindturbiner har derfor ikke vært brukt i særlig stor grad før i nyere tid.

Den første gang vi kjenner til at vindturbin ble brukt til å skape elektrisitet var i 1887, av professor James Blyth i Skottland. Det var en maskin med vertikal aksling, 10m rotor og store seil. Generatoren ladet akkumulatorbatterier som ble brukt til å drive det elektriske lyset i professorens hjem. [8] C. H. Verlag, Understanding Wind Power Technology

7.2.2 Typer vindturbiner

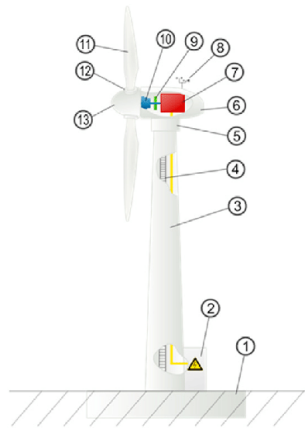
De to hovedtypene vindturbiner som eksisterer er horisontale og vertikale. Navnene representerer orienteringen til hovedakselen hvor bladene er festet. Turbinene er også delt opp i ulike prinsipper (ofte A-D) avhengig av type generator og konvertering av strøm til nett. De forskjellige generatorene er dekket i 5.4.

7.2.3 Horizontal - HAWT

Den vanligste vindturbinen i bruk, og den de fleste tenker på når de hører ordet vindturbin, er den horisontale. Denne vindturbinen har den beste utnyttelsen av vinden og er derfor den som blir brukt på større installasjoner.



<https://www.dn.dk/energi/vindenergi/>



1. Foundation
2. Connection to electricity grid
3. Tower
4. Access ladder
5. Wind-orientation (yaw) control
6. Nacelle
7. Generator
8. Anemometer
9. Electric or mechanical brake
10. Gearbox
11. Rotor blade
12. Blade pitch control
13. Rotor hub

[9]

Den består av tre eller flere rotorblader, festet på en horisontal aksling. Akslingen er koblet, enten direkte eller via en girkasse, til en generator som genererer strøm. Den horisontale vindturbinen er avhengig av å vende mot vinden for å fungere optimalt og av den grunn kan flere modeller rotere øverste del av konstruksjonen.

Ulempen med disse vindturbinene er den turbulensen i vinden som blir skapt bak rotorbladene, da horisontale vindturbiner gir best effekt ved vind uten turbulens. For å minimere dette problemet må avstanden mellom turbinene økes og arealbehovet og kabellengden øker.



Figur 7-5 viser turbulensen som har oppstått i bakkant av vindturbiner.

Figur 7-5 Photo credit Vattenfall Wind Power, Denmark

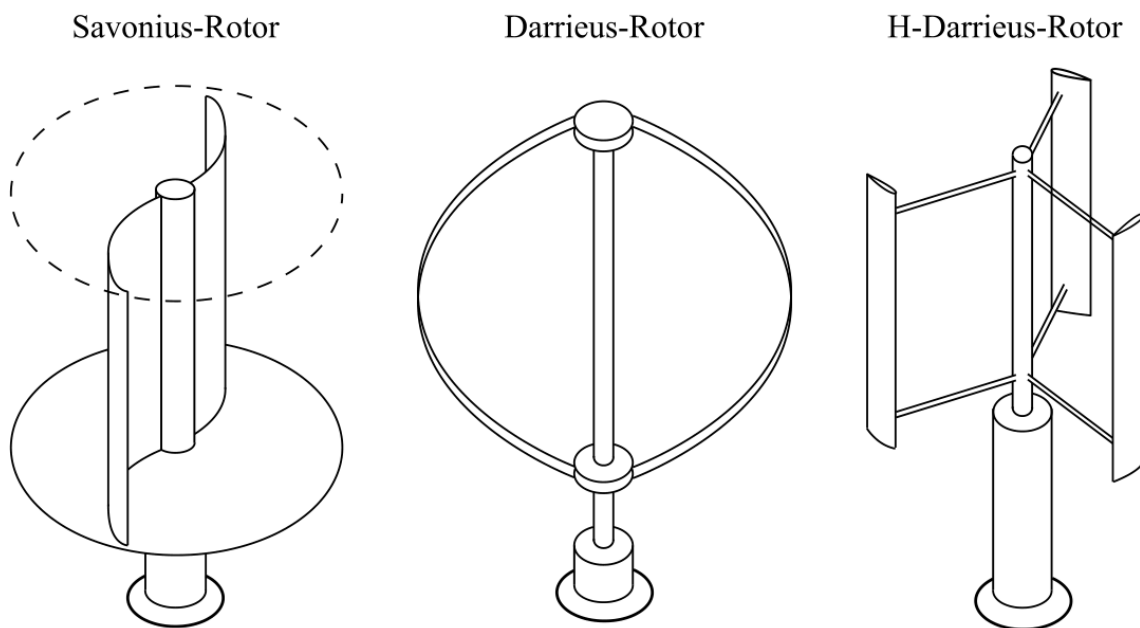
.

7.2.4 Vertikal - VAWT

De eldste typene vindturbiner som er kjent er de vertikale. Tidlige former for vertikale vindturbiner ble brukt til å drive ulike typer maskiner og møller. På 1900-tallet begynte moderne vertikale vindturbiner å utvikle seg, med forskjellige designkonsepter som Darrieus og Savonius som ble utforsket.

På vertikale vindturbiner er rotoren og generatorakselen plassert vertikalt i forhold til bakken. De kan ha ulike design, men de grunnleggende komponentene inkluderer rotorblader, generator, tårn og kontrollsystem. Rotorbladene kan være faste eller bevegelige, avhengig av designet, og de genererer energi når de blir truffet av vinden og begynner å rotere. Denne rotasjonen overføres deretter til en generator som produserer elektrisitet.

Figur 7-6 viser tre av de vanligste varianter av vertikale vindturbiner.



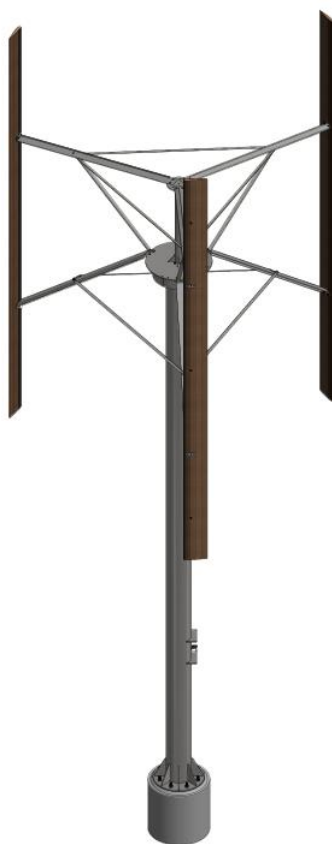
Figur 7-6 - Vanligst typer vertikale vindturbiner [10]

Savoniusturbiner - en av de eldste designene som er kjent. Konstruksjonen er enkel og består av to eller flere halvsylindriske blad på rotoren. Den brukes ofte i ganske små anlegg som hjemmebruk og små pumper, da den fungerer best ved lave hastigheter.

Darreusturbinen - disse vindturbinene har en vertikal aksling med tynnere rotorblader, som gir god effektivitet ved høyere vindhastigheter. Det finnes flere varianter av Darreusturbinen, deriblant H-rotor som brukes i denne oppgaven.

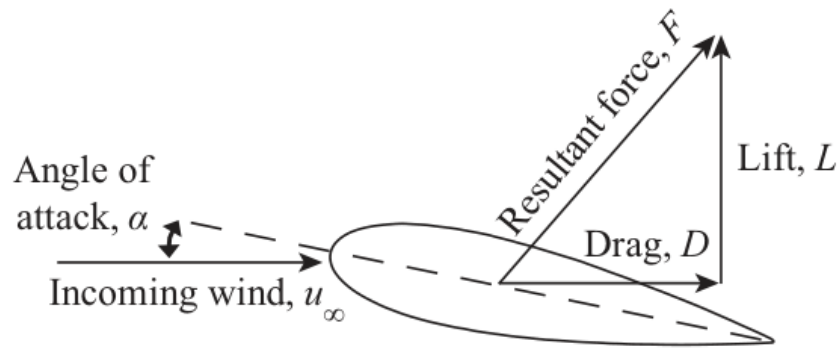
7.2.5 H-turbin

Vindturbinen Carnetic har laget er av typen H-turbin som er en undervariant av Darreusturbinen. som vist i figur 7-6.



Figur 7-7 - Modell av Carnetic vindturbin

For å utnytte vinden til å skape rotasjon er bladene formet slik at det skapes en løftende kraft på den ene siden av vingen når vinden treffer den, slik at den blir dratt i den retningen og turbinen roterer, som vist på figur 6. Dette er samme prinsipp som brukes på de fleste fly og større vindturbiner.



Figur 7-8 - Hovedkomponentene som virker på turbinens vinger og skaper bevegelse [11]

H-turbin er blant de vindturbinene som egner seg best til bruk på bygg i bebygde område da den har

- lav lydprofil,
- en enklere mekanisk struktur som gir mindre og enklere vedlikehold
- blir ikke påvirket av endring i vindretning og turbulens og kan derfor monteres tettere [11]

7.3 Maksimal energiproduksjon fra vindturbiner

Grunnprinsippet med kraftproduksjon i en vindturbin er å omdanne energien fra vind til en rotasjons kraft, for å drive en generator. Det er ikke dermed sagt at all energien i vinden blir overført.

Betz's lov, formulert av fysiker Albert Betz i 1919, er et grunnleggende prinsipp innen aerodynamikk som setter en grense for den maksimale mengden kinetisk energi som kan utvinnes fra vinden av en vindturbin. Lovet er basert på bevarelse av masse og bevegelsesmengde av luftstrømmen som passerer gjennom en idealisert "aktuatordisk", som representerer området som vindturbinens blader dekker.

Ifølge Betz's lov kan ingen vindturbin, uavhengig av design eller mekanisme, fange mer enn $16/27$ (ca. 59,3%) av den kinetiske energien som er til stede i vinden. Denne

grensen oppstår fordi å trekke ut for mye energi ville bremse vinden betydelig nedstrøms for turbinen, noe som ville være i strid med bevaringsprinsippene.

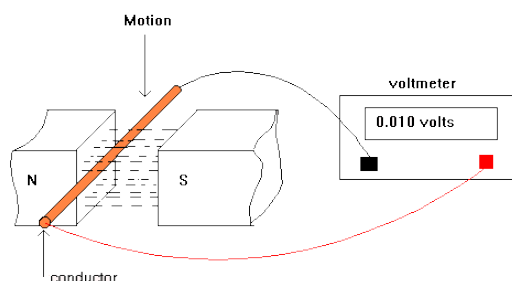
Praktiske vindturbiner i full skala oppnår typisk effektiviteter på rundt 75–80% av Betz's grense ved maksimal ytelse. Dette betyr at selv om de ikke kan overstige den teoretiske maksimum satt av Betz's lov, kan de komme nær den under ideelle forhold.

Å forstå Betz's lov er avgjørende for å designe effektive vindturbiner og optimalisere ytelsen deres samtidig som man respekterer de fysiske begrensningene som loven selv pålegger.

7.4 Generator

En elektrisk generator er en maskin som omgjør mekanisk energi til elektrisk energi, ved hjelp av elektromagnetisk induksjon.

De enkleste prinsipielle generatorene består av en leder som beveger seg i et magnetfelt, det blir da generert en spenning og strøm i lederen, se figur 7-9. Strømretning og spenningens polaritet blir bestemt ut ifra bevegelsesretningen. Størrelsen på spenning og strøm bestemmes ut ifra hastigheten på bevegelsen, og styrken på magnetfeltet.

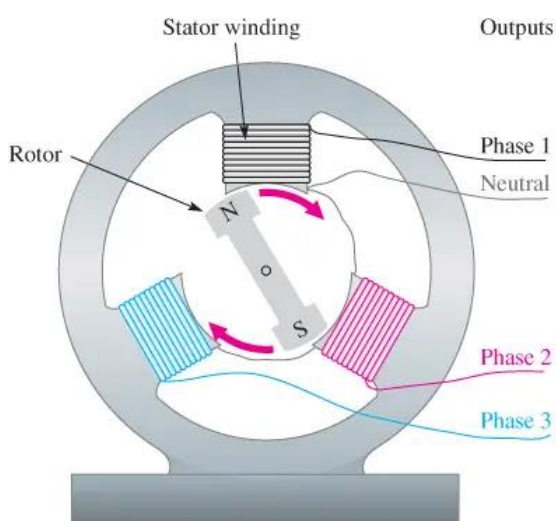


Figur 7-9 Generatorprinsippet [36]

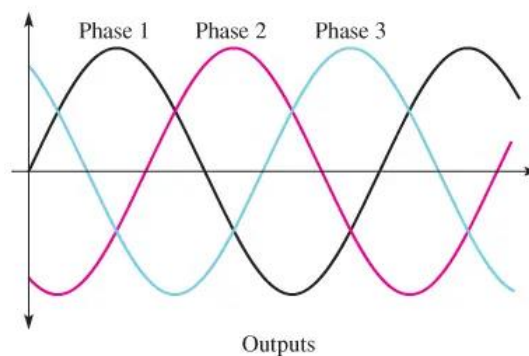
Generatorprinsippet brukes i alt fra store generatorer i kraftverk til mikrofoner hvor en spole vibrerer i takt med lydbølgene og skaper et elektrisk lydsignal. Det finnes veldig

mange forskjellige varianter av de fysiske utførelsene, men vi fokuserer på den «klassiske» vekselstrømgeneratoren da den er den vanligste i bruk.

Generatorens typiske hoveddeler består av en utvendig stator og en indre roterende rotor. Rotorens rolle er å gi et roterende magnetfelt. Den består vanligvis av et sett med magneter, enten permanente eller vikledede elektromagneter plassert rundt en aksling. Dette magnetfeltet gir grunnlaget for induksjon av elektrisk strøm i statorviklingene, se figur 7-10. Statoren har spoler, oftest laget i kobber, viklet i en jernkjerne. Når magnetfeltet roterer, genereres det en spenning i spolene.



(a) Three-phase rotating-field generator



(b) Three-phase sine wave

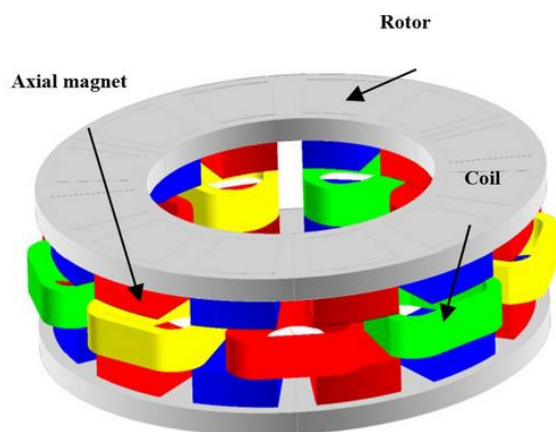
Figur 7-10 Prinsippskisse av en generator med roterende felt og den genererte spenningen

[12] Electricalacademia

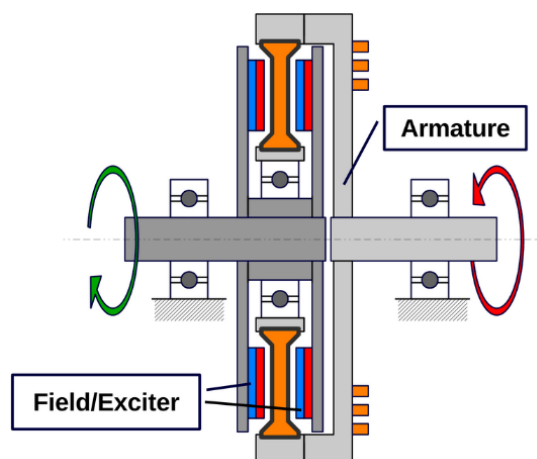
7.4.1 Aksialfluksgenerator

Carnetics vindturbiner bruker en permanentmagnetgenerator montert direkte på den vertikale akslingen. Denne er av typen axial flux generator – aksialfluksgenerator, det er en mer utradisjonell generator som er mest anvendt på mindre vindturbiner. Den skiller seg fra andre roterende elektromaskiner ved at magnetfluksen mellom stator og rotor går i det aksiale planet og ikke i det radielle planet som er vanligst.

Hovedbestanddelene er stator, rotor, hus, deksel og aksling. Magnetene er festet til rotoren som igjen er festet på akslingen som kobles til turbin. Statorviklingene er montert i huset som står i ro.

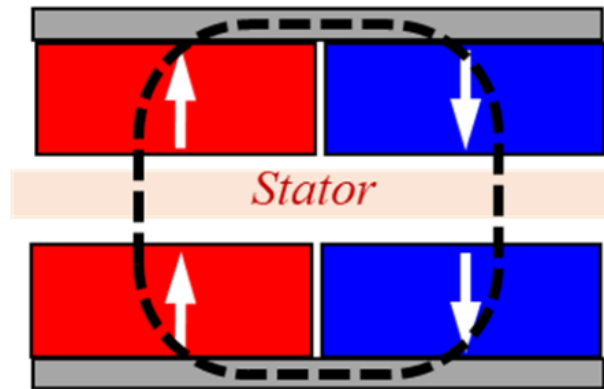


Figur 7-11 Prinsippskisse av en generator med to magnetrader og en stator [13]



Figur 7-12 Snittegning av en generator med to magnetrotorer og en stator [14]

Når magnetene roterer, og det magnetiske feltet over spolene endrer polaritet blir det generert spenning i statorviklingene.



Figur 7-13 Magnetflux gjennom stator og rotor [15]

De største faktorene som inngår i å bestemme generatorens ytelse er styrken på magnetfeltet, omdreiningshastigheten, designet av viklingen (antall spoler, antall vindinger), eventuelle tap i maskinen, temperatur / kjøling, og den fysiske størrelsen.

Carnetics generator har 32 poler, noe som gjør at den starter å generere spenning ved et lavt turtall. Hadde en standard elektromotor hatt same antall poler ville det synkrone turtallet ved 50 Hz vært 187,5 o/min.

$$t = \frac{f \cdot 60}{p} = \frac{50 \cdot 60}{16} = 187,5 \text{ } ^{\circ}/\text{min}$$

Magnetene i motoren er av typen neodymium permanentmagneter, de er laget av en legering bestående av neodymium, jern og bor, og er den mest brukte magneten laget av «sjeldne jordarter». Disse kan bestilles på mål og tegning slik at du kan få magneter skreddersydd til det aktuelle behovet.

Beregning av frekvens ut fra generator:

$$f(\text{Hz}) = n * \frac{P}{120}$$

n = rotasjonshastighet målt i o/min

P = antall polpar

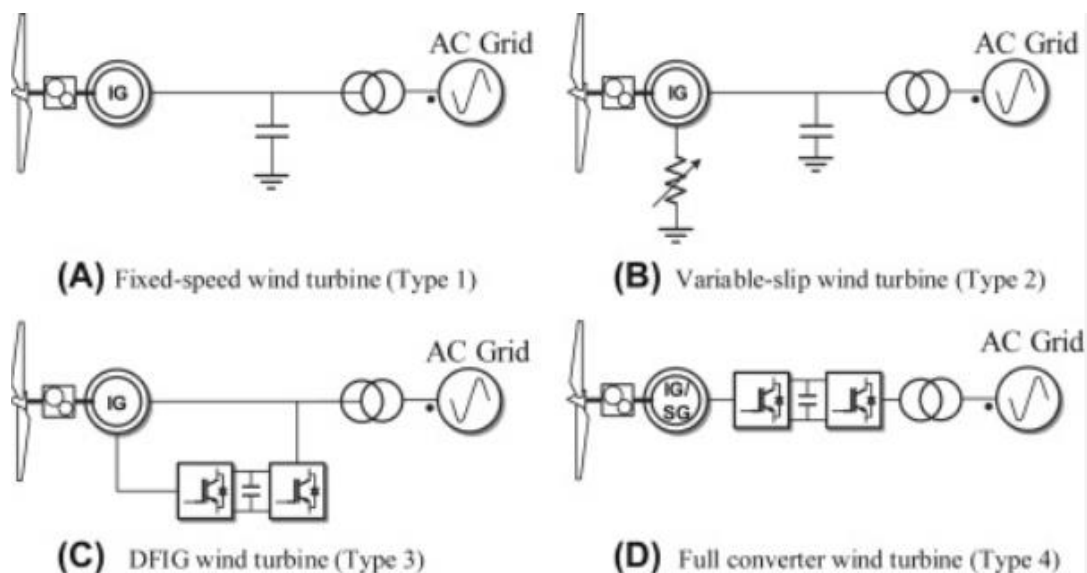
$120 = 60 \text{ sekunder ganger } 2 \text{ da det er } 2 \text{ poler pr. polpar}$

Ved design av aksial generator kan PC-basert programvare brukes til simulering av elektromagnetiske felt. Dette er ofte tilleggs programmer som for eksempel SIMSCALE der kan brukes sammen med de fleste CAD design programmer AutoCAD, Fusion, SolidWorks, OnShape etc. Simulerings programmer kan brukes som et verktøy til å optimalisere generatoren. I denne oppgave bruker vi designet til Carnetic og har derfor ikke arbeidet med å finne beste programvare for optimalisering av generatoren.

7.5 Vindturbinprinsipper

[16]

Det er fire prinsipielle vindturbiner som er i bruk, med forskjellig type generatorer og konvertersystem. Figur x-x under viser prinsipp A-D.

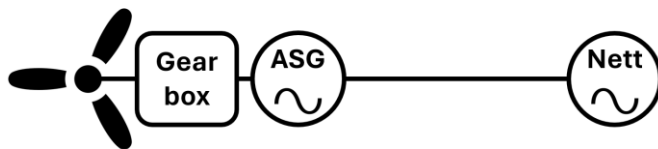


Figur 7-14 Vindturbinprinsipp A-D Kristian Freyr Johanson (Teams)

- A. Induksjonsmaskin koblet direkte på nett
- B. Induksjonsmaskin med variabel motstand i rotorkrets
- C. Induksjonsmaskin med spenning matet tilbake på rotor
- D. Maskin med full konvertering av spenning

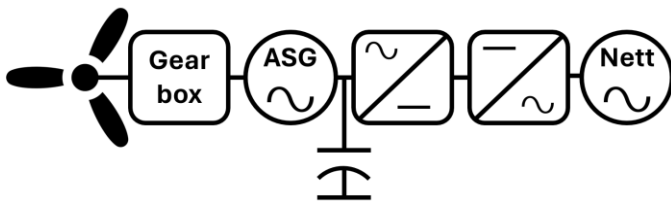
7.5.1 Kortslutningsmaskin - Asynkron

Består av en viklet stator og en kortslutningsrotor bestående av en burvikling som er laget av staver og kortslutningsringer eller av en støpt burvikling.



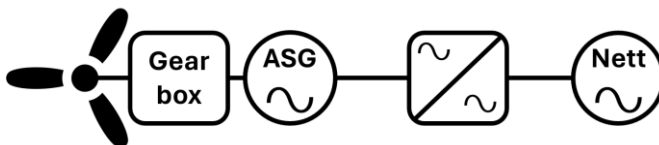
Koblet direkte til nett. Enkel konstruksjon, men kan ikke reguleres.

Figur 7-15 Kortslutningsmaskin – Koblet direkte til nett



Tyristorkonverter gjør om spenning fra AC til DC og pulskonverter gjør om fra DC til AC.

Figur 7-16 Kortslutningsmaskin – Koblet til nett via konverter/inverter

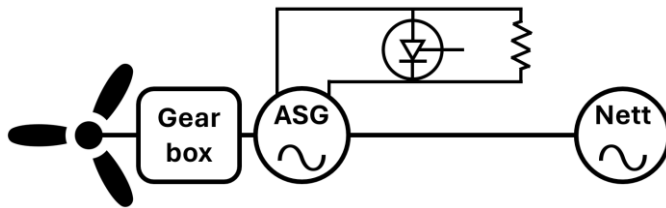


Koblet direkte til nett via AC-konverter, kan kun regulere frekvens.

Figur 7-17 Kortslutningsmaskin – Koblet til nett via AC-konverter

7.5.2 Induksjonsmaskin - Asynkron

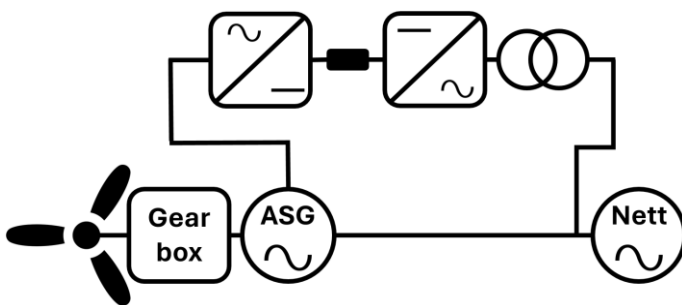
Består av en viklet stator og en viklet rotor som er forbundet med en ytre motstand via sleperinger.



Figur 7-18 Induksjonsmaskin – Regulering av motstand i rotorkrets

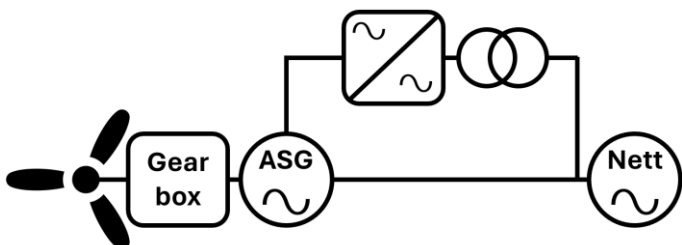
Variabel motstand i rotorkretsen regulerer effektoverføring.

Motstanden resulterer i effekttap.



Figur 7-19 Induksjonsmaskin – Regulering av spenning i rotorkrets med likeretter, reaktor og inverter

For å bøte på effekttappet i motstanden i prinsippet over, kan det brukes en oversynkron-kaskadekontroll bestående av likeretter, reaktor og inverter. Generator må gå over synkronhastighet og kan ikke konllere rekativ effekt.

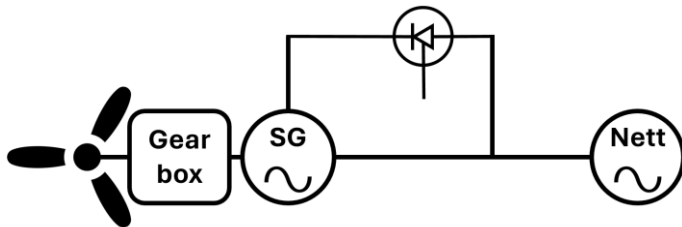


Figur 7-20 Induksjonsmaskin – Regulering av spenning i rotorkrets med AC-konverter

AC-konverter koblet i rotorkrets kan flytte effekt i begge retninger og styre rotorstrøm og -fase, samt slip, aktiv og reaktiv effekt. Generator kan gå over og under synkronhastighet.

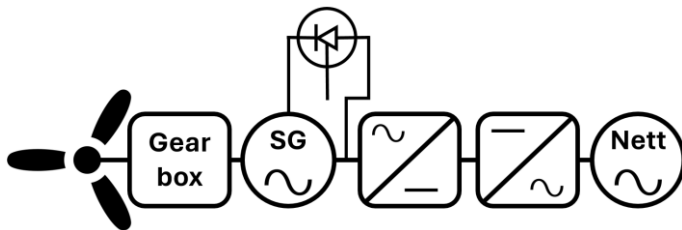
7.5.3 Synkronmaskin

1. Består av en viklet stator og en viklet rotor. Feltviklingen ligger på rotor, og armaturviklingen er i stator. Den er mer komplisert og dyrere, brukes mest på større vindturbiner.



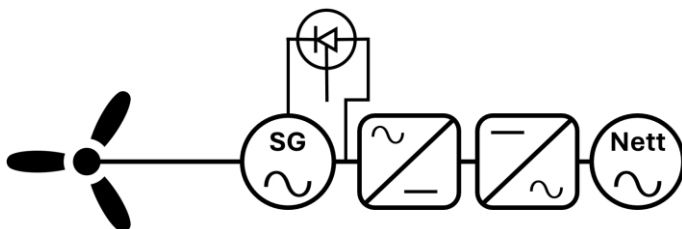
Figur 7-21 Synkronmaskin - Koblet direkte til nett

Generator koblet direkte til nett. Egen krets transformator og likeretter forsyner magnetiseringen. Den må gå i maskinens synkronhastighet.



Figur 7-22 Synkronmaskin – Koblet til nett via konverter/inverter

Her er effekten fra generator ført gjennom konverter og inverter. Med denne løsningen kan generatorens hastighet variere

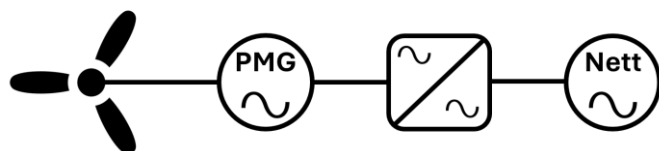


Figur 7-23 Synkronmaskin - Koblet til nett via konverter/inverter uten girkasse

Likt konsept med konverter og inverter med uten at turbin er koblet til generator

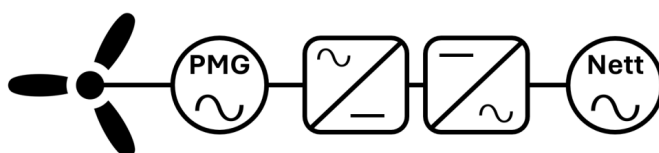
7.5.4 Permanentmagnetmaskin

En permanentmagnetmaskin består av en viklet del og en magnetiseringsdel bestående av permanentmagneter, omtales ofte som børsteløs maskin. Det er ikke behov for girkasse ved bruk av permanentmagnetmaskin.



Figur 7-24 Permanentmagnetmaskin med AC-konverter

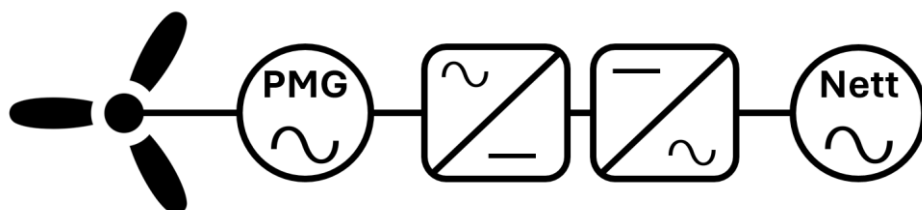
Turbin er koblet direkte til generator som er koblet til nett via AC-konverter



Figur 7-25 Permanentmagnetmaskin med konverter & inverter

Turbin er koblet direkte til generator som er koblet til nett via konverter og inverter. Det er denne løsningen som brukes i oppgaven

7.6 Inverter



Figur 7-26 Vindmølle – Konverter/likeretter - Inverter - Strømnett, forenklet illustrasjon.

En nett-tilkoblet inverter konverterer likestrøm (DC) til vekselstrøm (AC) som er egnet for å injiseres inn i et elektrisk strømnett, med samme spenning og frekvens som det elektriske strømnettet. Nett-tilkoblede invertere brukes mellom lokale elektriske kraftgeneratorer: solcellepaneler, vindturbiner, vannkraft og strømnettet.

For å injisere elektrisk kraft effektivt og trygt inn i strømnettet, må nett-tilkoblede invertere nøyaktig matche spenningen, frekvensen og fasen til strømnettet sinusformede AC-bølgeform.

Grid-tilkoblede invertere konverterer likestrøm (DC) elektrisk kraft til vekselstrøm (AC) som kan injiseres i strømnettet til et elektrisitetsselskap. Disse invertere, kjent som GTI-er, må være i fase med nettet og opprettholde utgangsspenningen litt høyere enn nettspenningen til enhver tid. Moderne GTI-er av høy kvalitet har en fast enhets effektfaktor, som betyr at utgangsspenningen og strømmen er nøyaktig justert, og fasevinkelen er innenfor 1° av AC-strømnettet. Inverteren har en intern datamaskin som registrerer den gjeldende AC-nettbølgeformen og genererer en spenning som samsvarer med nettet. Imidlertid kan det være nødvendig å tilføre reaktiv effekt til nettet for å holde spenningen innenfor tillatte grenser i det lokale nettet. Ellers kan spenningsnivåene stige for mye i nettsegmenter med betydelig kraft fra fornybare kilder, for eksempel solcellepaneler ved høy produksjon, for eksempel rundt middagstider.

GTI-er er også utformet for å raskt koble seg fra nettet hvis strømnettet går ned. I USA er det et NEC-krav som sikrer at hvis det oppstår strømbrydd, skal GTI-ene slå

av for å forhindre at energien de overfører skader linjearbeidere som sendes for å reparere strømmettet.



Figur 7-27 <https://impiantofotovoltaico.shop/en/product/afore-inverter-three-phase-string-15kw/>

Når de er riktig konfigurert, muliggjør en grid-tilkoblet inverter at en huseier kan bruke et alternativt kraftproduksjonssystem som sol- eller vindkraft uten omfattende omlegging av elektriske systemer og uten behov for batterier. Hvis den alternative kraften som produseres er utilstrekkelig, blir underskuddet supplert fra strømmettet.

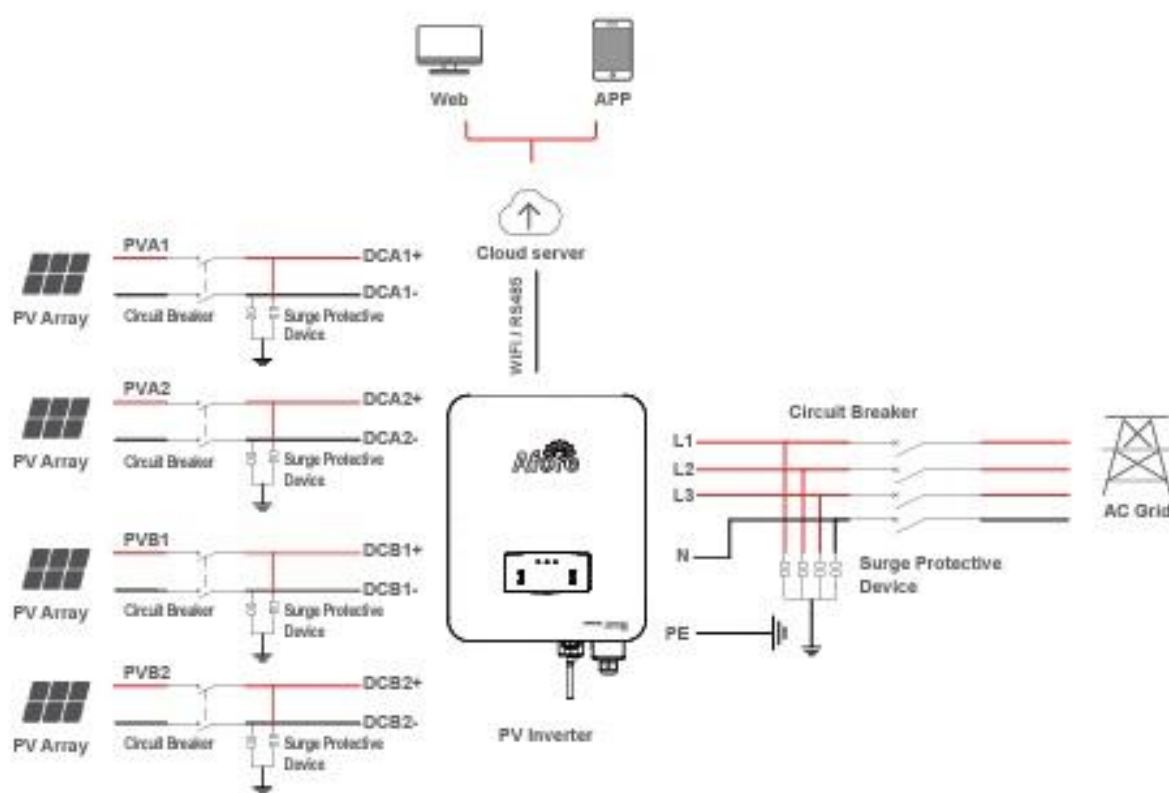
Grid-tilkoblede invertere inkluderer konvensjonelle lavfrekvente typer med transformerkobling, nyere høyfrekvente typer, også med transformerkobling, og transformatorløse typer. I stedet for å konvertere likestrøm direkte til vekselstrøm egnet for nettet, bruker høyfrekvente transformatorer en datamaskinprosess for å konvertere kraften til høyfrekvent strøm, deretter tilbake til likestrøm og deretter til den endelige vekselstrømutgangsspenningen egnet for nettet.

Transformatorløse invertere, som er populære i Europa, er lettere, mindre og mer effektive enn invertere med transformatorer. Men transformatorløse invertere har vært tregere med å komme inn på det amerikanske markedet på grunn av bekymringer om at transformatorløse invertere, som ikke har galvanisk isolasjon

mellom likestrømsiden og nettet, kan injisere farlige likestrøms spenninger og strømmer inn i nettet under feilforhold.

Afore BNT inverter.

Afore UK BNT-serien består av trefase streng invertere designet spesielt for små kommersielle solenergisystemer med kapasiteter fra 3 kW til 25 kW. Disse invertere har alle unibody-hus laget av aluminiums strukturer som er anodisert, noe som øker deres holdbarhet og effektivt beskytter mot korrosjon.



Figur 7-28 Inverter tilkoblings illustrasjon, Aforeenergy.com

Med eksterne induktorer sikrer unibody-husene effektiv varmespredning, noe som betydelig forbedrer påliteligheten og levetiden til inverterne.

Brukervennlige sensorberøringsknapper aktiverer inverter menyen, mens kommunikasjonen er mulig gjennom den medfølgende Wi-Fi enheten. Dette gjør det mulig å overvåke systemstatusen fra hvilken som helst enhet med internettilgang via en nettbasert overvåkingsplattform.

Inverteren får DC spenningen fra vindmøllen, og gir ut 400V AC, som kobles på strømnettet i bygningen. Type BNT025KTL er typen vi har valgt å bruke for dette prosjekten.

Nøkkeltall, hentet fra BNT025KTL FDV dokumentasjon, funnet på AforEnergy.com

Inngående:

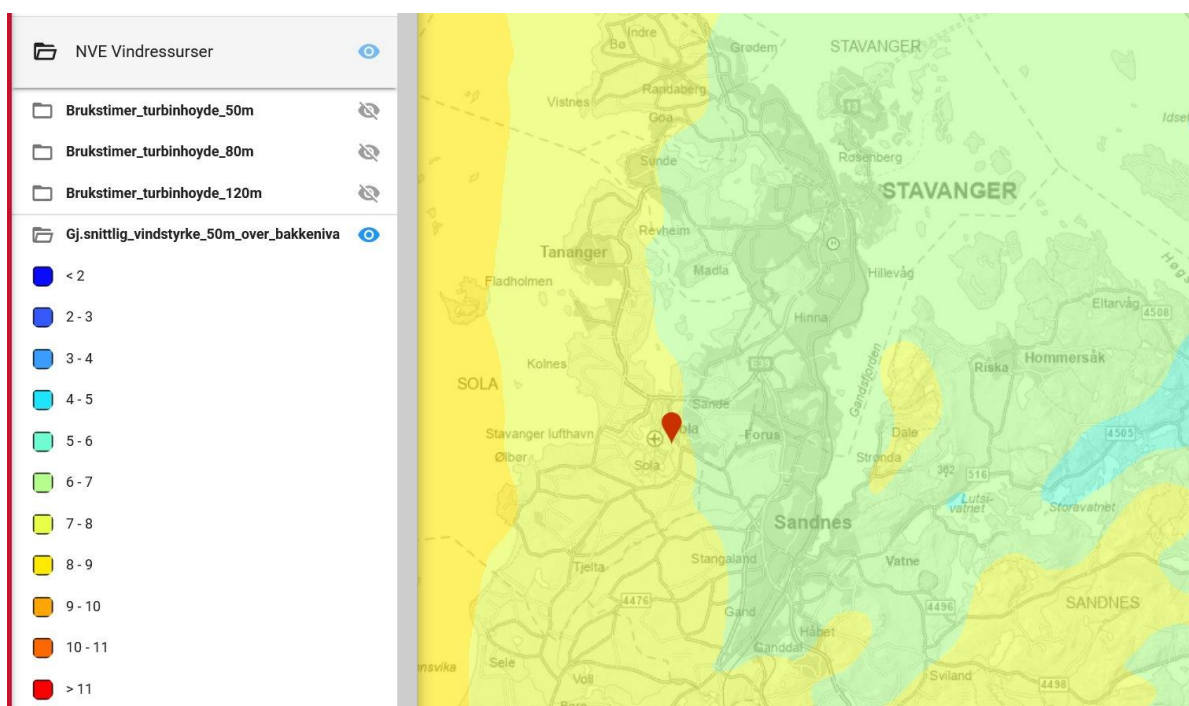
MAX 37500W, spennings område 150-1000 VDC, 32A x 2.

Utgående

Nominell max 25000W, 400V, 40A, 50Hz.

7.7 Analyse av vindforhold

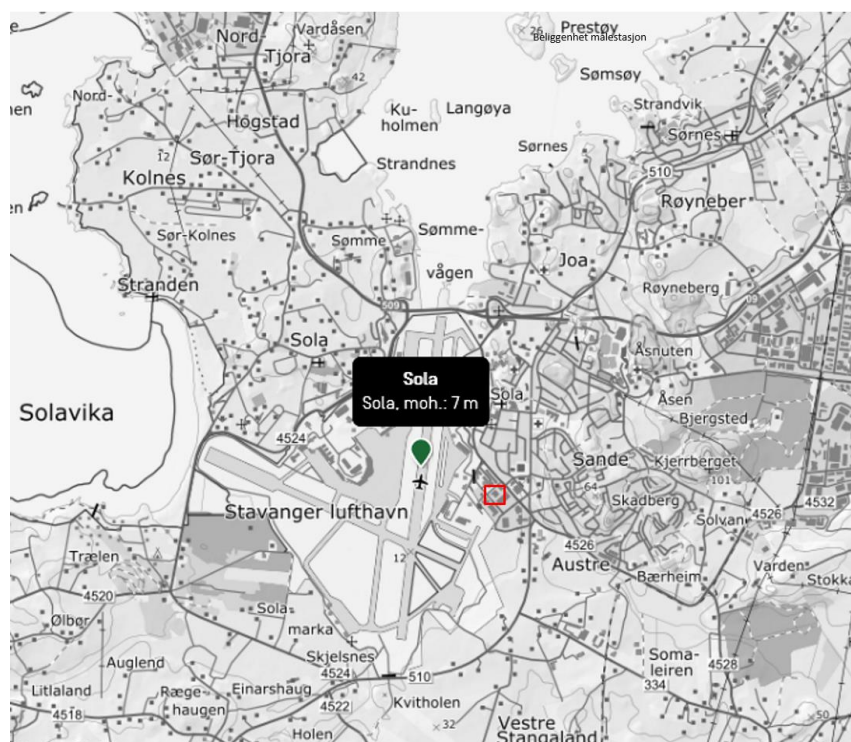
IKM Elektro ligger i Sola kommune i Rogaland. Det er på Nord-Jæren som er et flatt terreng med mye vind. Data hentet fra NVEs kart for vindenergi viser at området egner seg godt for oppsetting av vindturbiner, se figur 7-29.



Figur 7-29 Vindforhold Nord-Jæren [17]

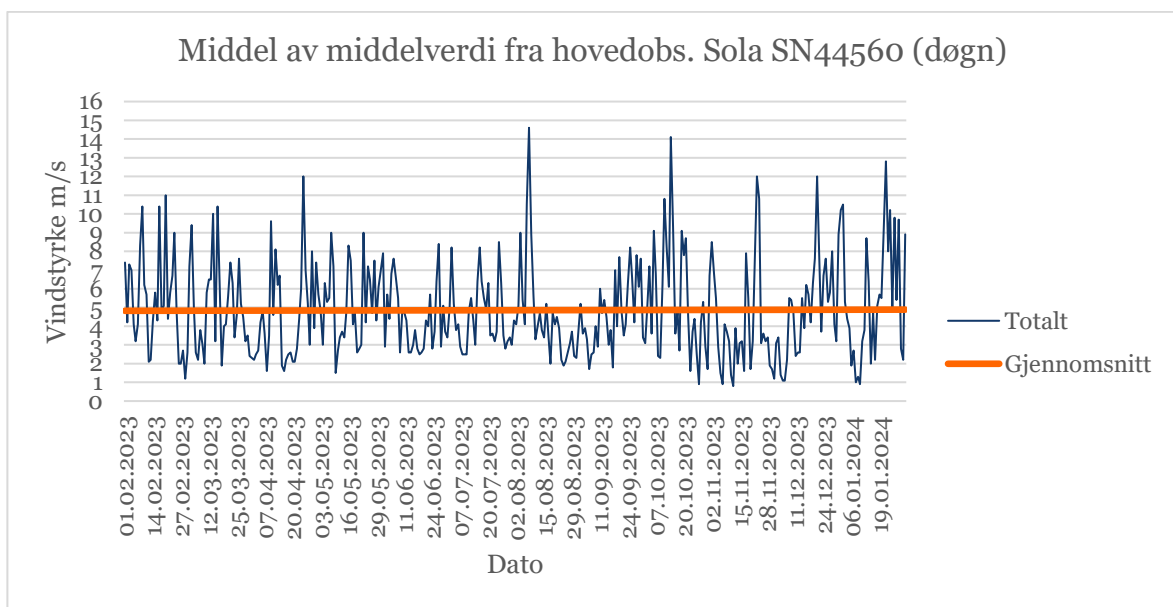
Prosjektgruppen har tatt utgangspunkt i en vindmåler som ligger på Stavanger Lufthavn, rett i nærheten av hvor vindturbinene skal monteres, se figur 7-28.

Det grønne punktet representerer vindmåleren, mens den røde firkanten er bygget til IKM Elektro.



Figur 7-30 bilde av vindmålers omtrentlige plassering og oppdragsgivers bygg [18]

Vinddataene hentet ut fra vindmåler på Sola (SN44560) over en periode på ett år viser en gjennomsnittlig vindhastighet på 4,8 m/s, se figur 7-28.

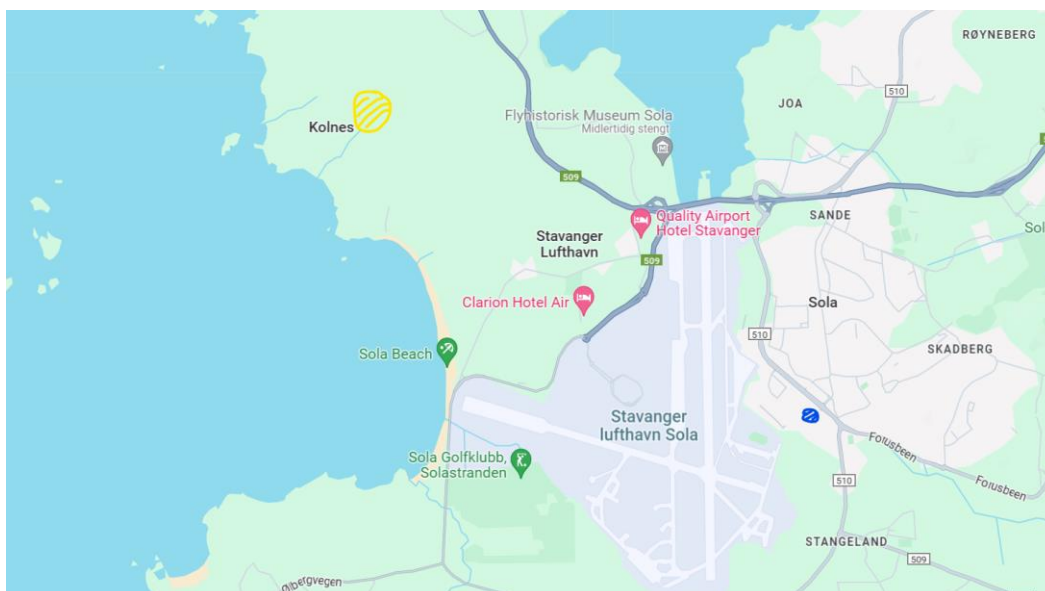


Figur 7-31 Graf basert på data hentet fra [18]

8 Dimensjonering av elektriskinstallasjon.

8.1 Inspeksjon på allerede montert Vindturbin

Lørdag 27. april 2024 ble en allerede installert vindturbin inspisert på Kolnes. Vindturbinen på Kolnes er en prototype bygget og driftet av Carnetic. Kolnes ligger ikke langt fra IKM Sola (Se kart under), som er plasseringen for vårt prosjekt.



Figur 8-1 Plassering av prototype vindturbin. Fra Google MAPs

Vindturbinen er litt over 8 meter høy og plassert på åpen mark, langs veien et stykke fra bebyggelse. Selv om den står åpent til virker ikke synsinntrykket skremmende da den er av en lett konstruksjon og malt i lyse farger (se bilde under). Nettopp dette at vindturbinen ikke virker alt for dominerende er viktig med tanke på at de skal monteres inne i en by.

Vindturbinen virker å være relativt stille, noe som hovedsakelig skyldes generatorene. Dette er spesielt viktig når den skal plasseres inne i en by, da støy kan være forstyrrende for naboene. Ifølge NVE anbefales det at lyden fra en vindturbin

skal være under 45 dB. Til sammenligning har et kjøleskap vanligvis en lyd på ca. 40 dB, mens en gressklipper kan gi lyd i størrelsesorden 85-90 dB [4].

For å undersøke dette nærmere, er det nødvendig med en desibelmåler.

Vibrasjon er også en viktig faktor å vurdere, spesielt siden turbinen skal plasseres på taket av et bygg. Under testing var det ingen vibrasjon som kunne merkes på søylen.

Fundamentet består av en betongkloss som ligger under bakken. Ved hjelp av betongringer er det laget en vannrett plate for montering av selve søylen, som er festet med ekspansjonsbolter. Litt høyere opp sitter et strømskap som inneholder likerettermodulen. Under dette strømskapet er det montert en service-/sikkerhets bryter. (Se bilde nedenfor)



Figur 8-2 Likeretter boks montert på søylen på prototypen på Kolnes.

Likeretter boks montert på søylen på prototypen på Kolnes.

På toppen av søylen er aksialfluksgeneratoren montert.

Vingene er vertikale og står rett opp ned, det er dette som har ført til navnet vertikal vindturbin.

Søyle og turbin hadde ikke noe synlig jordpunkt. Søylen eller flens i bunnen skulle nok ha hatt en mulighet for potensial utjevning. Dette både på grunn av berøringsfare i tilfelle av feil som skal være under 50Vac [19] NEK 400 2022, NEK, 2022.. dessuten er der en større potentiel fare for lyn nedslag da det er et stål konstruksjon som blir høyeste punkt på bygget.

Kablingen på installasjonen på Kolnes går fra generatoren på toppen inne i søylen til kontrollskap, det er ikke mulig å se typen av kabel som er brukt. Kabel mellom Kontrollskap og inverter er lagt i rør i bakken referanseinstallasjons metode D1.

Inverter er plassert inne i bygget og er en 1-faset 230Vac. Inverteren er fra INVT type iMars Grid-tied Solar Inverter.



Figur 8-3 Prototype vindturbinen montert på Kolnes Bilde tatt lørdag 27. april 2024

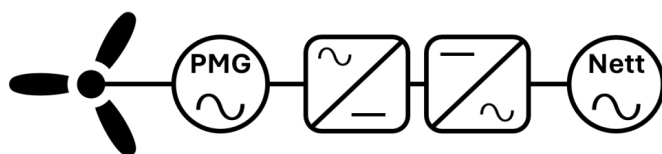
8.2 Utførsel av installasjon hos IKM

Det er valgt å bruke vindturbin og likeretter modulen fra Carnetic. Elskap på hver vind turbin blir i rustfri utførsel, dette for å tåle klimatiske påkjenninger bedre. Vind turbinene blir installert på taket av bygget, se mer om byggeteknisk i avsnitt 10.

Byggeteknisk.

Prinsippet for vindturbinen er D det vil sige: Turbin er koblet direkte til generator som er koblet til nett via konverter og inverter.

Konverter er en likeretter som omdanner vekselstrøm AC til likestrøm DC. Her i prosjektet kaller vi konverteren for likeretter. Inverter likestrøm DC til vekselstrøm.



Figur 8-4 Vindturbin prinsipp D

Inverteren som er valgt er Inverteren skal plasseres nær hoved tavle A1.

Mye av utstyret som passer til vårt prosjekt brukes til solenergi anlegg i hele verden og der finnes derfor mye forskjellig hvilket er bra, men mye utstyr fra utlandet er ikke CE merket, dette er noe en må passe på. Prosjektgruppen velger kun leverandører i Norge, som virker seriøse. Tilgjengelighet av utstyr, leveringstid og support er viktige faktorer. Se Tegninger Vedlegg 1 100-IKM-Vind Tegninger B

8.2.1 Valget av vindturbin og likeretter boks fra Carnetic

I oppstarten av ble det gjort undersøkelser på markedet for vertikale vind turbiner. Der finnes mange forskjellige design fra typisk asiatiske nett steder, som selger alt mulig utstyr i samme nett butikk. Ved nærmere undersøkelser viste det seg at de fleste vindturbiner hadde tekniske data som var umulige, de lovet rett og slett for mye. Ved et besøk på messen OTD ENERGY 2023 så prosjektgruppen en vertikal vindturbin Carnetic, som også viste seg å være et lokalt firma. Vi hadde teams møte med Carnetic og det viste seg at være seriøst.

Carnetic var den eneste Norske produsent/forhandler vi fant, som virket til å ha den viten om vertikale vindturbiner, som trengs i dette prosjekt. Vindturbinene fra Carnetic er under stadig utvikling, noe som Prosjektgruppen også må ta i betraktning over tid i prosjektet. Dette må gjøres klart i et eventuelt tilbud til IKM Elektro.

8.2.2 Vindturbinen

Vindturbinen er konstruert i stål med vinger av edel tre, der med har de et design som vil øke det estetiske uttrykk av IKM bygget, uten å virke for i øyenfallende. Konstruksjonen av søyle og fundament er solid og enkelt se avsnitt om *Inspeksjon på allerede montert Vindturbin*. Statisk vekt av vindturbin og søyle er 260kg, dynamisk belastning er beregnet av Carnetic til å kunne komme opp i 5000N/m. Dette er grunnlaget for de utfordringer der er rent bygg teknisk når disse skal plasseres på taket. Det er besluttet å få et annet firma til å lave de bygg tekniske beregning og bare kontrollere dem mot regelverket.

Vingene er 4,5 meter lange dette gir et areal på 15,75 kvadratmeter som skjær vinden. En fordel er at dette areal er like stort fra alle sider, så effektivitet er like stor uansett hvorfra vinden blåser.

Stål søylen er malt hvit. Utover og være det mest nøytrale å se på er det en fordel å reflektere så mye sol stråling som mulig, da dette føre til oppvarming av kablen som er trukket inne i søylen, på grund av dette dimensjonere med en korreksjonsfaktor for 40°C.

Se Vedlegg 6 Wind Turbine 3KW Rev_5-20-23 building data (1)

8.2.3 Generatoren

Generatoren er av type permanent magnet aksial fluks generator. Dette er en egen utviklet generator fra Carnetic. Den består av 36 permanent magneter og spoler dette antallet har vist seg å være best gjennom prøving. Generatoren kan i praksis gi opp til 6kva i tilfeller med høyt turtall. Nominell effekt på vind turbinen er 3 kva ved en vindhastighet på 10m/s. Vindturbinen produsere fra cirka 6 o/min. og maks 120 o/min. enkelte topper kan forekomme opp til 150 o/min.

Elektrisk effektivitet er 94%, det vil sige at der er 6% tapp av varme i generatoren, det er ønskelig med så lite tapp som mulig derfor er det valgt å kjøre med så høy spenning som mulig.

Spenningen variere med turtall. Spenning fra generatoren er maks. 550V. Selv om det er ønskelig med høy spenning, for å begrense temperatur utvikling i generatoren, er der en grense for hvor høy den maksimalt må bli, grensen er bestemt av elektronikken i Buck-boost regulatoren, det er spesielt kondensatorer der blir dyre hvis de skal tåle høy spenning.

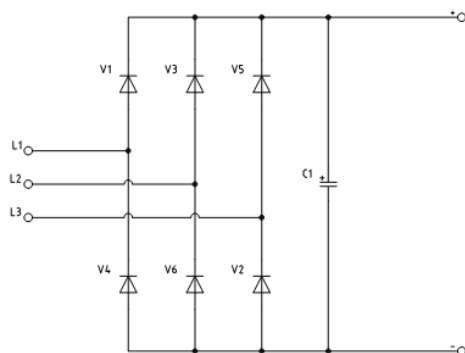
Strøm ved 6kva: $I = \frac{6000}{\sqrt{3} * 550V} = 6,3A$

Det er valgt å ikke bruke en jernkjerne i spolene til generatoren. Det medfører et større tap av magnetisk fluks, men fjerner «kaggingen», eller hakkingen, som oppstår når magnetene tiltrekkes av jernkjernen, det samme som en kan kjenne på for eksempel en gammel sykkeldynamo. Som følge av dette får generatoren mindre intern motstand og vil kunne produsere strøm enklere ved lavere vindhastighet da den går lettere rundt.

8.2.4 Likeretter boksen JB1-4

Likeretter boksen skal produseres av Carnetic.

Denne boksen har prosjektgruppen ikke mye info om annet enn at den blant annet inneholder likeretter dioder som gjør AC spenningen fra generatoren om til DC.



Figur 8-5 Eksempel på 3 faset likeretter med kondensator for å stabilisere like strømmen.

$$U_d = 1.55 * \text{spenning fra generator} \rightarrow 1,55 * 550V = 852,5Vd$$

$$I_{eff} = \sqrt{\frac{2}{3}} * I_d$$

Spenningen er regulert med en Buck-boost regulator ned til ca. 500Vdc. En Buck-boost regulator, regulerer en DC-spenning til en mere stabil verdi. Buck funksjonen regulerer DC spenning ned i tilfelle den er høy, boost funksjonen regulerer DC spenning opp i tilfelle den er lav. Buck- boost kan innstilles for å optimalisere driften.

DC1 Klemmer er hoved DC forsyning til inverter. Maksimal strøm ut på klemmer er 15A.

DC2 har bare Buck- regulatoren til å regulere ned DC spenningen fra den høye spenning fra generatoren til en spenning på maks 500VDC. DC2 er tilkoblet dump motstander på 10-20Ω, disse kan brukes til å brenne av effekt i tilfelle det blir nødvendig

Rekkeklemmer 7-16 er tilkopling til viklinger i generatoren.

Rekkeklemmer 17-19 er for termistor beskyttelsen av generator.

Dokumentet «Terminal Block Connections Control Box (rev. 2024.04.22)» [20] beskriver rekkeklemmer og tilkoblinger, samt forslag til kabel dimensjoner.

230v styrestrøm til å varme i boksen for å holde vekk kondens.

Boksen inneholder den elektronikk som skal for å beskytte generatoren mot overtemperatur, mekanisks og elektrisk overbelastning.

Se vedlegg 7 Terminal block Connections control box (2)

På prototypen er boksen plassert på søylen, dette gjøres også i prosjektet. Her velges en rustfri (Rustfritt stål 304), boks som passer til klima påvirkning der kan forekomme. Type er: NVENT HOFFMANN Veggmontert, 400x600x210, Hygienisk skap, 1 dør, med MP, rustfritt 304, IP66 [21]

For å finne rett skap brukes NEK 400 tabell 51A ytrepåvirkninger. Kun de koder som er relevante brukes, i dette tilfellet er det:

Miljø kode AA4 -5 -+40°C, 230v styrestrøm som i frem tiden kan brukes til tilstands kontroll, f.eks. måle strøm spenning osv. og varme i boksen når det er kalt.

Tilstedeværelse av vann kode AD4 vannsprut, som på utendørs belysnings utstyr, beskyttelsesklasse IPX4. Skapet har valgt er Beskyttelsesklasse IP66.



Figur 8-6 NVENT HOFFMANN Veggmontert, 400x600x210, Hygienisk skap, 1 dør, med MP, rustfritt 304, IP66 SOLAR Norge AS

I døren eller siden av skapet monteres servicebryter. Der velges en 25A service bryter fra Schneider. Bryteren skal kunne bryte maks laststrøm (DC) og kunne avlåses i av stilling. Den skal mulig gjøre adskillelse mellom hver Vindturbin. IP graden på bryter er IP65, så den er egnet til å bli montert i valgte boks. [22] «Dataark Veggmontert, 500x500x210,» 2024.

Se tegning: Likeretter JB 1-4_100-IKM-Vind

8.2.5 Inverter

Der finnes et stort utvalg av leverandører av DC til AC invertere på markedet, disse er egentlig ment for brukt i Solcelle installasjoner, men passer fint til bruk i dette Prosjekt.

Prosjektgruppen har valgt Afore New Energy type BNT025KLT denne har en Norsk forhandler og en god bruker/installasjons veiledning. Inverteren er for tilkobling til TN nett 3x400V+N+PE DC inngangen tåler opp til 1100V. Inverteren er programmerbar alle viktige parametere kan derfor tilpasses, den kan fjern kontrolleres over data nett. Inverteren har også innebygget en masse beskyttelses funksjoner.

Se Vedlegg 5 Afore 6607250-Brukerveiledning-5 3fN inverter

Inverter i et Rittal gulvskap(H2000xB1000xD400mm). Nær hoved tavle A1. skapet må være relativt stort på grunn av varme avgivelse fra inverter og vi må ha plass til komponenter som overspenningsvern og sikringer.

8.2.6 Overspenningsvern og sikringer

Vi monterer overspenningsvern og sikringer, som beskrevet i manualen fra Afore Se Vedlegg 5 Afore 6607250-Brukerveiledning-5 3fN inverter

8.2.7 Sikringer i anlegget

Sikringer F1, F2, F3, F4 må vi velge ut fra at den sider i en DC-krets og vil bli usatt for en spesiell høyspenning U_n på 500VDC, valget er falt på ABB S802PV-SP16, dette er en sikring utviklet for bruk i solcelleanlegg. Sikringen har B karakteristikk dette skal gå godt da inngangen på inverteren ikke har veldig høy inrush strøm, internt i inverter sider det en 32 A for hver 2. Innganger. Bryteevnen 5 kA ved 800VDC, dette er ok da generatoren helt klart ikke kan komme så høyt. På utgangen av inverter sider også en sikring F5 er en ABB S303P-B63NA igjen er det dette som er anbefalt fra Afore Bryteevnen 15 kA Ved 400Vac, her er det viktigere med bryteevne ettersom denne sikring skal kunne holde til en kortslutning fra Hoved tavle A1, vi beregner forventet kortslutnings nivå med for eksempel FebDok. F6 er en ABB S303P B10A denne skal brukes til styrestrøm.

8.2.8 Overspenningsvern

I NEK 400-4-443 Spesifisere kravene angående beskyttelse av elektriske anlegg mot virkninger transiente, atmosfæriske overspenning i distribusjonsnett.

Problem 1 her er atmosfæriske utladninger, lyn kan treffe i eller nær ved vindturbinene. Dette er mindre sannsynlig, men virkninger av et lyn kan bli store.

Problem 2 er koblingsoverspenninger som kommer fra nett tilkoblingen, dette kan skyldes inn og ut kobling av større induktive laster. Dette hender ofte i denne installasjon i et verksted som driver med test av motorer.

Halvleder teknikken i inverter tåler ikke overspenning. Derfor montere vi overspennings vern som følger anbefalinger i manualen. Afore anbefaler å ha overspenningsvern både på innganger og utgangen.

På DC siden har valgt OBO Bettermann Type 1+2 kombiavleder iht. EN 50539-11 for lyn- og overspenningsvern for 1000Vdc. Det er igjen et spesial utviklet produkt fra solcelle industrien. Den har U_{maks} 1000VDC. Nominell avlede strøm er 20kA.

Overspenning vern skal kobles til PE, det er viktig med en lavovergangs motstand til jord. Derfor plasseres overspenningsvern så nær PE skinnen i bunnen av tavle

GB1B, vi kobler til PE med 16 mm² gul/grønn fra vernet til PE skinnen, det er viktig å unngå kraftige bøyd ledningen da strømmen kan fortsette rett frem i en kraftig sving, der oppstår en lysbue.

Fra PE skinnen går vi videre med en utjevnings forbindelse på 16mm² til hoved jord i A1. Overgangsmotstand til jord skal verifiseres.

På AC siden bruker vi OBO Bettermann kombiavleder, lyn- og overspenningsavleder type 1+2 iht. DIN EN 61643-11 for TN S 400V nett.

8.2.9 Kabeltyper og dimensjoner

Kabler og utstyr skal dimensjoneres etter NEK 400 og produsentenes (Carnetic og Afore) anvisninger.

8.2.10 Kabel WD001-004 kabel mellom generator og likeretter boks.

Carnetic anbefaler i «Terminal block Connections control box (rev. 2024.04.22)» [20] at det skal være 18G1,5mm². Dette kunne ha vært 12G1,5mm²

Vi bruker «cabel finder» [23] på Lapp sin hjemmeside, til å finne rett type som tåler å brukes ute, det vil si være UV bestandig og tåle 1000V.

Valget falt på ÖLFLEX® CLASSIC 110 BLACK 0,6/1 kV. Dette er PVC isolert 70°C og dobbel isolert.

Dimensjonering ved belastning:

NEK 400 tabell 52B-1 Referanseinstallasjonsmetode blir da valgt til E. Kabelen hengerhenger inne i søylen og har derfor ikke veldig gode varme avledningseneskaper.

NEK 400 tabell 52B-10 sier kabelen kan belastes med 18,5A ved 30°C

NEK 400 tabell 52B-14 temperatur korreksjons faktor ved 40°C er 0,87 da havner vi på 16A hvilket er OK. Forventet maks strøm på 15A ut fra like rette skapet. (oppgitt av Carnetic) vi velger 40°C omgivelses temperatur da kablet er utendørs og selv om det er beskyttet inne i søylen

Spenningsfall ved 4 m kabel Tab ell 6.2i Montør håndboka [24]

$$\Delta U = \frac{\text{Avlestverdi} * \text{strøm} * \text{lengde}}{1000} = \frac{28,8 * 15A * 4m}{1000} = 1,73V$$

$$\text{Relativt spenningsfall er lik } \Delta U(\%) = \frac{\Delta U * 100}{U} = \frac{1,73V * 100}{500V} = 0,35\% \text{ OK}$$

Kortslutningsnivå er ikke veldig høyt, hvis strømmen stiger, blir det tungere å drive generatoren noe som bremser og der med produseres mindre strøm. Vi mangler i skrivendestund opplysninger om kortslutningsytelsen på generator. Dette skal måles.

8.2.11 Kabel WD005-008 kabel mellom likeretter boks og inverter.

Vi bruke her også ÖLFLEX® CLASSIC 110 BLACK 0,6/1 kV 5G6mm²

Dimensjonering ved belastning:

NEK 400 tabell 52B-1 Referanseinstallasjonsmetode blir da valgt til C. Kabel på stige.

NEK 400 tabell 52B-4 kabelen kan belastes med 41A ved 30°C

NEK 400 tabell 52B-14 temperatur korreksjons faktor ved 40°C er 0,87 da havner vi på 35A hvilket er OK. Vi regner med å legge opp nye føring veier for dette prosjekt og tar derfor ikke hensyn til samlet fremføring. Men dette er mulig hvis nødvendig.

Spenningsfall ved 70 m kabel Tab ell 6.2i Montør håndboka [24]

$$\Delta U = \frac{\text{Avlestverdi} * \text{strøm} * \text{lengde}}{1000} = \frac{7,2 * 15A * 70m}{1000} = 7,56V$$

$$\text{Relativt spenningsfall er lik } \Delta U(\%) = \frac{\Delta U * 100}{U} = \frac{7,56V * 100}{500V} = 1,5\% \text{ OK}$$

Kabelen er kortslutnings sikker forlagt. Overbelastning vernet står ved inverter.

8.2.12 Kabel WD009 kabel mellom inverter og hoved tavle A1

Vi bruke her også ÖLFLEX® CLASSIC 110 BLACK 0,6/1 kV 5G16mm²

Dimensjonering belastning:

NEK 400 tabell 52B-1 Referanseinstallasjonsmetode blir da valgt til C. Kabel på stige.

NEK 400 tabell 52B-4 kabel kan belastes med 76A ved 30°C

Inverter har 40A på utgangen. Så dette er OK.

Spenningsfall ved 70 m kabel Tab ell 6.2i Montør håndboka [24]

$$\Delta U = \frac{\text{Avlestverdi} * \text{strøm} * \text{lengde}}{1000} = \frac{2,7 * 40A * 10m}{1000} = 1,08V$$

Relativt spenningsfall er lik $\Delta U(\%) = \frac{\Delta U * 100}{U} = \frac{1,08V * 100}{400V} = 0,27\%$ OK

8.2.13 Utjevningsforbindelser i anlegget

Alle utsatte ledededeler skal utjevnes. Anlegget med vindturbiner på takket er nok spesielt utsatt for lyn nedslag, et direkte lynnedslag er sannsynligvis så voldsomt at det er vanskelig å gjøre noe med, men mindre utladning kan vi beskytte oss imot.

Denne fare gjør at vi ikke går for et absolutt minimum tverrsnitt på utjevning forbindelser, vi bruker 16mm². Generatorens hus og søylen utjevnes til PE Skinne i JB1-4. fra PE Skinne i JB1-4. til GB1B1 her ligger kablene på stige og denne skal også utjevnes. fra PE Skinne i GB1B1 til hoved jord i A1.

8.2.14 Verifikasjon

Etter installasjonen er utført, foretaks sluttkontroll.

Her er de viktigste

- Visuell kontroll.
- Kontinuitet i ledere, spesielt jordleder.
- Isolasjonsresistans.

Se Montørhåndboken kapittel 9 [25] Montørhåndboka NEK 400:2022, Elforlaget, 2022

8.2.15 Vedlikehold

Hele installasjonen antas å ha en levetid på over 20 år.

For å oppnå dette må vi være forberedt på å bytte slitasjeutsatte deler, som vinger lager etc.

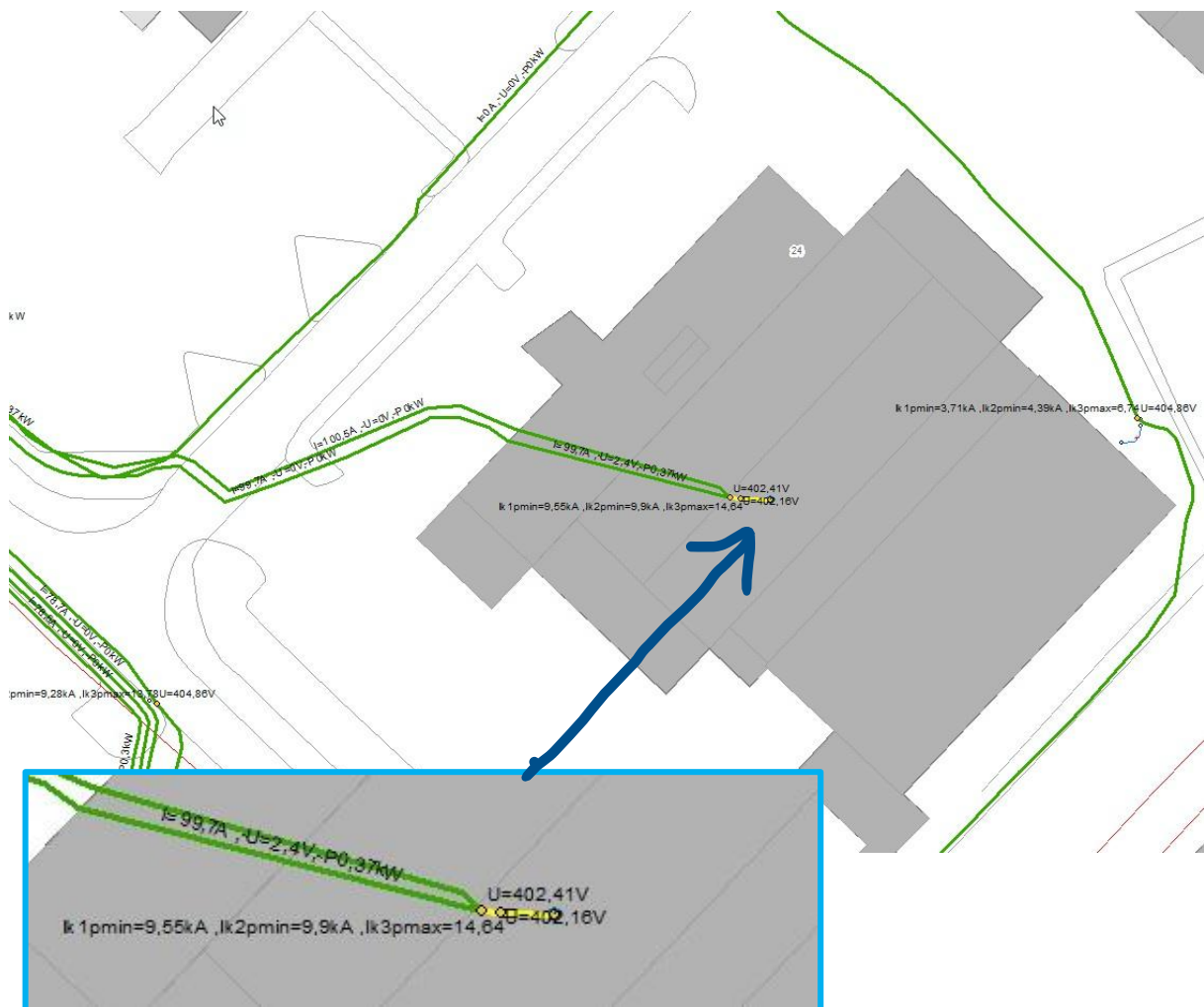
Samtidig med bygging av anlegget, må der utarbeides en prosedyre for vedlikehold, dette må gjøres i samarbeide med Carnetic.

8.2.16 Beregning nett til kobling

Inverter tilkobles nett over sikring F5 B63A. Se tegning GB1B Wiring 100-IKM-Vind kablet er 5G16.

For lave beregninger brukes programmet Febdok.

Det lokale elforsyning selskap Lnett, sendte på forespørsel, opplysninger om spennings og kortslutningsstrømmer i hoved fordeling A1(se kart under)



Figur 8-7 Beregnings underlag fra Lnett

8.2.17 Febdok

Data fra Lnett legges inn i Febdok under det som heter foranliggende nett.
Der etter legges inn alle sikringer og vern.
Febdok brukes i dette prosjekt til å vurdere f vurdere kortslutning nivå fra nettet in
mot Inverter, se tabell 1 for å dimensjonere F5 og en sikring i tavlen.
Se Vedlegg 2 100-IKM Febdok

Resultat fra febdok kortslutning nivå på sikring F5

Ikmax [kA] 8,528kA

Ikmin [kA] 3,929

Ijmin [kA] 3,923

F5 bryteevne holder til kortslutnings strømmen fra nett

WD009 er beskytte ved kortslutning utløsertid for vern er 0,010 dette er dokumentert i febdok.

WD009 er beskyttet mot overbelastning når inverter levere til nett med innebygget strøm begrenser.

8.2.18 Elektrisk Produksjon

Vindturbinene produsere Ca. 3kW strøm ved en vindhastighet på 10m/s se, 6kw maks og cirka 1,5kW ved 5 m/s. dette ble opplyst av produsenten Carnetic.

Vi har hentet vinddata fra Meteorologisk institutt sin måle stasjon på Sola [26]

Ut fra et års målinger får vi et gjennomsnitt vindhastighet 4,8m/s 24timer i døgnet 365dager i året.

Ca. produksjon blir da $\frac{4,8 \cdot 1,5 \text{ kW}}{5 \text{ kW}} * 24 \text{ t} * 365 \text{ d} = 12614 \text{ kwh}$ pr vindturbin.

Total produksjon på de 4 vindturbiner 50457kwh

Tapp i generator og likeretter 6% = 3027kwh (dette ble opplyst av produsenten Carnetic.)

Tap i inverter 1,65% = 832,5kWh

Tap i kabler er neglisjerbar

Produksjon som kan brukes 46607kWh fra anlegget.

8.2.19 Løsninger ved overproduksjon

Vindturbinene levere strøm 24/7 og dette kan potensielt bli overproduksjon. Hvilket kan selges til Lnett på samme måte som fra solcelle panel.

Ved Lnett blir dette kalt pluss kunde. Vi fant prosedyre på Lnett sine sider:

1. Elektroinstallatør sender inn forhåndsmelding av installasjonen.
2. Hvis det er behov for eventuelle forsterkninger i strømmettet, gis det samtidig tilbakemelding om dette. Nettforsterkninger utføres av Lnett etter avtale med deg.
3. Elektroinstallatør installerer anlegget og sender inn nødvendig dokumentasjon.
4. Anlegget settes i drift.

[27] Lnett, «Produsere egen strøm - plusskunde,» 2024. [Internett].

Vi har forespurt Lnett hvordan vi skulle gjøre i tilfelle at prosjektet ble en realitet.

Lnett er den lokal nett eier

Svar Email fra Lnett Per Arne Ydstebø

«For å levere overskuddsstrøm må en installatør sende inn en melding i Elsmart (vårt meldingshåndteringssystem mellom Lnett og installatørene). Her må det søkes om type produksjon og informeres om størrelse på inverter og installert effekt.»

Eksempel:

Elsmart

Hjem Inneboers Meldinger Arbeidsordre Admin

Arbeid i målepunkt - Ett måleranlegg Ferdigmelding

Notater Arbeidsordre Litskrift Åpne kart Saksbehandling Integrasjon Admin

Innledning
Generelle opplysninger
Installasjon
Nettselskap
Anlegg
Eier
Nettkunde
Tekniske data
Stikkledning
Overførsel og måleren
Tillegg
Tilleggsopplysninger
Produksjonsanlegg
Tilbakemelding fra Nettselskap
Ferdigmelding
Vedlegg til melding
Logg
Aktivitetlogg
Integrasjonslogg

Tilleggsopplysninger
Dato 22.02.2024
Ansettelse underforhånds fra elektroinstallatør

Produksjonsanlegg
Installasjon Produksjonsanlegg Nytt produksjonsanlegg
Type Produksjonsanlegg Solis

Installasjonseffekt 80 000 kWh
Følgeligstørrelse 80 000 kWh
Innbyggingsgrense på 100 kWh i løpet av et år eller tilsvarende
Inneholder installasjonen batteri for total lagring av energi? Nei

Bestyrer/måler installert Ja (Dreier)
Ansettelse underforhånds Ja (OK for anlegg med merkeeffekt < 100 kW)
Ansettelse underforhånds Ja
Ansettelse underforhånds Ja
Produksjonsanlegget tilknyttet nettet i overensstemmelse med nettselskapet VDE-AR-N 4105

Inverter/Inverteren for solceller:
Produsent Solis Type Solis inv 36kW 3 fas- Merkeeffekt(kVA) 36 Antall faser 3-fase
LV_5G

Tilbakemelding fra Nettselskap:
Nettsystem IT 230V
Kretsnummer Standard verdi
Kretsnummer plassert Nettselskap
Merkeanlegg (realtit) verdi 3 x 11 A
Anslagsregningen i T-system nA

Kretsnummerverdi
K3 maks 6,0A
C3 0,8 A
K3 min 0,8 A
C3 0,8 A

Produksjonsanlegg
Installasjon for reallit effekt
Regulering av reallit effekt (realtit) verdi
Antall faser 3-fase

Marknader
Dato 22.02.2024 10:00:00
Ansettelse underforhånds fra nettselskap

Per Arne Ydstebø - Solaris/Plusskunde
Bakgrunnsinformasjonen sendes ut til kunden ved ferdigmelding.
Ansettelse kan ikke brukes til distribusjonsnettet for ferdigmelding og godkjent med mindre nye anner er ansett spesielt.
Ferdigmelding av anlegg og/eller tekniske spesifikasjoner oppgitt av Lnett.
20.02.2024 10:00:00
Per Arne Ydstebø

Figur 8-8 Meldingsskjema fra ELsmart Per Arne Ydstebø | Lnett

9 Byggteknisk og tillatelser

For å kunne montere og bruke vindturbinene må alle elementer sjekkes opp mot lover og forskrifter. Det er flere ting som må tas hensyn til:

- eiendom og eksisterende bebyggelse som berøres av tiltaket
- beskrivelse av tiltakets art
- tiltakets størrelse og grad av utnytting
- forhold til plangrunnlaget og plan- og bygningsloven § 1-8
- tiltakets sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller
- miljøforhold, og behov for eventuelle sikringstiltak
- konsekvensanalyse som framgår av byggteknisk forskrift § 9-4
- minsteavstand til annen bebyggelse, kraftledninger, veg, vann- og
- avløpsledninger
- eventuelt behov og grunnlag for dispensasjon fra plan
- om det er avholdt forhåndskonferanse
- tegninger og målsatt situasjonsplan
- redegjørelse for nabovarsling og nabomerknader, samt kvittering for nabovarsel
- forholdet til andre myndigheter
- gjennomføringsplan
- søknader om lokal godkjenning for ansvarsrett med relevant dokumentasjon.

[28]

9.1 Byggteknisk

Vindturbinene som skal monteres på taket av IKM Elektros lokaler i Skvadronvegen 24 i Sola kommune, vil medføre en fasadeendring og det må søkes tillatelse til dette hos kommunen. Det er kun søkt om å montere en eneste vindturbin i kommunen fra før og den er ført opp på bakkenivå, i landlige omgivelser. Sola Kommune kunne ikke gi rettledning ang montering av disse turbinene da dette måtte foreløpig diskuteres internt og avgjøres case by case.

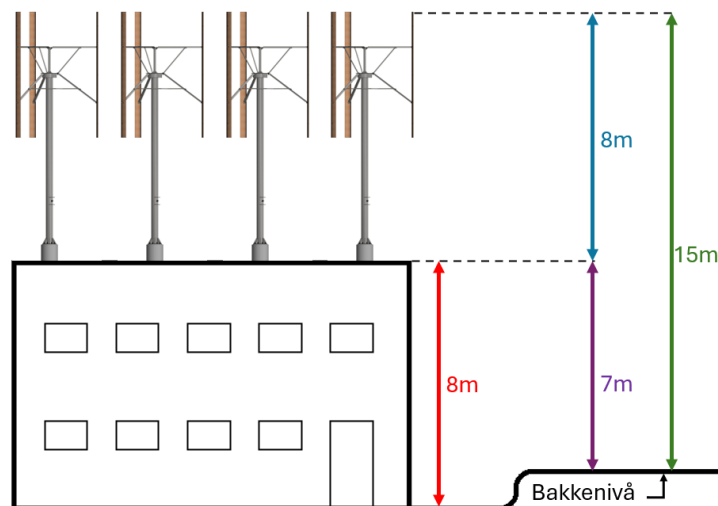
Noen av forskriftene som dette faller under er:

- Forskrift om byggesak (byggesaksforskriften), § 3-1. Mindre tiltak på bebygd eiendom
- Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven), § 29-4. Byggverkets plassering, høyde og avstand fra nabogrense
- Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift), § 5-9. Bygningers høyde
- Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift), § 6-2. Høyde

Vi har ikke gått dypere inn i det tekniske når det kommer til fysisk montering av vindturbinene.

9.2 Høyde og lufthindring

Bygget er oppført ca 130m i fra Stavanger Lufthavn, i den enden hvor 330 Skvadronen har base. Da vindturbiner kan være høye konstruksjoner må det sjekkes om det er hensyn som må tas med tanke på nærheten til flyplassen.



Figur 9-1 Illustrasjon av J G

Tomten hvor bygget står ligger 1m under bakkenivå. Bygget er 8m høyt hvor turbinene skal installeres og selve vindturbinene er tenkt å være 8m høye. Tar vi terrenget i betraktning blir den sammenlagte høyden bli 15m

Den forskriften som er relevant med tanke på luftfart er:

- Forskrift om rapportering, registrering og merking av luftfartshinder, § 2.

Luftfartshinder:

- (1) Som luftfartshinder regnes alle:
 - a. menneskeskapte objekter, midlertidige eller permanente, med en høyde på 15 meter eller mer over terreng eller vann. I områder for industri, næringsvirksomhet, bymessige eller tettbygde strøk regnes likevel objekter som luftfartshinder kun når de har en høyde på 30 meter eller mer. Dersom det er tvil om et objekt befinner seg innenfor et område for industri og næringsvirksomhet eller i bymessige og tettbygde strøk, kreves rapportering hvis objektet er 15 meter eller høyere. [29]
- Samferdselsdepartementet, «Lovdata,» 01 09 2014. [Internett]*

IKM Elektro's tomt er regulert som Forretning/Kontor, i et område hvor det befinner seg industri og næringsvirksomhet.



Figur 9-2 <https://kommunekart.com/klient/sola/kart>

Objekter som er under 30m høye innenfor industri eller næringsstrøk ikke regnet som luftfartshinder, og det er ikke nødvendig å rapportere inn vindturbinene som skal installeres. [30] På grunn av nærheten til flyplassen vil det allikevel tas kontakt med myndighetene for å få en ekstra vurdering.

9.3 *Produksjon av strøm*

Når en skal produsere egen strøm, og koble dette opp mot nettet må dette gjøres i henhold:

- Lov om produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi m.m. (energiloven)
- Forskrift om produksjon, omforming, overføring, omsetning, fordeling og bruk av energi m.m. (energilovforskriften)
- Forskrift om nettregulering og energimarkedet (NEM-forskriften)
- Forskrift om økonomisk og teknisk rapportering, inntektsramme for nettvirksomheten og tariffer (kontrollforskriften)

9.4 *Utførelse*

Lover og forskrifter direkte knyttet til elektrisk utførelse er dekket i kapittel 8

10 Økonomi

10.1 Produksjon

Produksjon som kan brukes fra vindturbinene er 46607kWh pr. År.

IKMs årlige forbruk er 323 324 kWh. Produksjonen fra vind vil dekke ca. 14% av årlig forbruk.

Strømprisene i området var i samme tidsperiode som vind målinger, 117,4øre

Produksjonen blir da i kroner og øre $46607\text{kWh} \cdot 117,4\text{øre} = 54716\text{Kr}$ i året

10.2 Skatt og avgift

Skatt og avgift ved egenproduksjon av strøm er ett omdiskutert tema, og vanskelig å finne konkrete svar. De fleste avklaringer funnet i pressemeldinger og prinsipputtalelser på skatteetaten, refererer spesifikt til solcellepaneler.

Ettersom vurderingen er vanskelig, og det er spesifisert solcellepaneler, og ikke andre metoder for strøm produksjon, vil det være sikrest å følge merverdiavgifts håndboken 2024 etter beste evne. Som følge av kapittel 4, antas det å være skattepliktig for salg av en eventuell overproduksjon, som legges inn i regnskapet som inntekt og beskatter deretter 22 prosent av netto salg. For å få en direkte sum her må verdien følges opp i hvert øyeblikk overproduksjon forekommer, og måles kWh mengde. Dette har vist seg vanskelig å følge opp, og derfor også utfordrende å konkretisere på skatteoppgjøret. [31] Skatteetaten, «Merverdiavgifts håndboken 2024»

I tilfellet for dette vindmølle anlegget, og bygget det installeres på, vil det være generelt lite sannsynlig att overproduksjon og salg på nettet vil forekomme. Dette er derfor vurdert og konkluderes irrelevant for prosjektet.

10.3 Enova

Enova er et statsforetak som forvaltes av Klima- og miljødepartementet (KLD). Foretaket jobber for en grønnere fremtid, og for å nå de statlige klima mål for fremtiden. Det er flere støtteordninger for private og næring som for energieffektivisering og egenprodusert strøm. Per i dag finnes det ingen støtteordning for bedrifter når det kommer til produksjon av egen strøm, og for private nevnes kun produksjon med solcelle paneler. Dette blir derfor irrelevant for prosjektet. Ref. [32] «Støtte til solceller,» Enova, 2024.

10.4 Kostnad

Den samlede kostnad for installasjonen er beregnet til 940 834,80kr +mva Se (Vedlegg 4). Kostnaden er beregnet ut fra leverandørene sine priser, timer beregnet ut fra produktivitetsavtalen for onshore, og ett estimat på hva inngrepet i bygget for monteringen vil koste. [33]

10.5 Investerings analyse

For å finne ut noe om økonomien i prosjekt er der utarbeidet en investerings analyse. Se Vedlegg 3 *Investeringsanalyse 100-IKM-VIND*.

Kalkulasjons renten er her satt til 5%

Nedbetalings tiden er over 17 år.

10.6 Andre fordeler

Det kan være et effektivt tiltak for å styrke bedriftens omdømme og profilere seg som en miljøvennlig aktør. Ved å investere i fornybar energi som vindkraft viser bedriften et tydelig engasjement for det grønne skiftet og redusere sitt karbonavtrykk. Dette kan være en del av bedriftens overordnede miljøpolitikk og et tiltak for å imøtekomme stadig økende forventninger fra kunder og samfunnet generelt.

I tillegg kan montering av vindmøller bidra til å sikre bedriftens fremtidige konkurransekraft og posisjonere den som en innovativ leder innen sin bransje. Å

være tidlig ute med å iverksette vindkraftteknologi på bygningene kan gi bedriften en konkurransefordel og signalisere at de er i forkant når det gjelder teknologisk innovasjon.

Ved å produsere deler av sin egen energi gjennom vindmøller, kan bedriften også redusere sin avhengighet av konvensjonelle energikilder og være mindre sårbar for fremtidige prisøkninger eller reguleringer innen energisektoren. Dette kan bidra til å sikre en mer stabil og forutsigbar energiforsyning på lang sikt.

Samlet sett kan montering av vindmøller på bygget være en strategisk beslutning som ikke bare bidrar til å styrke bedriftens bærekraftprofil, men også sikrer dens fremtidige konkurranseevne og demonstrerer et tydelig engasjement for miljømessig og sosialt ansvar.

IKM er elektrobedrift, og kan tilby lignende installasjoner for sine kunder, og vise til sine erfaringer. Muligheten for økt omsetning er stor.

11 Drøfting

Vindturbiner på tak av industribygg er nok noe vi ser i fremtiden, og er allerede i bruk flere plasser. Det passer derfor godt å ta dette prosjekt nå, da en kan være tidlig med på en ny trend. Vindturbiner kan produsere strøm dag og natt, så lenge det er tilstrekkelig vind, og på lokasjonen på Sola blåser det stort sett alltid. Dette gir en stabil elproduksjon sammen lignet med for eksempel solceller.

Leverandør

Carnetic ble valgt som leverandør av vindturbin og likeretter da det er et lokalt firma og har et selvutviklet system som passer det norske og lokale forholdene, samtidig som de har stilt seg positive til et samarbeid.

Vindturbinen og generator er testet over flere år sammen med likerettermodulen. Turbin og generator er virker mekanisk solid. Alle 3 hovedkomponenter fra Carnetic er under konstant utvikling. Ettersom dette med vindturbiner på tak er nytt her i området er det lite å sammenligne med rent fysisk. Der finnes en del litteratur og annen informasjon fra utlandet, spesielt er der en masse på Youtube, selv om det ikke er alt en kan stole på, gir informasjonen her et godt grunnlag for å forstå prinsipper og utfordringer omkring emnet produksjon av elektrisk strøm ved hjelp av Aksialfluksgenerator. Carnetics opplysning stemmer godt overens med resten.

Det ble klart at valget av Carnetic som samarbeids partner var bra. Vi har hatt et godt samarbeid med dem, og det vil være mulig og gjennomføre et prosjekt med dem. Valg av inverter var viktig, der finnes mange på markedet, valget falt på en fra en Norsk leverandør, selv om produktet blir laget i Kina. Det er å foretrekke å velge norske leverandører og samarbeidspartnere. Dette gjør kommunikasjon enkel, det sikre godkjenninger i henhold til norsk lovgiving.

Teknisk

Dimensjoneringen av anlegget besto egentlig i å følge anvisninger fra Carnetic. Prosjekt gruppen utførte diverse beregning for å verifisere påstandene, resultatet var positivt.

Rundt inverteren (INV1) sider overspenningsvern og sikringer, disse er plassert og dimensjonert i henhold til manualen fra produsenten. Denne inverter manual er egentlig tilpasset solcelle installasjoner. Overspennings vern er helt nødvendige for å beskytte elektronikken.

Generatorene er ikke i stand til å gi strøm nok til å løse ut sikringer F1-F4 men de vil i noen tilfelle virke med overspenningsvernene.

Prosjekt følger produsentenes (Afore og Carnetic) anvisninger. Det er ikke ønskelig å ta ansvar for noe som vi ikke trenger å ta ansvar for.

Økonomi

Som vist i kapitlet økonomi, er det beregnet til å ta i overkant av 17 år for å nedbetale investeringen (med det siste års gjennomsnitt strømpriser som grunnlag).

Hele installasjonen antas å ha en levetid på over 20 år, så dette går akkurat i pluss, med dagens strømpriser.

Strømprisen er alt avgjørende for økonomien i prosjektet over tid.

Anlegget med 4 vindturbiner er så lite at strømmen stort sett vil kunne brukes der og da, altså lite salg. De tidspunkter der er overproduksjon er typisk om natten, og da vil det gå automatisk. Dette salg er i utgangs punktet ikke med i investerings analysen, men vil selv sagt bare virke positivt.

En annen gevinst er reklameeffekten for IKM, den er ikke vurdert økonomisk, men vil også trekke i positiv retning.

Andre løsninger

Solceller er en mulig annen løsning. Fordeler er at det allerede er velkjente produkter, og mange leverandører og installasjons bedrifter med erfaring.

Ulempen er at solceller produserer mindre stabilt, ettersom det er mørkt om natten og det er stor forskjell på sommer og vinter. Det er et faktum at solceller på denne lokasjon produsere mest strøm nå der er minst bruk for det.

Mulige forbedringer

Det er tydelig at økonomien kan forbedres betydelig ved å montere flere vindturbiner på taket. Dette vil øke den prosentvise andelen av energiforsyningen som dekkes av vindkraft og øke salget av strøm betydelig. Denne investeringen vil sannsynligvis ha en betydelig innvirkning på økonomien, spesielt med tanke på den raske utviklingen innenfor generator-teknologi som kan føre til mer effektive løsninger..

Oppsummering

Dette kapitlet diskuterer potensialet for å installere vindturbiner på taket av industri bygg som en fremtidig trend, og påpeker at dette allerede er i bruk flere steder. Fordelen med denne løsningen er den stabile strømproduksjonen som vindturbiner kan gi, spesielt på lokasjoner med konsekvent vind som Sola. Carnetic ble valgt som leverandør på grunn av deres lokale tilhørighet og positive holdning til samarbeid. Teknisk sett har prosjektet fulgt Carnetic's anbefalinger, med positiv verifisering av dimensjoneringen og korrekt installasjon av komponenter som inverter og overspenningsvern.

Økonomisk sett estimeres det at investeringen vil være nedbetalt på litt over 17 år, med en forventet levetid på over 20 år. Selv om salg av overskuddsstrøm ikke ble inkludert i den opprinnelige investeringsanalysen, vil det utgjøre en mulig positiv effekt. Andre alternativer som solceller ble også vurdert, med solceller som produserer mest strøm når det er minst bruk for det. Avslutningsvis peker teksten på muligheten for ytterligere forbedringer ved å øke antallet vindturbiner, noe som vil øke den prosentvise andelen av vindkraft i energiforsyningen og forbedre økonomien ytterligere.

12Konklusjon

Høye strøm priser i ned Norske strøm markedet fører til at mange ser etter alternative energi kilder mange både privat og bedrifter har de siste år valgt solceller. Utfordringen med disse er at de produserer mindre stabilt, ettersom det er mørkt om natten og det er stor forskjell på sommer og vinter.

Vindturbiner produsere hele tiden når det er vind, på sola er det vind for meste ettersom det ligger i flatt terreng ut til kysten. Det er en viktig del av begrunnelsen for at IKM vindturbiner, en annen viktig del er reklame effekt.

Vindturbinen til Carnetic, står montert på Kolnes, og produserer allerede strøm. Dette viser at den tekniske del er ok.

Ideen med å montere vindmøller på eksisterende bygg er en framtidsrettet og innovativ løsning på egenprodusert strøm. Dette kan være en attraktiv løsning, spesielt for store bedrifter som vil ha en «grønn profilering». Her er det mulighet for å være en pioner for en ny løsning, som har potensial til å bli populær. IKM Elektro har også muligheten til å selv tilby denne løsningen for sine kunder.

Prosjektet er gjennomførbart og kan anbefales. Men det er en viss risiko som følge av usikkerhet rundt fremtidige strømpriser.

En utvidelse av anlegget til flere vindturbiner for eksempel en fordobling vil absolutt forbedre den langsiktige økonomi i prosjektet. Det samme ville skje ved å montere solceller.

Hvis vi hadde lengere til ville det være interessant å gå mere i dybden på utvikling av vindturbin og spesielt generator

En ting vi lært i dette er at det heter Vindturbiner og **Ikke Vindmøller**.

13 Referanser

- [1] Ember, «Global electricity review 2022,» Ember, London Fields, 2022.
- [2] UngEnergi, «Hva er vindkraft,» UngEnergi, 21 07 2022. [Internett]. Available: <https://ungenergi.no/energikilder/vindkraft/hva-er-vindkraft/>. [Funnet 01 04 2024].
- [3] S. Kolnes, «Lowest carbon footprint,» Carnetic, 09 11 2021. [Internett]. Available: <https://carnetic.com/lowest-carbon-footprint/>. [Funnet 09 05 2024].
- [4] C. Beccario, «earth.nullschool.net,» 2024. [Internett]. Available: <https://earth.nullschool.net>. [Funnet 2024].
- [5] A. D. S. Kristin Seter, «Store Norske Leksikon,» 21 Januar 2024. [Internett]. Available: https://snl.no/Beauforts_vindskala. [Funnet 5 Mai 2024].
- [6] BP, «– BP Statistical Review of World Energy,» [Internett]. Available: : <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> – Ember: <https://ember-climate.org/data/> - Ember European Electricity Review (2022): <https://ember-climate.org/project>.
- [7] J. G. M. A. L. R. J. F. Manwell, WIND ENERGY EXPLAINED - Theory, Design and Application, Wiley, 2010.
- [8] C. H. Verlag, Understanding Wind Power Technology, Kiel: Wiley, 2014.
- [9] A. Nordmann, «Wikimedia Commons,» 2007. [Internett]. Available: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wind_turbine_int.svg#.
- [10] A. P. Schaffarczyk, Introduction to Wind Turbine Aerodynamics, Kiel: Springer, 2020.
- [11] C. S. S. P. Ravi Anant Kishore, Wind Energy Harvesting, Berlin/Boston: De Gruyter, 2018.
- [12] Electricalacademia, [Internett]. Available: <https://electricalacademia.com/synchronous-machines/ac-synchronous-generator-working-principle-types>.
- [13] S. A. S. S. M. M. Mojtaba Alamdar Yazdi, «The Institute of Engineering Technology,» [Internett]. Available: <https://ietresearch.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1049/iet-epa.2020.0126>.
- [14] K. B. D. K. Filip Kutt, «MDPI,» [Internett]. Available: <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/11/2833>.
- [15] J.-H. L. T. K. N. Ji-Young Lee, «Axial-Flux Permanent-Magnet Generator Design for Hybrid Electric Propulsion Drone Applications,» *Energies*, p. 14, 2021.
- [16] K. F. Johannsson, *Vindturbiner Prinsipper*.
- [17] Norges vassdrags- og energidirektorat, «NVE vindressurser,» [Internett]. Available: <https://temakart.nve.no/tema/vindressurser>.
- [18] Norsk Klimasercicesenter, «Norsk Klimasercicesenter,» [Internett]. Available: <https://seklima.met.no/>.
- [19] NEK, NEK 400 2022, NEK, 2022.
- [20] Carnetic, «Terminal block Connections control box (rev. 2024.04.22),» 2024.

- [21] Solar Norge AS, «Dataark Veggmontert, 500x500x210,» 2024.
- [22] Solar Norge AS, «Dataark HOVEDBRYTER RØD 25A,» 2024.
- [23] LAPP Group, «Cable finder,» 2024. [Internett]. Available: <https://products.lappgroup.com/cablefinder.html#%2Fpage%2F1234%3Fquery%3D%26master%3D101>.
- [24] J. E. O. o. K. M. Halvorsen, Montørhåndboka NEK 400:2022, Elforlaget, 2022.
- [25] J. O. o. K. Halvorsen, «Montørhåndboken,» Elforlaget, 2022, pp. 373-396.
- [26] Meteorologisk institut, «Observasjoner og værstatistikk,» [Internett]. Available: <https://seklima.met.no/>.
- [27] Lnett, «Produsere egen strøm - plusskunde,» 2024. [Internett]. Available: <https://www.l-nett.no/produsere-strom-2/produsere-egen-strom/>.
- [28] Olje -og energidepartementet, Kommunal- og moderniseringdepartementet, *Veileder for kommunal behandling av mindre vindkraftanlegg*, Olje -og energidepartementet, Kommunal- og moderniseringdepartementet, 2015.
- [29] Samferdselsdepartementet, «Lovdata,» 01 09 2014. [Internett]. Available: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2014-07-15-980>.
- [30] Samferdselsdepartementet, «lovdata.no,» 1 Januar 2024. [Internett]. Available: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2014-07-15-980>. [Funnet 1 Mai 2024].
- [31] Skatteetaten, «Merverdiavgiftshåndboken 2024,» Skatteetaten, 01 Februar 2024. [Internett]. Available: <https://www.skatteetaten.no/rettskilder/type/handboker/merverdiavgiftshandboken/gjeldende/M-4/M-4-2/>. [Funnet 09 Mai 2024].
- [32] Enova, «Støtte til solceller,» Enova, 2024. [Internett]. Available: <https://www.enova.no/privat/aktuelt/om-stotte-til-solceller/>.
- [33] El & It forbundet, «El & IT,» El & IT, 01 01 2003. [Internett]. Available: https://tariff.elogit.no/nedlasting/produktivitetsavtale_onshore_2003.pdf. [Funnet 09 05 2024].
- [34] NVE, «Støy,» 01 03 2022. [Internett]. Available: <https://www.nve.no/>.
- [35] Afore New Energy Technology, «6607250-Brukerveiledning-5 3fN inverter,» 2024.
- [36] G. Knott, «THE ELECTRIC GENERATOR PRINCIPLE,» 1999. [Internett]. Available: <http://edudirectory.50webs.com/tutorials/elect84.htm>. [Funnet 9 Mai 2024].
- [37] J. W. a. Sons, «Severe Weather Europe,» 2023. [Internett]. Available: <https://www.severe-weather.eu/weather-instruments/wind-whisperers-wind-speed-and-direction-measurement-sz/>. [Funnet 2024].
- [38] Kaidor, «Wikimedia Commons,» 21 Januar 2021. [Internett]. Available: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=99244480>. [Funnet 2024].

14Figurliste

Figur 3-1 Kilde: https://renergy.com/renewable-energy-vs-fossil-fuels/	9
Figur 3-2 Kilde: https://www.ssb.no/energi-og-industri/energi/statistikk/elektrisitetspriser/artikler/rekordhoy-strompris-i-2022--dempet-av-stromstotte	10
Figur 3-3 Kilde: https://www.alamy.com/wind-turbine-line-icon-renewable-sustainable-eco-friendly-energy-source-windmill-alternative-electric-energy-wind-power-of-nature-black-outline-image360212406.html	11
Figur 4-1 Oppdragsgivers logo	13
Figur 4-2 Oppdragsgivers hovedbygg med forslag til monterte vindturbiner	13
Figur 5-1 Carnetic Norsk vindturbin produsent 2024	17
Figur 6-1 Bilde er av vindturbinene montert på taket til Bryne VGS. Kilde: https://twitter.com/Hakonrl/status/1112692515952607233	19
Figur 7-1 Høy- og lavtrykksenter med vindretning. [37]	20
Figur 7-2 Jordens sirkulasjonsmønster. [38]	20
Figur 7-3 Illustrasjon av vindhastigheter ved forskjellige høyde [4]	21
Figur 7-4 Beauforts vindskala [5]A. D. S. Kristin Seter, « Store Norske Leksikon,» 21 Januar 2024.....	22
Figur 7-5 Photo credit Vattenfall Wind Power, Denmark.....	26
Figur 7-6 - Vanligst typer vertikale vindturbiner [10]	27
Figur 7-7 - Modell av Carnetic vindturbin	28
Figur 7-8 - Hovedkomponentene som virker på turbinens vinger og skaper bevegelse [11]	29
Figur 7-9 Generatorprinsippet [36].....	30
Figur 7-10 Prinsippskisse av en generator med roterende felt og den genererte spenningen	31
Figur 7-11 Prinsippskisse av en generator med to to magnetrader og en stator [13]	32
Figur 7-12 Snittegning av en generator med to magnetrotorer og en stator [14]	32
Figur 7-13 Magnetflux gjennom stator og rotor [15]	33
Figur 7-14 Vindturbinprinsipp A-D Kristian Freyr Johanson (Teams)	35
Figur 7-15 Kortslutningsmaskin – Koblet direkte til nett.....	36
Figur 7-16 Kortslutningsmaskin – Koblet til nett via konverter/inverter	36
Figur 7-17 Kortslutningsmaskin – Koblet til nett via AC-konverter	36
Figur 7-18 Induksjonsmaskin – Regulering av motstand i rotorkrets	37
Figur 7-19 Induksjonsmaskin – Regulering av spenning i rotorkrets med likeretter, reaktor og inverter	37
Figur 7-20 Induksjonsmaskin – Regulering av spenning i rotorkrets med AC-konverter	37
Figur 7-21 Synkronmaskin - Koblet direkte til nett	38
Figur 7-22 Synkronmaskin – Koblet til nett via konverter/inverter	38
Figur 7-23 Synkronmaskin - Koblet til nett via konverter/inverter uten girkasse	38
Figur 7-24 Permanentmagnetmaskin med AC-konverter.....	39
Figur 7-25 Permanentmagnetmaskin med konverter & inverter	39
Figur 7-26 Vindmølle – Konverter/likeretter - Inverter - Strømnett, forenklet illustrasjon.....	40

Figur 7-27 https://impiantofotovoltaico.shop/en/product/afore-inverter-three-phase-string-15kw/	41
Figur 7-28 Inverter tilkoblings illustrasjon, Aforeenergy.com	42
Figur 7-29 Vindforhold Nord-Jæren [17]	44
Figur 7-30 bilde av vindmålers omtrentlige plassering og oppdragsgivers bygg [18]	45
Figur 7-31 Graf basert på data hentet fra [18]	45
Figur 8-1 Plassering av prototype vindturbin. Fra Google MAPs	46
Figur 8-2 Likeretter boks montert på søylen på prototypen på Kolnes.	47
Figur 8-3 Prototype vindturbinen montert på Kolnes Bilde tatt lørdag 27. april 2024	48
Figur 8-4 Vindturbin prinsipp D	49
Figur 8- Eksempel på 3 faset likeretter med kondensator for å stabilisere like strømmen.	51
Figur 8- NVENT HOFFMANN Veggmontert, 400x600x210, Hygienisk skap, 1 dør, med MP, rustfritt 304, IP66 SOLAR Norge AS	52
Figur 8- Beregnings underlag fra Lnett	59
Figur 8- Meldingsskjema fra ELsmart Per Arne Ydstebø Lnett	61
Figur 9-1 Illustrasjon av J G	63
Figur 9-2 https://kommunekart.com/klient/sola/kar t	64

15 Vedlegg

Navn	Endret	Endret av	Bane
Vedlegg 1 100-IKM-Vind Tegninger B.pdf	09.05.2024 16:29	Peter Ørum Andersen	sites/Section_23-24_FAV_bg_NO-EL3A-N_1500257-ELNA-1Kristjan/Delte dokumenter/ELNA-1 (Kristjan) Vindmøller som alternativ energi/Vedlegg
Vedlegg 2 100-IKM-Vind Febdok.pdf	09.05.2024 20:14	Peter Ørum Andersen	sites/Section_23-24_FAV_bg_NO-EL3A-N_1500257-ELNA-1Kristjan/Delte dokumenter/ELNA-1 (Kristjan) Vindmøller som alternativ energi/Vedlegg
Vedlegg 3 Investeringsanalyse 100-IKM-VIND.pdf	09.05.2024 20:37	Peter Ørum Andersen	sites/Section_23-24_FAV_bg_NO-EL3A-N_1500257-ELNA-1Kristjan/Delte dokumenter/ELNA-1 (Kristjan) Vindmøller som alternativ energi/Vedlegg
Vedlegg 4 Beregning kostnad og timer.pdf	09.05.2024 20:09	Martin Hobberstad	sites/Section_23-24_FAV_bg_NO-EL3A-N_1500257-ELNA-1Kristjan/Delte dokumenter/ELNA-1 (Kristjan) Vindmøller som alternativ energi/Vedlegg
Vedlegg 5 Afore 6607250- Brukerveiledning-5 3fN inverter.pdf	10.05.2024 08:24	Peter Ørum Andersen	sites/Section_23-24_FAV_bg_NO-EL3A-N_1500257-ELNA-1Kristjan/Delte dokumenter/ELNA-1 (Kristjan) Vindmøller som alternativ energi/Vedlegg
Vedlegg 6 Wind Turbine 3KW Rev 5-20-23 building data (1).pdf	10.05.2024 08:25	Peter Ørum Andersen	sites/Section_23-24_FAV_bg_NO-EL3A-N_1500257-ELNA-1Kristjan/Delte dokumenter/ELNA-1 (Kristjan) Vindmøller som alternativ energi/Vedlegg
Vedlegg 7 Terminal block Connections control box (2).pdf	10.05.2024 08:26	Peter Ørum Andersen	sites/Section_23-24_FAV_bg_NO-EL3A-N_1500257-ELNA-1Kristjan/Delte dokumenter/ELNA-1 (Kristjan) Vindmøller som alternativ energi/Vedlegg



A

B

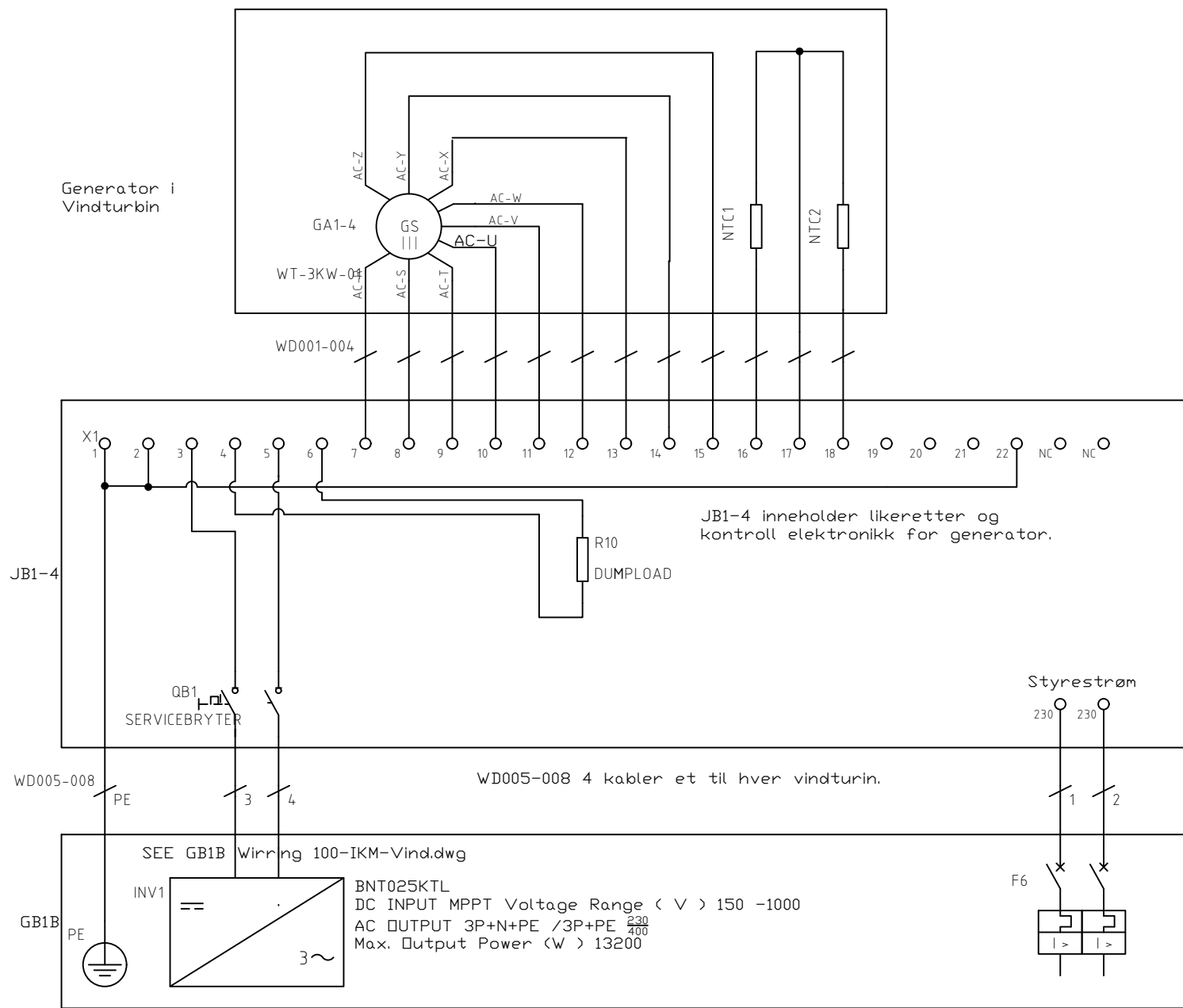
C

D

E

F

Generator i
Vindturbin

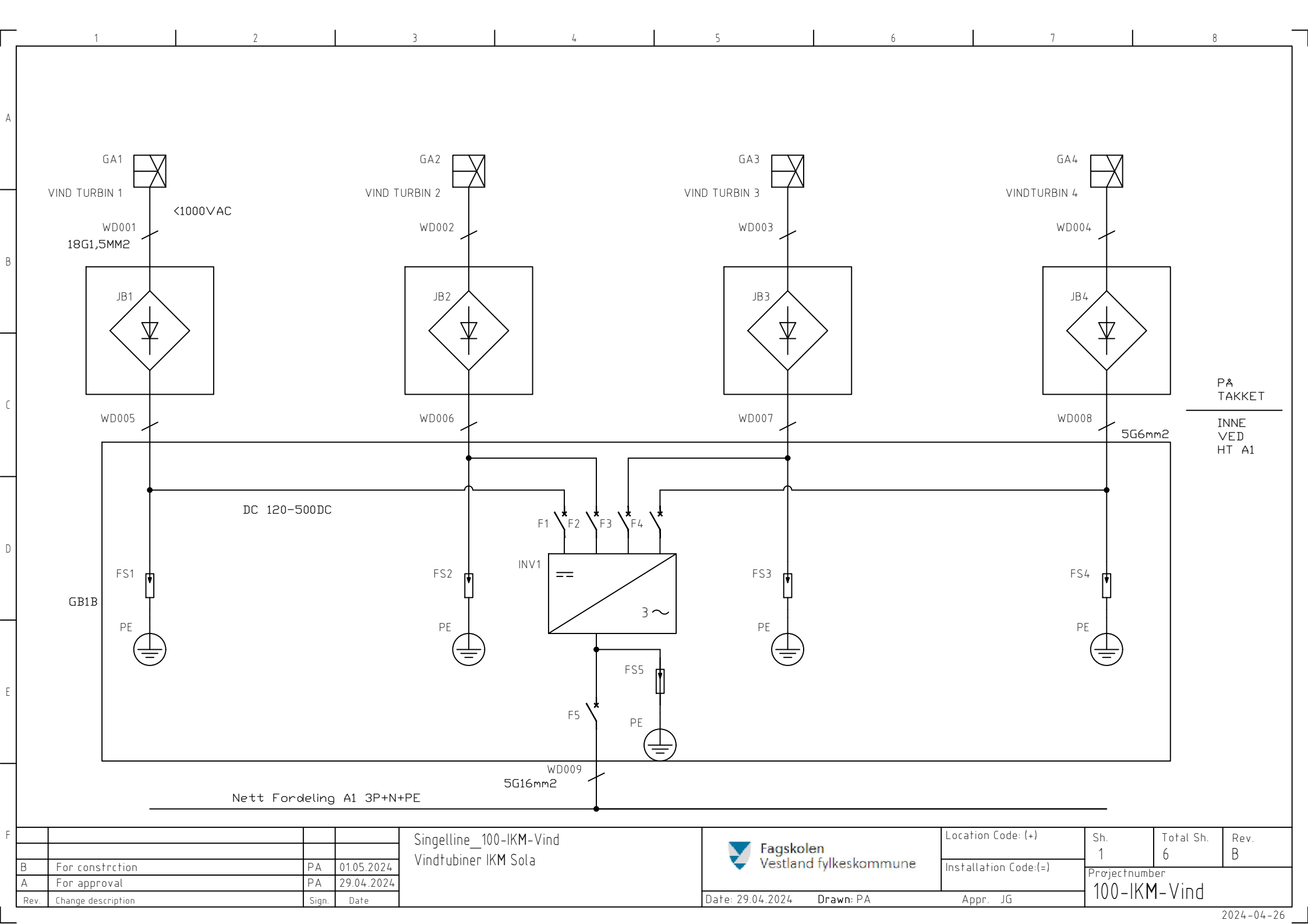


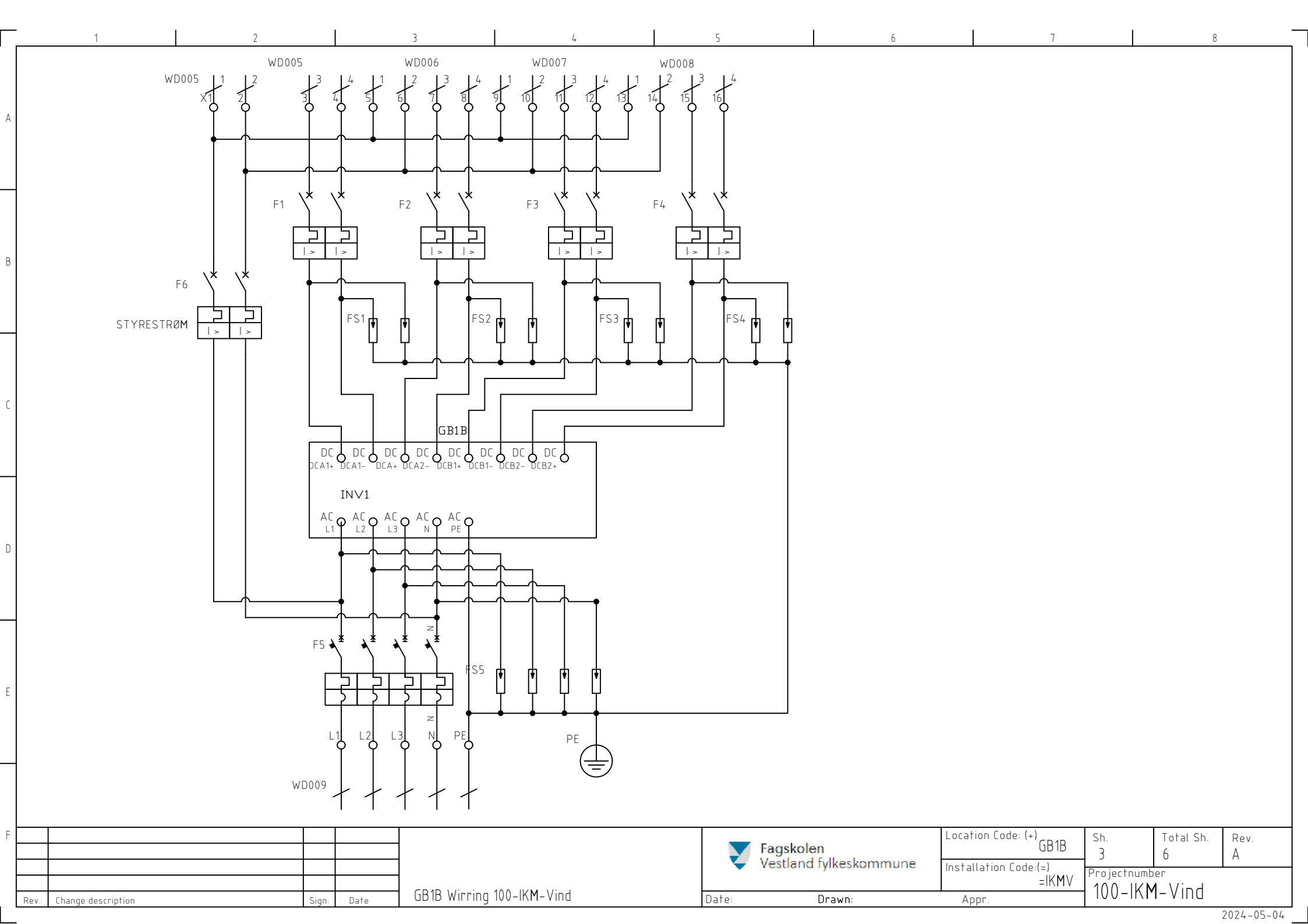
	Description	Color
1	Earth/Ground/Chassis	Yellow/Green
2	Earth/Ground/Chassis	Yellow/Green
3	DC1 0V common DC2	Black
4	DC2 0V common DC1	Black
5	DC1+ to load/inverter	Red
6	DC2+ to dumpload	Red
7	AC-R Generator	Light brown
8	AC-S Generator	Light brown
9	AC-T Generator	Light brown
10	AC-U Generator	Grey
11	AC-V Generator	Grey
12	AC-W Generator	Grey
13	AC-X Generator	Green
14	AC-Y Generator	Green
15	AC-Z Generator	Green
16	NTC1 Generator	Yellow
17	Common NTC	Orange
18	NTC2	Yellow
19	AC_com-1	Blue (spare)
20	AC_com-2	Blue (spare)
21	AC_com-2	Blue (spare)
nc	Spare-1	Nc.
nc	Spare-2	Nc.
22	Earth/Gound/Chassis	Yellow/Green
230	Styrestrøm	1
230	Styrestrøm	2

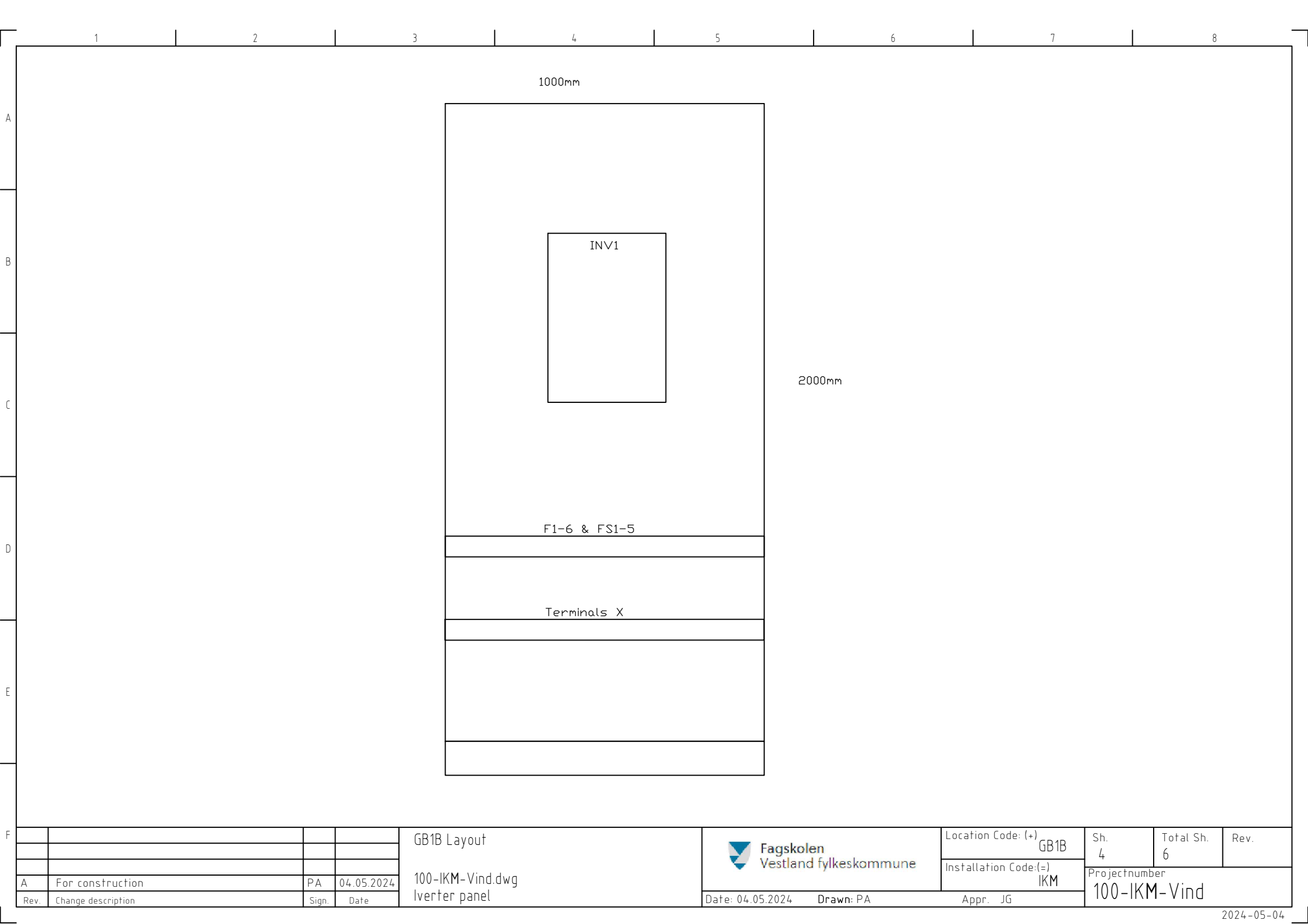
Likeretter JB 1-4_100-IKM-Vind
Vindtubiner IKM Sola

Kobling likeretter på søyle til vindturbin JB1-4

B	For construction	PA	01.05.2024
A	For approval	PA	29.04.2024
Rev.	Change description	Sign.	Date







F				
	A	For construction	PA	04.05.2024
	Rev.	Change description	Sign.	Date

GB1B Layout
100-IKM-Vind.dwg
Iverter panel

 Fagskolen Vestland fylkeskommune	Location Code: (+) GB1B
	Installation Code:(=) IKM
	Date: 04.05.2024 Drawn: PA

Sh. 4
Installation Code:(=) IKM
Appr. JG

Total Sh. 6	Rev.
Projectnumber 100-IKM-Vind	

	1	2	3	4	5	6	7	8		
A	Betegnelse	Antall		Type	Beskrivelse	Plassering				
	GA1-4	4	Carnetic	WT-3KW-01	Wind Turbine 3KW m. søyle og fundament/flens	IKM byggets takk				
	JB1-4	4	NVENT HOFFMANN	1015000	Veggmontert, 400x600x210, Hygienisk skap, 1 dør, med MP, rustfritt 304, IP66	Monteres på søylen til hver vindturbin				
B	JB1-4	4	Carnetic	TBA	Likeretter med hoved bryter	Monteres på søylen til hver vindturbin				
	GB1B	1	Rittal	8884000	Gulvskap VX 800x1800x400 sider bestilles separat	Monteres ved siden av hoved tavle A1 inne i IKM bygget				
C	INV1	1	Afore new energy	BNT025KTL	Inverter DC til AC	Monteres innen i Rittal skapet				
	FS1-4	4	OBO Betermann	5094230	Type 1+2 kombiavleder iht. EN 50539-11 for lyn- og overspenningsvern for 1000Vdc	Monteres innen i Rittal skapet				
	FS5	1	OBO Betermann	5093654	Kombiavleder, lyn- og overspenningsavleder type 1+2 iht. DIN EN 61643-11 for TN S 400V nett	Monteres innen i Rittal skapet				
D	F1-4	4	ABB	S802PV-SP20	Sikring 20A 800V dc IEC/EN 60947-2	Monteres innen i Rittal skapet				
	F5	1	ABB	<u>S303P-C63NA</u>	Sikring 4pol 63A B 25ka	Monteres innen i Rittal skapet				
	X	16	Phoenix contact	UT6	Rekkeklemmer 1000V	Monteres innen i Rittal skapet				
E	x	5	Phoenix contact	UT16	Rekkeklemmer 1000V	Monteres innen i Rittal skapet				
		1	NVENT HOFFMANN	6922777	Kobber skinne for jording PE skinne 750x12x3	Monteres innen i Rittal skapet				
F				Partlist 100-IKM-Vind		 Fagskolen Vestland fylkeskommune	Location Code: (+)	Sh. 5	Total Sh. 6	Rev. A
							Installation Code:(=)	Projectnumber 100-IKM-Vind		
	A	For construction	PA			04.05.2024	Date: 04.05.2024			
	Rev.	Change description	Sign.	Date						

	1	2	3	4	5	6	7	8	
A				100-IKM-Vind					
	Cabel	From	to	Type		Number of cores and mm ² per conductor			
B	WD001	GA1	JB1	ÖLFLEX CLASSIC 110 BLACK		18 G 1.5			
	WD002	GA2	JB2	ÖLFLEX CLASSIC 110 BLACK		18 G 1.5			
	WD003	GA3	JB3	ÖLFLEX CLASSIC 110 BLACK		18 G 1.5			
C	WD004	GA4	JB4	ÖLFLEX CLASSIC 110 BLACK		18 G 1.5			
	WD005	JB1	GB1B	ÖLFLEX CLASSIC 110 BLACK		5 G 6			
	WD006	JB2	GB1B	ÖLFLEX CLASSIC 110 BLACK		5 G 6			
D	WD007	JB3	GB1B	ÖLFLEX CLASSIC 110 BLACK		5 G 6			
	WD008	JB4	GB1B	ÖLFLEX CLASSIC 110 BLACK		5 G 6			
	WD009	GB1B	A1	ÖLFLEX CLASSIC 110 BLACK		5 G 16			
	PE	GB1B	A1	PN		1 x 16			
	PE	Utjevning		PN		1 x 16			
F				Cablelist100-IKM-Vind		Location Code: (+)	Sh. 6	Total Sh. 6	Rev.
				100-IKM-Vind		Installation Code:(=)	Projectnumber 100-IKM-Vind		
A	For construction	PA	04.05.2024						
	Rev.	Change description	Sign.	Date	Date:	Drawn: PA	Appr. JG		

2024-05-04

Hoveddata

Definisjon av anlegg	
Anleggsnavn	IKM Skadronveien Sola
Anleggsnummer	001
Ordrenummer	001
Anlegget etablert	18.04.2024
Anlegget sist modifisert	07.05.2024
Erklæring om samsvar sendt	Nei

Installasjonsadresse	
Eiendomsnavn	
Adresse	
Postnr./-sted	
Telefon	
Måler nr	
Kommunenr	
Gårdsnr / Bruksnr	/
Festnr / Seksjonsnr	/
Leilighetsnummer	
Boligmappe ID	

Installasjonseier	
Navn	
Avdeling	
Adresse	
Postboks	
Postnr./-sted	
Telefon	
Kontaktperson	
Epost	

Installatør	
Navn	Fagskolen I Hordaland
Organisasjonsnr	
Adresse	Haugeveien 28
Postboks	
Postnr./-sted	5005 BERGEN
Telefon	55901197
Web	
Epost	

Installasjonsadresse		Anlegg: IKM Skadronveien Sola	Dato: 07.05.2024 21:10:21	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Hoveddata	NEK 400:2022	400 V TN-C
		 7.6.24015 15.01.2024	Side 1 av 3	(1)

Hoveddata

Data for første lavspenningsfordeling	
Identifikasjon	LVNET
Lastbeskrivelse	
Dim.basis	NEK 400:2022
Fordelingssystem / Systemspenning	TN-C / 400 [V]
Nettfrekvens	50 Hz
Antall faser	3
Fasekobling	L1-L2-L3
Dimensjonerende laststrøm	0,00 A
Temperatur i fordeling	30,00 °C
Betjening	Sakkyndig betjening
Jording/utjevning	Uspesifisert / Utjevning
Sammenlagret strøm [A]	L1: 0,0 L2: 7,7 L3: 0,0
Totale tap [kW]	-0,100

Spenningsfall	
Aktuell spenning i startpunkt	400 V
Varslingsgrense spenningsfall totalt	4 %
Varslingsgrense spenningsfall til "siste" fordeling	2 %
Spenningsfall til fordelinger beregnes med basis i dimensjonerende belastningsstrøm i fordelingen	

Beregningsgrunnlag	
C-faktorer iht EN 60909-0:2016 ±10%	
☒ Sjekke tillatte poler på vern	

Egne dimensjoneringskriterier	
Maksimal belastning av kabler (%)	80 %
Maksimal belastning av overstrømsvern (%)	100 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	1,00
☐ Velg overstrømsvern med $I_2 \leq I_z$	
☒ Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	
☐ Velg effektbrytere på grunnlag av Ics bryteevne	
☒ Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevneav	
☐ Dimensjonering uten begrensinger	



Kommentarer	

Installasjonsadresse		Anlegg:	IKM Skadronveien Sola		Dato:	07.05.2024 21:10:21	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Hoveddata		NEK 400:2022		400 V TN-C	
		 7.6.24015 15.01.2024		Side	2	(2)	
				av	3		

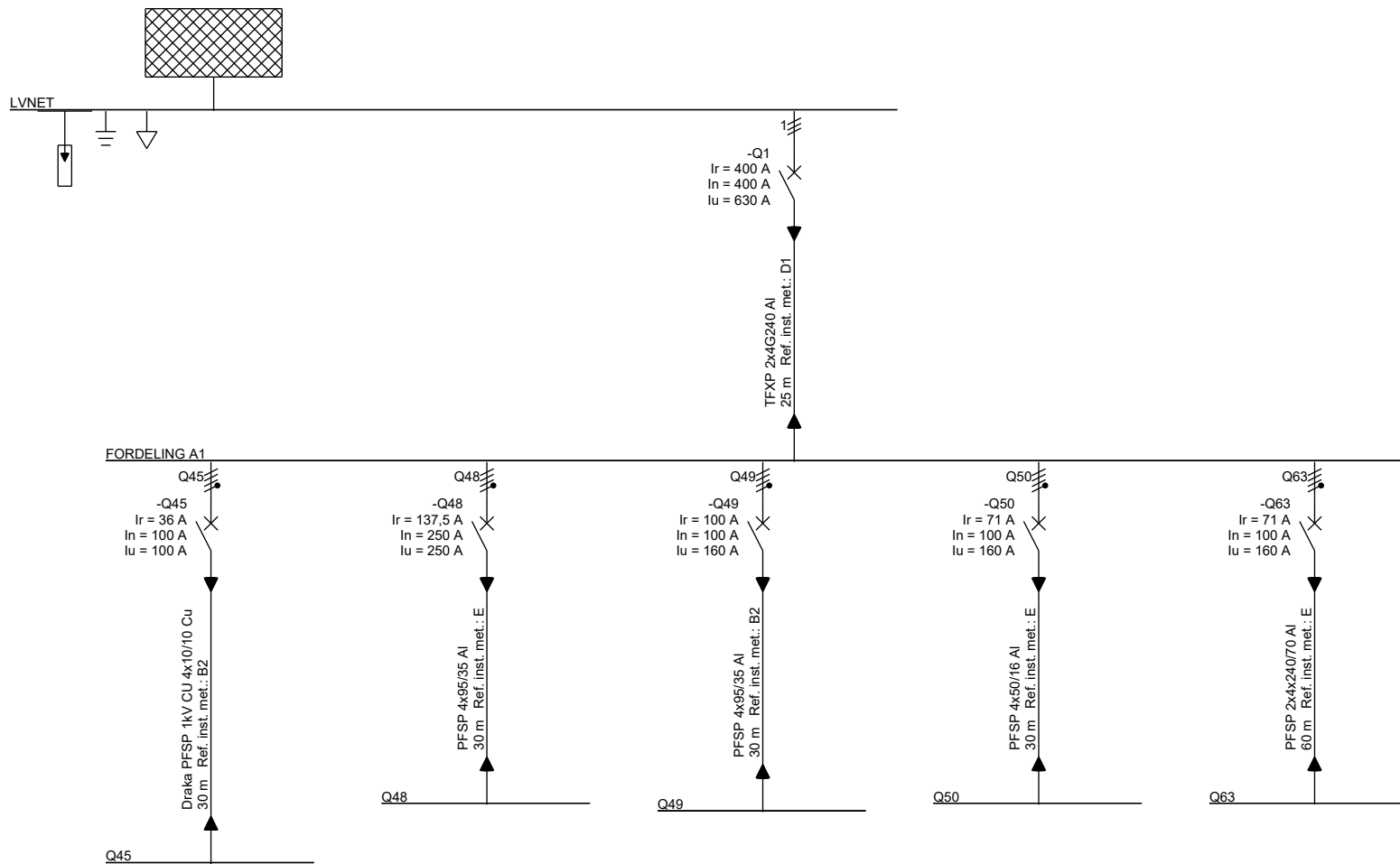
Hoveddata

Data for foranliggende nett (TN-C / TN-C-S)					
Ik3pmax	: 14,640	kA	R+max	: 0,0139	Ω
cos ϕ	: 0,8		X+max	: 0,0104	Ω
Ik2pmin	: 9,900	kA	R+min	: 0,0164	Ω
cos ϕ	: 0,9		X+min	: 0,0079	Ω
IjPENmax	: 9,900	kA	R0PENmax	: 0,0338	Ω
cos ϕ	: 0,8		X0PENmax	: 0,0254	Ω
IjPENmin	: 9,550	kA	R0PENmin	: 0,0260	Ω
cos ϕ	: 0,9		X0PENmin	: 0,0126	Ω
			Zs	: 0,0218	Ω

Referanse netteier	: Lnett	Dato oppgitt	: 07.05.2024
--------------------	---------	--------------	--------------

Kommentarer

Installasjonsadresse		Anlegg: IKM Skadronveien Sola	Dato: 07.05.2024 21:10:21	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Hoveddata	NEK 400:2022 400 V TN-C	
		 7.6.24015 15.01.2024	Side 3 (3) av 3	



Fagskolen I Hordaland
Elektro
Haugeveien 28
5005 BERGEN
Tel: 55901197

Installasjonsadresse

Installasjonseier

Anlegg:
IKM Skadronveien Sola

Dato: 07.05.2024 21:10:22

Febdok Vs. 7.6.24015
Dato. 15.01.2024

TN-C 400 V

Side 1 (4)
av 1

Detaljert kursfortegnelse

Sakkyndig betjening			Maksimale feilstrømmer og impedanser i					Fordeling					Minimale feilstrømmer og impedanser i					Fordeling														
Fordelingstype: TN-C			I_{k3pmax} [kA] : 14,640					$\cos \phi$: 0,80					$R+ [\Omega]$: 0,0139					I_{k3pmin} [kA] : 11,432					$\cos \phi$: 0,90					$R+ [\Omega]$: 0,0164				
Jordelektrode: Uspesifisert			I_{k2pmax} [kA] : 12,679					$\cos \phi$: 0,80					$X+ [\Omega]$: 0,0104					I_{k2pmin} [kA] : 9,900					$\cos \phi$: 0,90					$X+ [\Omega]$: 0,0079				
Utjevningsforbindelser																																
Sammenlagret strøm [A]:			L1: 0,00 A		L2: 7,72 A		$\cos \phi$: 0,80										$\cos \phi$: 0,90															
			L3: 0,00 A														$Z_s [\Omega]$: -1.0															
Kurs nr.	Identifikasjon Beskrivelse Jording/utjevning		Lasttype Fasekobling Fordelingstype		Kabelidentifikasjon Kabeltype/-lederløsning Ref.inst. met.		Lengde [m]		k_t k_p k_f	I_z [A] I_b [A] ΔU [%]	Utstyr	I_{kmax} [kA] I_{kmin} [kA] I_{Jmin} [kA]	Vernidentifikasjon Fabrikat Type		I_N [A] I_c [kA] I_{Im} [m]																	
1	FORDELING A1 Fordeling A1		Fordeling L1-L2-L3-N TN-C-S		TFXP 2x4G240 AI D1		25		1,00 1,00 1,00	506,00 0,00 0,00		14,640 8,772 7,893	-Q1 SCHNEIDER NSX630 630 A MICROLOGIC 2		400 3p 50 Ics 139,3																	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197			Installasjonsadresse					Anlegg: IKM Skadronveien Sola									Dato: 07.05.2024 21:10:23															
			Installasjonseier					Fordeling LVNET					NEK 400:2022 400 V TN-C																			
								 Vs. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024					Side 1 (5) av 1																			

Detaljert kursfortegnelse

Sakkyndig betjening				Maksimale feilstrømmer og impedanser i				Fordeling				Minimale feilstrømmer og impedanser i				Fordeling			
Fordelingstype: TN-C-S				I_{k3pmax} [kA] : 13,137 $\cos \phi$: 0,80 R_+ [Ω] : 0,0154				I_{k3pmin} [kA] : 10,129 $\cos \phi$: 0,90 R_+ [Ω] : 0,0184											
Jordelektrode: Ingen jordelektrode				I_{k2pmax} [kA] : 11,377 $\cos \phi$: 0,80 X_+ [Ω] : 0,0116				I_{k2pmin} [kA] : 8,772 $\cos \phi$: 0,90 X_+ [Ω] : 0,0092											
Sammenlagret strøm [A]: L1: 0,00 A L2: 7,72 A L3: 0,00 A N: 7,72 A				R_{0N} [Ω] : 0,0401				R_{0N} [Ω] : 0,0340											
				X_{0N} [Ω] : 0,0295				X_{0N} [Ω] : 0,0168											
				R_{0PEN} [Ω] : 0,0401				R_{0PEN} [Ω] : 0,0340											
				X_{0PEN} [Ω] : 0,0295				X_{0PEN} [Ω] : 0,0168											
Z_s [Ω] : -1.0																			
Kurs nr.	Identifikasjon Beskrivelse Jording/utjevning			Lasttype Fasekobling Fordelingstype	Kabelidentifikasjon Kabeltype/-lederløsning Ref.inst. met.		Lengde [m]	k_t k_p k_f	I_z [A] I_b [A] ΔU [%]	Utstyr	I_{kmax} [kA] I_{kmin} [kA] I_{jmin} [kA]	Vernidentifikasjon Fabrikat Type		I_N [A] I_c [kA] I_{lm} [m]					
1	Lys kantine			Distribuert last L1-N	PFXP 3G1,5 Cu		100		2,32		8,616 0,071 0,071	F1 SCHNEIDER C60H_C 16 A		16 10 lcn					
Sjekk vern																			
2	Lys Arkiv			Distribuert last L1-N	PFXP 3G1,5 Cu		100		2,32		8,616 0,071 0,071	F2 SCHNEIDER C60H_C 16 A		16 10 lcn					
Sjekk vern																			
3	Lys kontor			Distribuert last L1-N	PFXP 3G1,5 Cu		100		2,09		8,616 0,071 0,071	F3 SCHNEIDER C60H_C 16 A		16 10 lcn					
Sjekk vern																			
4	Lys kontor			Distribuert last L1-N	PFXP 3G1,5 Cu		100		2,09		8,616 0,071 0,071	F4 SCHNEIDER C60H_C 16 A		16 10 lcn					
Sjekk vern																			
5	Lys Datarom			Distribuert last L1-N	PFXP 3G1,5 Cu		100		0,00		8,616 0,071 0,071	F5 SCHNEIDER C60H_C 16 A		16 10 lcn					
Sjekk vern																			
6	Lys korridor			Distribuert last L1-N	PFXP 3G1,5 Cu		100		2,09		8,616 0,071 0,071	F6 SCHNEIDER C60H_C 16 A		16 10 lcn					
Sjekk vern																			
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197				Installasjonsadresse				Anlegg: IKM Skadronveien Sola								Dato: 07.05.2024 21:10:23			
				Installasjonseier				Fordeling FORDELING A1				NEK 400:2022				400 V TN-C-S			
								Vs. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024				Side 1 (6) av 7							
																			

Detaljert kursfortegnelse

Sakkyndig betjening				Maksimale feilstrømmer og impedanser i				Fordeling				Minimale feilstrømmer og impedanser i				Fordeling			
Fordelingstype: TN-C-S				I_{k3pmax} [kA] : 13,137 $\cos \phi$: 0,80 R+ [Ω] : 0,0154				I_{k3pmin} [kA] : 10,129 $\cos \phi$: 0,90 R+ [Ω] : 0,0184				I_{k2pmin} [kA] : 8,772 $\cos \phi$: 0,90 X+ [Ω] : 0,0092							
Jordelektrode: Ingen jordelektrode				I_{k2pmax} [kA] : 11,377 $\cos \phi$: 0,80 X+ [Ω] : 0,0116				I_{k2pmin} [kA] : 8,772 $\cos \phi$: 0,90 X+ [Ω] : 0,0092				R_{0N} [Ω] : 0,0340							
Sammenlagret strøm [A]: L1: 0,00 A L2: 7,72 A 																			

Detaljert kursfortegnelse

Sakkyndig betjening				Maksimale feilstrømmer og impedanser i				Fordeling				Minimale feilstrømmer og impedanser i				Fordeling			
Fordelingstype: TN-C-S				I_{k3pmax} [kA] : 13,137 $\cos \phi$: 0,80				R+ [Ω] : 0,0154				I_{k3pmin} [kA] : 10,129 $\cos \phi$: 0,90				R+ [Ω] : 0,0184			
Jordelektrode: Ingen jordelektrode				I_{k2pmax} [kA] : 11,377 $\cos \phi$: 0,80				X+ [Ω] : 0,0116				I_{k2pmin} [kA] : 8,772 $\cos \phi$: 0,90				X+ [Ω] : 0,0092			
Sammenlagret strøm [A]: L1: 0,00 A L2: 7,72 A L3: 0,00 A N: 7,72 A				I_{jfmax} [kA] : 8,616 $\cos \phi$: 0,80				R_{0N} [Ω] : 0,0401				I_{jfmin} [kA] : 7,893 $\cos \phi$: 0,90				R_{0N} [Ω] : 0,0340			
								X_{0N} [Ω] : 0,0295								X_{0N} [Ω] : 0,0168			
								R_{0PEN} [Ω] : 0,0401								R_{0PEN} [Ω] : 0,0340			
								X_{0PEN} [Ω] : 0,0295								X_{0PEN} [Ω] : 0,0168			
								Z_s [Ω] : -1.0											
Kurs nr.	Identifikasjon Beskrivelse Jording/utjevning			Lasttype Fasekobling Fordelingstype		Kabelidentifikasjon Kabeltype/-lederløsning Ref.inst. met.		Lengde [m]	k_t k_p k_f	I_z [A] I_b [A] ΔU [%]	Utstyr	I_{kmax} [kA] I_{kmin} [kA] I_{jmin} [kA]	Vernidentifikasjon Fabrikat Type		I_N [A] I_c [kA] I_{lm} [m]				
9A	Verksted			Distribuert last L2-N		PFXP 3G2,5 Cu		100		2,85	Kontaktor	8,616	F9A		15	2p			
0,116												CHINT		10	lcn				
0,116												NB310L 10KA 15 A							
9B	Styring lys			Distribuert last L2-N		PFXP 3G2,5 Cu		100		2,85	Kontaktor	8,616	F9B		10	2p			
0,116												CHINT		10	lcs				
0,116												NB1-63/H 10 A							
10	Lys ute fotocelle			Distribuert last L2-N		PFXP 3G2,5 Cu		100		0,30	Kontaktor	8,616	F10		15	2p			
0,116												CHINT		10	lcn				
0,116												NB310L 10KA 15 A							
11	Stikk			Variabel last L1-N		PFSP 2x2,5/2,5 Cu B1		16	1,00 1,00 1,00	24,00 15,00 1,12		8,616	F11		15	2p			
0,676												CHINT		10	lcn				
0,676												NB310L 10KA 15 A		76,8					
12	Stikk KONTOR 8-12			Variabel last L1-N		PFSP 2x2,5/2,5 Cu B1		24	1,00 1,00 1,00	24,00 15,00 1,89		8,616	F12		15	2p			
0,462												CHINT		10	lcn				
0,462												NB310L 10KA 15 A		76,8					
13	Stikk Kontor 1-7			Variabel last L1-N		PFSP 2x2,5/2,5 Cu B1		24	1,00 1,00 1,00	24,00 15,00 1,89		8,616	F13		15	2p			
0,462												CHINT		10	lcn				
0,462												NB310L 10KA 15 A		76,8					
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197				Installasjonsadresse					Anlegg: 07.05.2024 21:10:23 IKM Skadronveien Sola										
				Installasjonseier					Fordeling FORDELING A1				NEK 400:2022			400 V TN-C-S			
									Vs. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024				Side 3 (8) av 7						

Sakkyndig betjening					Maksimale feilstrømmer og impedanser i					Fordeling					Minimale feilstrømmer og impedanser i					Fordeling				
Fordelingsstype: TN-C-S					I_{k3pmax} [kA] : 13,137 $\cos \phi$: 0,80					$R_+ [\Omega]$: 0,0154					I_{k3pmin} [kA] : 10,129 $\cos \phi$: 0,90					$R_+ [\Omega]$: 0,0184				
Jordelektrode: Ingen jordelektrode					I_{k2pmax} [kA] : 11,377 $\cos \phi$: 0,80					$X_+ [\Omega]$: 0,0116					I_{k2pmin} [kA] : 8,772 $\cos \phi$: 0,90					$X_+ [\Omega]$: 0,0092				
Sammenlagret strøm [A]: L1: 0,00 A L2: 7,72 A 																								

Detaljert kursfortegnelse

Sakkyndig betjening				Maksimale feilstrømmer og impedanser i				Fordeling				Minimale feilstrømmer og impedanser i				Fordeling			
Fordelingstype: TN-C-S				I_{k3pmax} [kA] : 13,137 $\cos \phi$: 0,80				R+ [Ω] : 0,0154				I_{k3pmin} [kA] : 10,129 $\cos \phi$: 0,90				R+ [Ω] : 0,0184			
Jordelektrode: Ingen jordelektrode				I_{k2pmax} [kA] : 11,377 $\cos \phi$: 0,80				X+ [Ω] : 0,0116				I_{k2pmin} [kA] : 8,772 $\cos \phi$: 0,90				X+ [Ω] : 0,0092			
Sammenlagret strøm [A]: L1: 0,00 A L2: 7,72 A L3: 0,00 A N: 7,72 A				I_{jfmax} [kA] : 8,616 $\cos \phi$: 0,80				R_{0N} [Ω] : 0,0401				I_{jfmin} [kA] : 7,893 $\cos \phi$: 0,90				R_{0N} [Ω] : 0,0340			
								X_{0N} [Ω] : 0,0295								X_{0N} [Ω] : 0,0168			
								R_{0PEN} [Ω] : 0,0401								R_{0PEN} [Ω] : 0,0340			
								X_{0PEN} [Ω] : 0,0295								X_{0PEN} [Ω] : 0,0168			
								Z_s [Ω] : -1.0											
Kurs nr.	Identifikasjon Beskrivelse Jording/utjevning			Lasttype Fasekobling Fordelingstype		Kabelidentifikasjon Kabeltype/-lederløsning Ref.inst. met.		Lengde [m]	k_t k_p k_f	I_z [A] I_b [A] ΔU [%]	Utstyr	I_{kmax} [kA] I_{kmin} [kA] I_{jmin} [kA]	Vernidentifikasjon Fabrikat Type		I_N [A] I_c [kA] I_{lm} [m]				
20	Stikk komfyr			Variabel last L1-N		PFSP 2x4/4 Cu B1		25	1,00 1,00 1,00	32,00 15,00 1,05		8,616 0,693 0,693	F20 CHINT NB1-63/H 20 A		20 2p 10 Ics 186,2				
21	Stikk Oppvask			Variabel last L1-N		PFSP 2x2,5/2,5 Cu B1		29	1,00 1,00 1,00	24,00 15,00 2,36		8,616 0,386 0,386	F21 CHINT NB310L 10KA 15 A		15 2p 10 Icn 76,8				
22	Stikk Korridor			Variabel last L1-N		PFSP 2x2,5/2,5 Cu B1		24	1,00 1,00 1,00	24,00 15,00 1,89		8,616 0,462 0,462	F22 CHINT NB310L 10KA 15 A		15 2p 10 Icn 76,8				
23	Stikk vvb			Variabel last L1-N		PFSP 2x2,5/2,5 Cu B1		31	1,00 1,00 1,00	24,00 15,00 2,55		8,616 0,362 0,362	F23 CHINT NB310L 10KA 15 A		15 2p 10 Icn 76,8				
24	Stikk Verksted			Variabel last L1-N		PFSP 2x2,5/2,5 Cu B1		24	1,00 1,00 1,00	24,00 15,00 1,89		8,616 0,462 0,462	F24 CHINT NB310L 10KA 15 A		15 2p 10 Icn 76,8				
25	Stikk Verksted			Variabel last L1-N		PFSP 2x2,5/2,5 Cu B1		24	1,00 1,00 1,00	24,00 15,00 1,89		8,616 0,462 0,462	F25 CHINT NB310L 10KA 15 A		15 2p 10 Icn 76,8				
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197				Installasjonsadresse					Anlegg: Dato: 07.05.2024 21:10:23 IKM Skadronveien Sola										
				Installasjonseier					Fordeling FORDELING A1							NEK 400:2022 400 V TN-C-S			
									 Vs. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024							Side 5 (10) av 7			

Detaljert kursfortegnelse

Sakkyndig betjening				Maksimale feilstrømmer og impedanser i				Fordeling				Minimale feilstrømmer og impedanser i				Fordeling			
Fordelingstype: TN-C-S				I_{k3pmax} [kA] : 13,137 $\cos \phi$: 0,80				R+ [Ω] : 0,0154				I_{k3pmin} [kA] : 10,129 $\cos \phi$: 0,90				R+ [Ω] : 0,0184			
Jordelektrode: Ingen jordelektrode				I_{k2pmax} [kA] : 11,377 $\cos \phi$: 0,80				X+ [Ω] : 0,0116				I_{k2pmin} [kA] : 8,772 $\cos \phi$: 0,90				X+ [Ω] : 0,0092			
Sammenlagret strøm [A]: L1: 0,00 A L2: 7,72 A L3: 0,00 A N: 7,72 A				I_{jmax} [kA] : 8,616 $\cos \phi$: 0,80				R_{0N} [Ω] : 0,0401				I_{jmin} [kA] : 7,893 $\cos \phi$: 0,90				R_{0N} [Ω] : 0,0340			
								X_{0N} [Ω] : 0,0295								X_{0N} [Ω] : 0,0168			
								R_{0PEN} [Ω] : 0,0401								R_{0PEN} [Ω] : 0,0340			
								X_{0PEN} [Ω] : 0,0295								X_{0PEN} [Ω] : 0,0168			
								Z_s [Ω] : -1.0											
Kurs nr.	Identifikasjon Beskrivelse Jording/utjevning			Lasttype Fasekobling Fordelingstype		Kabelidentifikasjon Kabeltype/-lederløsning Ref.inst. met.		Lengde [m]	k_t k_p k_f	I_z [A] I_b [A] ΔU [%]	Utstyr	I_{kmax} [kA] I_{kmin} [kA] I_{jmin} [kA]	Vernidentifikasjon Fabrikat Type		I_N [A] I_c [kA] I_{lm} [m]				
26	Stikk Verksted			Variabel last L1-N		PFSP 2x2,5/2,5 Cu B1		35	1,00 1,00 1,00	24,00 15,00 2,93		8,616 0,322 0,322	F26 CHINT NB310L 10KA 15 A		15 2p 10 lcn 76,8				
27	Stikk Verksted			Variabel last L1-N		PFSP 2x2,5/2,5 Cu E		35	1,00 1,00 0,70	21,00 15,00 2,99		8,616 0,322 0,322	F27 CHINT NB310L 10KA 15 A		15 2p 10 lcn 76,8				
28	Stikk Verksted			Variabel last L1-N		PFSP 2x2,5/2,5 Cu B1		40	1,00 1,00 1,00	24,00 15,00 3,41		8,616 0,284 0,284	F28 CHINT NB310L 10KA 15 A		15 2p 10 lcn 76,8				
29	Reklame skilt			Fast belastning L1-N		PFSP 2x1,5/1,5 Cu B1		50	1,00 1,00 1,00	17,50 2,00 0,69		8,616 0,141 0,141	F29 CHINT NB1-63/H 10 A		10 2p 10 lcs 71,0				
30	Rerserve			Variabel last L1-N		PFSP 2x2,5/2,5 Cu B1		24	1,00 1,00 1,00	24,00 15,00 1,89		8,616 0,462 0,462	F30 CHINT NB310L 10KA 15 A		15 2p 10 lcn 76,8				
31	Rerserve			Variabel last L1-N		PFSP 2x2,5/2,5 Cu B1		24	1,00 1,00 1,00	24,00 15,00 1,89		8,616 0,462 0,462	FEBDOK_13 CHINT NB310L 10KA 15 A		15 2p 10 lcn 76,8				
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197				Installasjonsadresse					Anlegg: Dato: 07.05.2024 21:10:23 IKM Skadronveien Sola										
				Installasjonseier					Fordeling FORDELING A1					NEK 400:2022 400 V TN-C-S					
									 Vs. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024					Side 6 (11) av 7					

Detaljert kursfortegnelse

Sakkyndig betjening				Maksimale feilstrømmer og impedanser i				Fordeling				Minimale feilstrømmer og impedanser i				Fordeling			
Fordelingstype: TN-C-S				I_{k3pmax} [kA] : 13,137 $\cos \phi$: 0,80				R+ [Ω] : 0,0154				I_{k3pmin} [kA] : 10,129 $\cos \phi$: 0,90				R+ [Ω] : 0,0184			
Jordelektrode: Ingen jordelektrode				I_{k2pmax} [kA] : 11,377 $\cos \phi$: 0,80				X+ [Ω] : 0,0116				I_{k2pmin} [kA] : 8,772 $\cos \phi$: 0,90				X+ [Ω] : 0,0092			
Sammenlagret strøm [A]: L1: 0,00 A L2: 7,72 A L3: 0,00 A N: 7,72 A				I_{jfmax} [kA] : 8,616 $\cos \phi$: 0,80				R_{0N} [Ω] : 0,0401				I_{jfmin} [kA] : 7,893 $\cos \phi$: 0,90				R_{0N} [Ω] : 0,0340			
								X_{0N} [Ω] : 0,0295								X_{0N} [Ω] : 0,0168			
								R_{0PEN} [Ω] : 0,0401								R_{0PEN} [Ω] : 0,0340			
								X_{0PEN} [Ω] : 0,0295								X_{0PEN} [Ω] : 0,0168			
Kurs nr.	Identifikasjon Beskrivelse Jording/utjevning			Lasttype Fasekobling Fordelingstype		Kabelidentifikasjon Kabeltype/-lederløsning Ref.inst. met.		Lengde [m]	k_t k_p k_f	I_z [A] I_b [A] ΔU [%]	Utstyr	I_{kmax} [kA] I_{kmin} [kA] I_{jmin} [kA]	Vernidentifikasjon Fabrikat Type		I_N [A] I_c [kA] I_{lm} [m]				
Q45	Q45			Fordeling					1,00	46,00		13,137	-Q45		100 / 36 4p				
	Kran			L1-L2-L3-N		Draka PFSP 1kV CU			1,00	0,00		1,335	SCHNEIDER		25 lcs				
				TN-S		4x10/10 Cu B2		30	1,00	0,00		1,335	NSX100 100 A B MICROLOGIC		114,3				
Q48	Q48			Fordeling					1,00	128,10		13,137	-Q48		250 / 137,5 4p				
	VVS			L1-L2-L3-N		PFSP 4x95/35 Al			1,00	0,00		4,187	SCHNEIDER		50 lcs				
				TN-S		E		30	0,70	0,00		3,720	NSX250 250 A N MICROLOGIC		125,8				
Q49	Q49			Fordeling					1,00	139,00		13,137	-Q49		100 4p				
	Kompressor			L1-L2-L3-N		PFSP 4x95/35 Al			1,00	0,00		4,187	SCHNEIDER		50 lcs				
				TN-S		B2		30	1,00	0,00		3,720	NSX160 160 A MICROLOGIC 2		161,6				
Q50	Q50			Fordeling					1,00	81,90		13,137	-Q50		100 / 71 4p				
	Tavle 2.etg			L1-L2-L3-N		PFSP 4x50/16 Al			1,00	50,00		2,892	SCHNEIDER		50 lcs				
				TN-S		E		30	0,70	0,44		2,330	NSX160 160 A MICROLOGIC 2		112,6				
Q63	Q63			Fordeling					1,00	462,00		13,137	-Q63		100 / 71 4p				
	Tavle B1			L1-L2-L3-N		PFSP 2x4x240/70 Al			1,00	50,00		5,671	SCHNEIDER		50 lcs				
				TN-S		E		60	0,70	0,10		5,149	NSX160 160 A MICROLOGIC 2		1004,3				
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197				Installasjonsadresse				Anlegg: 07.05.2024 21:10:23 IKM Skadronveien Sola											
				Installasjonseier				Fordeling FORDELING A1				NEK 400:2022 400 V TN-C-S							
								Vs. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024				Side 7 (12) av 7							

Detaljert kursfortegnelse

Sakkyndig betjening				Maksimale feilstrømmer og impedanser i				Fordeling				Minimale feilstrømmer og impedanser i				Fordeling			
Fordelingstype: TN-S				I_{k3pmax} [kA] : 3,536 $\cos \phi$: 0,98				R+ [Ω] : 0,0703				I_{k3pmin} [kA] : 2,447 $\cos \phi$: 0,99				R+ [Ω] : 0,0841			
Jordelektrode: Ingen jordelektrode				I_{k2pmax} [kA] : 3,062 $\cos \phi$: 0,98				X+ [Ω] : 0,0146				I_{k2pmin} [kA] : 2,119 $\cos \phi$: 0,99				X+ [Ω] : 0,0121			
Sammenlagret strøm [A]: L1: 0,00 A L2: 0,00 A L3: 0,00 A N: 0,00 A				I_{k1pmax} [kA] : 1,881 $\cos \phi$: 0,99				R_{0N} [Ω] : 0,2597				I_{k1pmin} [kA] : 1,335 $\cos \phi$: 1,00				R_{0N} [Ω] : 0,2968			
				I_{jfmax} [kA] : 1,881 $\cos \phi$: 0,99				X_{0N} [Ω] : 0,0335				I_{jfmin} [kA] : 1,335 $\cos \phi$: 1,00				X_{0N} [Ω] : 0,0208			
								R_{0PE} [Ω] : 0,2597								R_{0PE} [Ω] : 0,2968			
								X_{0PE} [Ω] : 0,0335				Z_s [Ω] : -1.0				X_{0PE} [Ω] : 0,0208			
Kurs nr.	Identifikasjon Beskrivelse Jording/utjevning			Lasttype Fasekobling Fordelingstype		Kabelidentifikasjon Kabeltype/-lederløsning Ref.inst. met.		Lengde [m]	k_t k_p k_f	I_z [A] I_b [A] ΔU [%]	Utstyr	I_{kmax} [kA] I_{kmin} [kA] I_{jmin} [kA]	Vernidentifikasjon Fabrikat Type		I_N [A] I_c [kA] I_{lm} [m]				
1				Motor L1-L2-L3-N		PFXP 5G4 Cu B2		0	1,00 1,00 1,00	27,00 19,63 0,00		3,536 1,335 1,335	SCHNEIDER GV2L GV2_LRD 25 A		25 4p 25 lcs 25,2				
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197				Installasjonsadresse				Anlegg: Dato: 07.05.2024 21:10:23 IKM Skadronveien Sola											
				Installasjonseier				Fordeling Q45				NEK 400:2022 400 V TN-S							
								 Vs. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024				Side 1 (13) av 1							

Detaljert kursfortegnelse

Sakkyndig betjening				Maksimale feilstrømmer og impedanser i				Fordeling				Minimale feilstrømmer og impedanser i				Fordeling				
Fordelingstype: TN-S				I_{k3pmax} [kA] : 8,772 $\cos \phi$: 0,86				R+ [Ω] : 0,0250				I_{k3pmin} [kA] : 6,447 $\cos \phi$: 0,93				R+ [Ω] : 0,0299				
Jordelektrode: Ingen jordelektrode				I_{k2pmax} [kA] : 7,597 $\cos \phi$: 0,86				X+ [Ω] : 0,0145				I_{k2pmin} [kA] : 5,583 $\cos \phi$: 0,93				X+ [Ω] : 0,0121				
Sammenlagret strøm [A]: L1: 0,00 A L2: 0,00 A L3: 0,00 A N: 0,00 A				I_{k1pmax} [kA] : 5,232 $\cos \phi$: 0,88				R_{0N} [Ω] : 0,0785				I_{k1pmin} [kA] : 4,187 $\cos \phi$: 0,94				R_{0N} [Ω] : 0,0802				
				I_{jfmax} [kA] : 4,786 $\cos \phi$: 0,92				X_{0N} [Ω] : 0,0394				I_{jfmin} [kA] : 3,720 $\cos \phi$: 0,97				X_{0N} [Ω] : 0,0267				
								R_{0PE} [Ω] : 0,0968								R_{0PE} [Ω] : 0,1020				
								X_{0PE} [Ω] : 0,0323				Z_s [Ω] : -1.0				X_{0PE} [Ω] : 0,0196				
Kurs nr.	Identifikasjon Beskrivelse Jording/utjevning			Lasttype Fasekobling Fordelingstype		Kabelidentifikasjon Kabeltype/-lederløsning Ref.inst. met.		Lengde [m]		k_t k_p k_f	I_z [A] I_b [A] ΔU [%]	Utstyr	I_{kmax} [kA] I_{kmin} [kA] I_{jmin} [kA]	Vernidentifikasjon Fabrikat Type		I_N [A] I_c [kA] I_{Im} [m]				
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197				Installasjonsadresse					Anlegg: IKM Skadronveien Sola								Dato: 07.05.2024 21:10:23			
				Installasjonseier					Fordeling Q49				NEK 600:2021				400 V TN-S			
									Vs. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024				Side 1 (15) av 1							

Detaljert kursfortegnelse

Sakkyndig betjening				Maksimale feilstrømmer og impedanser i				Fordeling				Minimale feilstrømmer og impedanser i				Fordeling			
Fordelingstype: TN-S				I_{k3pmax} [kA] : 6,748 $\cos \phi$: 0,92				R+ [Ω] : 0,0347				I_{k3pmin} [kA] : 4,809 $\cos \phi$: 0,96				R+ [Ω] : 0,0415			
Jordelektrode: Ingen jordelektrode				I_{k2pmax} [kA] : 5,844 $\cos \phi$: 0,92				X+ [Ω] : 0,0147				I_{k2pmin} [kA] : 4,165 $\cos \phi$: 0,96				X+ [Ω] : 0,0122			
Sammenlagret strøm [A]: L1: 0,00 A L2: 0,00 A L3: 0,00 A N: 0,00 A				I_{k1pmax} [kA] : 3,834 $\cos \phi$: 0,94				R_{0N} [Ω] : 0,1170				I_{k1pmin} [kA] : 2,891 $\cos \phi$: 0,97				R_{0N} [Ω] : 0,1265			
				I_{jfmax} [kA] : 3,173 $\cos \phi$: 0,97				X_{0N} [Ω] : 0,0399				I_{jfmin} [kA] : 2,330 $\cos \phi$: 0,99				X_{0N} [Ω] : 0,0271			
								R_{0PE} [Ω] : 0,1628				Z_s [Ω] : -1.0				R_{0PE} [Ω] : 0,1810			
				X_{0PE} [Ω] : 0,0324								X_{0PE} [Ω] : 0,0197							
Kurs nr.	Identifikasjon Beskrivelse Jording/utjevning			Lasttype Fasekobling Fordelingstype		Kabelidentifikasjon Kabeltype/-lederløsning Ref.inst. met.		Lengde [m]	k_t k_p k_f	I_z [A] I_b [A] ΔU [%]	Utstyr	I_{kmax} [kA] I_{kmin} [kA] I_{jmin} [kA]	Vernidentifikasjon Fabrikat Type		I_N [A] I_c [kA] I_{Im} [m]				

Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Installasjonsadresse		Anlegg: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:23	
		Installasjonseier		Fordeling Q50		NEK 600:2021 400 V TN-S	
				 Vs. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 1 (16) av 1	

Detaljert kursfortegnelse

Sakkyndig betjening				Maksimale feilstrømmer og impedanser i				Fordeling				Minimale feilstrømmer og impedanser i				Fordeling			
Fordelingstype: TN-S				I_{k3pmax} [kA] : 10,574 $\cos \phi$: 0,80				R+ [Ω] : 0,0192				I_{k3pmin} [kA] : 8,052 $\cos \phi$: 0,89				R+ [Ω] : 0,0229			
Jordelektrode: Ingen jordelektrode				I_{k2pmax} [kA] : 9,157 $\cos \phi$: 0,80				X+ [Ω] : 0,0144				I_{k2pmin} [kA] : 6,973 $\cos \phi$: 0,89				X+ [Ω] : 0,0120			
Sammenlagret strøm [A]: L1: 0,00 A L2: 0,00 A L3: 0,00 A N: 0,00 A				I_{k1pmax} [kA] : 6,595 $\cos \phi$: 0,81				R_{0N} [Ω] : 0,0551				I_{k1pmin} [kA] : 5,671 $\cos \phi$: 0,89				R_{0N} [Ω] : 0,0521			
				I_{jfmax} [kA] : 6,220 $\cos \phi$: 0,87				X_{0N} [Ω] : 0,0391				I_{jfmin} [kA] : 5,149 $\cos \phi$: 0,93				X_{0N} [Ω] : 0,0263			
								R_{0PE} [Ω] : 0,0679								R_{0PE} [Ω] : 0,0674			
								X_{0PE} [Ω] : 0,0320				Z_s [Ω] : -1.0				X_{0PE} [Ω] : 0,0192			
Kurs nr.	Identifikasjon Beskrivelse Jording/utjevning			Lasttype Fasekobling Fordelingstype		Kabelidentifikasjon Kabeltype/-lederløsning Ref.inst. met.		Lengde [m]	k_t k_p k_f	I_z [A] I_b [A] ΔU [%]	Utstyr	I_{kmax} [kA] I_{kmin} [kA] I_{jmin} [kA]	Vernidentifikasjon Fabrikat Type		I_N [A] I_c [kA] I_{lm} [m]				

Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Installasjonsadresse		Anlegg: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:23	
	Installasjonseier		Fordeling Q63		NEK 600:2021 400 V TN-S	
			Vs. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 1 (17) av 1	
			Febdok			

Beregningsresultater

Kurs nr. 1

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Fordeling	: FORDELING A1	Fordelingstype	: TN-C-S
Beskrivelse	: Fordeling A1 Ingen jordelektrode		
Merkespenning	: 400 V	Antall faser	: 3
Laststrøm	: 0,00 A	Fasekobling	: L1-L2-L3-N
Cos phi	: 0.9	Temperatur i fordeling	: 30 °C
Merkeeffekt, Pn	: 0,000 kW	Kurs nr innmating	:
Merkeytelse, Sn	: 0,000 kVA		:
Sammenlagret strøm	: L1: 0,00 A L2: 7,72 A L3: 0,00 A N: 7,72 A		
Sum nedstrøms tap	: -0,063 [kW]		
	:		

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	: 80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	: 100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	: 1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	: ☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	: ☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	: ☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	: ☐

Spenningsfall totalt	: 0,0 V	0,00 %	Klemmespenning	: 400,0 V
...til siste fordeling	: 0,0 V	0,00 %		
...over Kabel	: 0,0 V	0,00 %	Maksimal lengde	: 0,0 m

Kabel	:		
Kabeltype/-lederløsning	: TFXP 2x4G240 Al		
Ref. inst. met.	: D1		
Omgivelsestemperatur	: 20,0 °C	Ingen parallelle kurser	
Kabellengde	: 25,0 m	Annen korreksjonsfaktor	1
Tap i kabel	: 0,00 W 0,00 W/m		
Strømføringsevne	: 506,00 (632,50) A	Laststrøm i kabel	0,00 A

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling LVNET	NEK 400:2022	400 V TN-C
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	Side 1 av 88	(18)

Beregningsresultater

Kurs nr. 1

Kombinert vern, merking : -Q1

Fabrikat : SCHNEIDER Artikkel nummer :

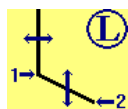
Bryterenhet : NSX630 EAN-nummer :

Utløserenhet : MICROLOGIC 2.3 Bryteevne : 50,00 kA Ics

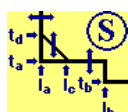
Merkestrøm : 400,00 A 3p I2-verdi : 480,00 A

Bryteevnenivå : N I5-(Im-) verdi : 5520,00 A

Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstrømmer : 139,3 m



Min tillatt : 0,360 / 144,0 A **Max tillatt** : 1,000 / 400,0 A **Instilt verdi** : 1,000 / 400,0 A



Min tillatt : 1,500 / 600,0 A **Max tillatt** : 10,000 / 4000,0 A **Instilt verdi** : 10,000 / 4000,0 A

Kombinert vern

Unspecified	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel $t=k^2S^2/I^2$ [s]	t utkobling [s]
Ik3p max	14,640	0,80	21,021	9,612	0,010
Ik3p max ende	13,137	0,80	18,869	11,937	0,010
Ik3p min	10,129	0,90	14,351	20,080	0,045
Ik2p max	12,679	0,80	18,205	12,815	0,010
Ik2p max ende	11,377	0,80	16,341	15,916	0,010
Ik2p min	8,772	0,90	12,428	26,773	0,045
Ij max	9,900	0,80	14,215	21,020	0,045
Ij max ende	8,616	0,80	12,365	27,751	0,045
Ij min	7,893	0,90	11,182	33,068	0,045

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard

= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling LVNET		NEK 400:2022	400 V TN-C
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 2 av 88	(19)

Beregningsresultater

Kurs nr.

1

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Distribuert last	: .		
Beskrivelse	: Lys kantine		
	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	: 230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	: 0,48 A	Fasekobling	: L1-N
Cos phi	: 0.9	Sammenlagret strøm	: L1: 4,83 A N: 4,83 A
Merkeeffekt, Pn	: 0,100 kW		
Merkeytelse, Sn	: 0,110 kVA		
Antall punkter	: 10		
Kabellengde til første punkt	: 10,0 m		
Kabellengde mellom punkter	: 10,0 m		
Kabellengde i avgreningspunkt	: 0,0 m		

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	: 80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	: 100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	: 1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	: ☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	: ☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	: ☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	: ☐

Spenningsfall totalt	: 5,3 V	2,32 %	Klemmespenning	: 225,6 V
...til siste fordeling	: 0,0 V	0,00 %		
...over Unspecified	:			

Matekabel	: PFXP 3G1,5 Cu	Total lengde	: 100,00 m
-----------	-----------------	--------------	------------

Matevern, merking	: F1	Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard		
Fabrikat	: SCHNEIDER	Artikkel nummer	: 24987	
Bryterenhhet	: C60H_C	EAN-nummer	:	
Utløserenhhet	: C60_C	Bryteevne	: 10,00 kA Icn	
Merkestrøm	: 16,00 A	4p I2-verdi	: 23,20 A	
		I5-(Im-) verdi	: 160,00 A	
Matekabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstømmer			: 44,0 m	

Installasjonsadresse		Beregningsresultater for anlegget: Dato: 07.05.2024 21:10:24	
		IKM Skadronveien Sola	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1	NEK 400:2022 400 V TN-C-S
		 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	Side 3 (20) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr. 1

Unspecified	Matevern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel t=k²S²/I² [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,000	0,013
Ik1p max ende	0,104	1,00	0,147	2,471	@ 7,591
Ik1p min	0,071	1,00	0,101	5,303	@ 16,432
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,000	0,013
Ij max ende	0,104	1,00	0,147	2,471	@ 7,591
Ij min	0,071	1,00	0,101	5,303	@ 16,432

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1  Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	NEK 400:2022 400 V TN-C-S Side 4 (21) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

2

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Distribuert last	: .		
Beskrivelse	: Lys Arkiv		
	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	: 230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	: 0,48 A	Fasekobling	: L1-N
Cos phi	: 0.9	Sammenlagret strøm	: L1: 4,83 A N: 4,83 A
Merkeeffekt, Pn	: 0,100 kW		
Merkeytelse, Sn	: 0,110 kVA		
Antall punkter	: 10		
Kabellengde til første punkt	: 10,0 m		
Kabellengde mellom punkter	: 10,0 m		
Kabellengde i avgreningspunkt	: 0,0 m		

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	: 80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	: 100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	: 1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	: ☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	: ☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	: ☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	: ☐

Spenningsfall totalt	: 5,3 V	2,32 %	Klemmespenning	: 225,6 V
...til siste fordeling	: 0,0 V	0,00 %		
...over Unspecified	:			

Matekabel	: PFXP 3G1,5 Cu	Total lengde	: 100,00 m
-----------	-----------------	--------------	------------

Matevern, merking	: F2	Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard		
Fabrikat	: SCHNEIDER	Artikkel nummer	: 24987	
Bryterenhhet	: C60H_C	EAN-nummer	:	
Utløserenhhet	: C60_C	Bryteevne	: 10,00 kA Icn	
Merkestrøm	: 16,00 A	4p I2-verdi	: 23,20 A	
		I5-(Im-) verdi	: 160,00 A	
Matekabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstømmer			: 44,0 m	

Installasjonsadresse		Beregningsresultater for anlegget: Dato: 07.05.2024 21:10:24	
		IKM Skadronveien Sola	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1	NEK 400:2022 400 V TN-C-S
		 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	Side 5 (22) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr. 2

Unspecified	Matevern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel t=k²S²/I² [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,000	0,013
Ik1p max ende	0,104	1,00	0,147	2,471	@ 7,591
Ik1p min	0,071	1,00	0,101	5,303	@ 16,432
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,000	0,013
Ij max ende	0,104	1,00	0,147	2,471	@ 7,591
Ij min	0,071	1,00	0,101	5,303	@ 16,432

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1  Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	NEK 400:2022 400 V TN-C-S Side 6 (23) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

3

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Distribuert last	: .		
Beskrivelse	: Lys kontor		
	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	: 230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	: 0,44 A	Fasekobling	: L1-N
Cos phi	: 0.9	Sammenlagret strøm	: L1: 4,35 A N: 4,35 A
Merkeeffekt, Pn	: 0,090 kW		
Merkeytelse, Sn	: 0,100 kVA		
Antall punkter	: 10		
Kabellengde til første punkt	: 10,0 m		
Kabellengde mellom punkter	: 10,0 m		
Kabellengde i avgreningspunkt	: 0,0 m		

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	: 80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	: 100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	: 1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	: ☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	: ☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	: ☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	: ☐

Spenningsfall totalt	: 4,8 V	2,09 %	Klemmespenning	: 226,1 V
...til siste fordeling	: 0,0 V	0,00 %		
...over Unspecified	:			

Matekabel	: PFXP 3G1,5 Cu	Total lengde	: 100,00 m
-----------	-----------------	--------------	------------

Matevern, merking	: F3	Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard		
Fabrikat	: SCHNEIDER	Artikkel nummer	: 24987	
Bryterenhet	: C60H_C	EAN-nummer	:	
Utløserenhet	: C60_C	Bryteevne	: 10,00 kA Icn	
Merkestrøm	: 16,00 A	4p I2-verdi	: 23,20 A	
		I5-(Im-) verdi	: 160,00 A	
Matekabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstømmer			: 44,0 m	

Installasjonsadresse		Beregningsresultater for anlegget: Dato: 07.05.2024 21:10:24	
		IKM Skadronveien Sola	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1	NEK 400:2022 400 V TN-C-S
		 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	Side 7 (24) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.3

Unspecified	Matevern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel t=k²S²/I² [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,000	0,013
Ik1p max ende	0,104	1,00	0,147	2,471	@ 7,591
Ik1p min	0,071	1,00	0,101	5,303	@ 16,432
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,000	0,013
Ij max ende	0,104	1,00	0,147	2,471	@ 7,591
Ij min	0,071	1,00	0,101	5,303	@ 16,432

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1  Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	NEK 400:2022 400 V TN-C-S Side 8 (25) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

4

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Distribuert last	: .		
Beskrivelse	: Lys kontor		
	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	: 230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	: 0,44 A	Fasekobling	: L1-N
Cos phi	: 0.9	Sammenlagret strøm	: L1: 4,35 A N: 4,35 A
Merkeeffekt, Pn	: 0,090 kW		
Merkeytelse, Sn	: 0,100 kVA		
Antall punkter	: 10		
Kabellengde til første punkt	: 10,0 m		
Kabellengde mellom punkter	: 10,0 m		
Kabellengde i avgreningspunkt	: 0,0 m		

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	: 80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	: 100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	: 1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	: ☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	: ☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	: ☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	: ☐

Spenningsfall totalt	: 4,8 V	2,09 %	Klemmespenning	: 226,1 V
...til siste fordeling	: 0,0 V	0,00 %		
...over Unspecified	:			

Matekabel	: PFXP 3G1,5 Cu	Total lengde	: 100,00 m
-----------	-----------------	--------------	------------

Matevern, merking	: F4	Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard		
Fabrikat	: SCHNEIDER	Artikkel nummer	: 24987	
Bryterenhhet	: C60H_C	EAN-nummer	:	
Utløserenhhet	: C60_C	Bryteevne	: 10,00 kA Icn	
Merkestrøm	: 16,00 A	4p I2-verdi	: 23,20 A	
		I5-(Im-) verdi	: 160,00 A	
Matekabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstømmer			: 44,0 m	

Installasjonsadresse		Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1		NEK 400:2022 400 V TN-C-S	
		 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 9 (26) av 88	

Beregningsresultater

Kurs nr. 4

Unspecified	Matevern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel t=k²S²/I² [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,000	0,013
Ik1p max ende	0,104	1,00	0,147	2,471	@ 7,591
Ik1p min	0,071	1,00	0,101	5,303	@ 16,432
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,000	0,013
Ij max ende	0,104	1,00	0,147	2,471	@ 7,591
Ij min	0,071	1,00	0,101	5,303	@ 16,432

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1	NEK 400:2022 400 V TN-C-S
		 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 10 (27) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

5

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Distribuert last	: .		
Beskrivelse	: Lys Datarom		
	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	: 230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	: 0,00 A	Fasekobling	: L1-N
Cos phi	: 0.9	Sammenlagret strøm	: L1: 0,00 A N: 0,00 A
Merkeeffekt, Pn	: 0,000 kW		
Merkeytelse, Sn	: 0,000 kVA		
Antall punkter	: 10		
Kabellengde til første punkt	: 10,0 m		
Kabellengde mellom punkter	: 10,0 m		
Kabellengde i avgreningspunkt	: 0,0 m		

Egne Dimensjoneringskriterier	
Maksimal belastning av kabler	: 80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	: 100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	: 1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	: ☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	: ☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	: ☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	: ☐

Spenningsfall totalt	: 0,0 V	0,00 %	Klemmespenning	: 230,9 V
...til siste fordeling	: 0,0 V	0,00 %		
...over Unspecified	:			

Matekabel	: PFXP 3G1,5 Cu	Total lengde	: 100,00 m
-----------	-----------------	--------------	------------

Matevern, merking	: F5	Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard	
Fabrikat	: SCHNEIDER	Artikkel nummer	: 24987
Bryterenhhet	: C60H_C	EAN-nummer	:
Utløserenhhet	: C60_C	Bryteevne	: 10,00 kA Icn
Merkestrøm	: 16,00 A	4p I2-verdi	: 23,20 A
		I5-(Im-) verdi	: 160,00 A
Matekabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstømmer			: 44,0 m

Installasjonsadresse		Beregningsresultater for anlegget: Dato: 07.05.2024 21:10:24	
		IKM Skadronveien Sola	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1	NEK 400:2022 400 V TN-C-S
		 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	Side 11 (28) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr. 5

Unspecified	Matevern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel t=k²S²/I² [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,000	0,013
Ik1p max ende	0,104	1,00	0,147	2,471	@ 7,591
Ik1p min	0,071	1,00	0,101	5,303	@ 16,432
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,000	0,013
Ij max ende	0,104	1,00	0,147	2,471	@ 7,591
Ij min	0,071	1,00	0,101	5,303	@ 16,432

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1	NEK 400:2022 400 V TN-C-S
		 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 12 (29) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

6

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Distribuert last	: .		
Beskrivelse	: Lys korridor		
	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	: 230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	: 0,44 A	Fasekobling	: L1-N
Cos phi	: 0.9	Sammenlagret strøm	: L1: 4,35 A N: 4,35 A
Merkeeffekt, Pn	: 0,090 kW		
Merkeytelse, Sn	: 0,100 kVA		
Antall punkter	: 10		
Kabellengde til første punkt	: 10,0 m		
Kabellengde mellom punkter	: 10,0 m		
Kabellengde i avgreningspunkt	: 0,0 m		

Egne Dimensjoneringskriterier			
Maksimal belastning av kabler	: 80,0 %		
Maksimal belastning av overstrømsvern	: 100,0 %		
Reduksjonsfaktor Ikmin	: 1,0		
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	: ☐		
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	: ☒		
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	: ☒		
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	: ☐		

Spenningsfall totalt	: 4,8 V	2,09 %	Klemmespenning	: 226,1 V
...til siste fordeling	: 0,0 V	0,00 %		
...over Unspecified	:			

Matekabel	: PFXP 3G1,5 Cu	Total lengde	: 100,00 m
-----------	-----------------	--------------	------------

Matevern, merking	: F6	Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard	
Fabrikat	: SCHNEIDER	Artikkel nummer	: 24987
Bryterenhhet	: C60H_C	EAN-nummer	:
Utløserenhhet	: C60_C	Bryteevne	: 10,00 kA Icn
Merkestrøm	: 16,00 A	4p I2-verdi	: 23,20 A
		I5-(Im-) verdi	: 160,00 A
Matekabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstømmer			: 44,0 m

Installasjonsadresse		Beregningsresultater for anlegget: Dato: 07.05.2024 21:10:24	
		IKM Skadronveien Sola	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1	NEK 400:2022 400 V TN-C-S
		 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	Side 13 (30) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.6

Unspecified	Matevern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel t=k²S²/I² [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,000	0,013
Ik1p max ende	0,104	1,00	0,147	2,471	@ 7,591
Ik1p min	0,071	1,00	0,101	5,303	@ 16,432
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,000	0,013
Ij max ende	0,104	1,00	0,147	2,471	@ 7,591
Ij min	0,071	1,00	0,101	5,303	@ 16,432

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1  Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	NEK 400:2022 400 V TN-C-S Side 14 (31) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

7

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Variabel last	:	.		
Beskrivelse	:	Vaktmester		
	:	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	:	230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	:	0,00 A	Fasekobling	: L1-N
Cos phi	:	0.9		
Merkeeffekt, Pn	:	0,000 kW	Utnyttelsegrad	: 1
Merkeytelse, Sn	:	0,000 kVA	Samtidighetsfaktor	: 1

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	:	80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	:	100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	:	1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	:	☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	:	☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	:	☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	:	☐

Spenningsfall totalt	:	-0,9 V	-0,41 %	Klemmespenning	:	230,9 V
...til siste fordeling	:	0,0 V	0,00 %			
...over Kabel	:	0,0 V	0,00 %	Maksimal lengde	:	0,0 m

Kabel	:	.		
Kabeltype/-lederløsning	:	PFXP 3G2,5 Cu		
Ref. inst. met.	:	E		
Omgivelsetemperatur	:	30,0 °C	Ingen parallelle kurser	
Kabellengde	:	25,0 m	Annen korreksjonsfaktor	0.7
Tap i kabel	:	0,00 W	0,00 W/m	
Strømføringssevne	:	21,00 (26,25) A	Laststrøm i kabel	0,00 A

Kombinert vern, merking	:	F7		
Fabrikat	:	SCHNEIDER	Artikkel nummer	: 24987
Bryterenhhet	:	C60H_C	EAN-nummer	:
Utløserenhhet	:	C60_C	Bryteevne	: 10,00 kA Icn
Merkestrøm	:	16,00 A	2p I2-verdi	: 23,20 A
			I5-(Im-) verdi	: 160,00 A
Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstømmer				: 71,9 m

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1		NEK 600:2021 400 V TN-C-S	
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 15 (32) av 88	

Beregningsresultater

Kurs nr. 7

Unspecified	Kombinert vern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel t=k²S²/I² [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,013
Ik1p max ende	0,643	1,00	0,910	0,180	0,014
Ik1p min	0,445	1,00	0,629	0,375	0,015
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,013
Ij max ende	0,643	1,00	0,910	0,180	0,014
Ij min	0,445	1,00	0,629	0,375	0,015

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1  Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	NEK 600:2021 400 V TN-C-S Side 16 (33) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

8

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Distribuert last	: .		
Beskrivelse	: Verksted		
	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	: 230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	: 0,96 A	Fasekobling	: L2-N
Cos phi	: 0.9	Sammenlagret strøm	:
Merkeeffekt, Pn	: 0,200 kW		L2: 9,65 A
Merkeytelse, Sn	: 0,220 kVA		
Antall punkter	: 10		
Kabellengde til første punkt	: 10,0 m		
Kabellengde mellom punkter	: 10,0 m		
Kabellengde i avgreningspunkt	: 0,0 m		

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	: 80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	: 100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	: 1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	: ☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	: ☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	: ☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	: ☐

Spenningsfall totalt	: 6,6 V	2,85 %	Klemmespenning	: 224,4 V
...til siste fordeling	: 0,0 V	0,00 %		
...over Unspecified	:			

Matekabel	: PFXP 3G2,5 Cu	Total lengde	: 100,00 m
-----------	-----------------	--------------	------------

Matevern, merking	: F8	Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard		
Fabrikat	: CHINT	Artikkel nummer	:	
Bryterenhet	: NB310L 10KA	EAN-nummer	:	
Utløserenhet	: C	Bryteevne	: 10,00 kA Icn	
Merkestrøm	: 15,00 A	2p I2-verdi	: 21,80 A	
		I5-(Im-) verdi	: 150,00 A	
Matekabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstrømmer				: 76,8 m

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1		NEK 400:2022 400 V TN-C-S	
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 17 (34) av 88	

Beregningsresultater

Kurs nr. 8

Unspecified	Matevern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel $t=k^2S^2/I^2$ [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ik1p max ende	0,169	1,00	0,238	2,600	0,038
Ik1p min	0,116	1,00	0,164	5,518	4,627
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ij max ende	0,169	1,00	0,238	2,600	0,038
Ij min	0,116	1,00	0,164	5,518	4,627

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1  Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	NEK 400:2022 400 V TN-C-S Side 18 (35) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr. 100

SPD Type 1&2

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Variabel last	: INV1		
Beskrivelse	: Inverter for vindturbin		
	: Ingen jordelektrode		
Merkespenning	: 400 V	Antall faser	: 3
Laststrøm	: 0,00 A	Fasekobling	: L1-L2-L3-N
Cos phi	: 0.9		
Merkeeffekt, Pn	: 0,000 kW	Utnyttelsegrad	: 1
Merkeytelse, Sn	: 0,000 kVA	Samtidighetsfaktor	: 1

Egne Dimensjoneringskriterier			
Maksimal belastning av kabler	: 80,0 %		
Maksimal belastning av overstrømsvern	: 100,0 %		
Reduksjonsfaktor Ikmin	: 1,0		
Velg overstrømsvern I2 ≤ Iz	: ☐		
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) ≤ 0,1s	: ☒		
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	: ☒		
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	: ☐		

Spenningsfall totalt	: 0,0 V	0,00 %	Klemmespenning	: 400,0 V
...til siste fordeling	: 0,0 V	0,00 %		
...over Kabel	: 0,0 V	0,00 %	Maksimal lengde	: 0,0 m

Kabel	:		
Kabeltype/-lederløsning	: LAPP Ölflex CL 110 5G16 Cu		
Ref. inst. met.	: E		
Omgivelsestemperatur	: 20,0 °C	Ingen parallelle kurser	
Kabellengde	: 10,0 m	Annen korreksjonsfaktor	0.7
Tap i kabel	: 0,00 W	0,00 W/m	
Strømføringssevne	: 62,60 (78,25) A	Laststrøm i kabel	0,00 A

Installasjonsadresse		Beregningsresultater for anlegget: Dato: 07.05.2024 21:10:24	
		IKM Skadronveien Sola	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1	NEK 400:2022 400 V TN-C-S
		 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	Side 19 (36) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr. 100

Kortslutningsvern, merking

Fabrikat : SCHNEIDER Artikkel nummer : 25019
Bryterenhet : C60H_C EAN-nummer :
Utløserenhet : C60_C Bryteevne : 15,00 kA Icu
Merkestrøm : 63,00 A 4p I2-verdi : 91,40 A
I5-(Im-) verdi : 630,00 A
Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstrømmer : 110,6 m

Overbelastningsvern, merking

Fabrikat : ABB Artikkel nummer :
Bryterenhet : S200M B EAN-nummer :
Utløserenhet : S200M B Bryteevne : 10,00 kA Ics
Merkestrøm : 63,00 A 4p I2-verdi : 95,90 A
I5-(Im-) verdi : 315,00 A
Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstrømmer : 230,1 m

Unspecified	Kortslutningsvern					Overbelastningsvern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel $t=k^2S^2/I^2$ [s]	t utkobling [s]	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel $t=k^2S^2/I^2$ [s]	t utkobling [s]
Ik3p max	13,137	0,80	18,869	0,020	0,013					
Ik3p max ende	8,528	0,90	12,076	0,046	0,013	8,528	0,90	12,076	0,046	0,010
Ik3p min	6,165	0,95	8,719	0,089	0,013	6,165	0,95	8,719	0,089	0,010
Ik2p max	11,377	0,80	16,341	0,026	0,013					
Ik2p max ende	7,385	0,90	10,458	0,062	0,013	7,385	0,90	10,458	0,062	0,010
Ik2p min	5,339	0,95	7,551	0,118	0,013	5,339	0,95	7,551	0,118	0,010
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,045	0,013					
Ik1p max ende	5,022	0,92	7,106	0,134	0,013	5,022	0,92	7,106	0,134	0,010
Ik1p min	3,929	0,97	5,556	0,219	0,014	3,929	0,97	5,556	0,219	0,010
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,045	0,013					
Ij max ende	5,011	0,92	7,091	0,134	0,013	5,011	0,92	7,091	0,134	0,010
Ij min	3,923	0,96	5,548	0,219	0,014	3,923	0,96	5,548	0,219	0,010

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard

= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fordeling FORDELING A1		NEK 400:2022 400 V TN-C-S	
		 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 20 (37) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

8A

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Distribuert last	: .		
Beskrivelse	: Verksted		
	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	: 230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	: 0,96 A	Fasekobling	: L2-N
Cos phi	: 0.9	Sammenlagret strøm	:
Merkeeffekt, Pn	: 0,200 kW		L2: 1,93 A
Merkeytelse, Sn	: 0,220 kVA		
Antall punkter	: 2		
Kabellengde til første punkt	: 10,0 m		
Kabellengde mellom punkter	: 10,0 m		
Kabellengde i avgreningspunkt	: 0,0 m		

Egne Dimensjoneringskriterier			
Maksimal belastning av kabler	:	80,0 %	
Maksimal belastning av overstrømsvern	:	100,0 %	
Reduksjonsfaktor Ikmin	:	1,0	
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	:	☐	
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	:	☒	
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	:	☒	
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	:	☐	

Spenningsfall totalt	: 0,4 V	0,16 %	Klemmespenning	: 230,6 V
...til siste fordeling	: 0,0 V	0,00 %		
...over Unspecified	:			

Matekabel	: PFXP 3G2,5 Cu	Total lengde	: 20,00 m
-----------	-----------------	--------------	-----------

Matevern, merking	: F8A		
Fabrikat	: CHINT	Artikkel nummer	:
Bryterenhet	: NB310L 10KA	EAN-nummer	:
Utløserenhet	: C	Bryteevne	: 10,00 kA Icn
Merkestrøm	: 15,00 A	2p I2-verdi	: 21,80 A
		I5-(Im-) verdi	: 150,00 A
Matekabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstømmer			: 76,8 m

Installasjonsadresse		Beregningsresultater for anlegget: Dato: 07.05.2024 21:10:24	
		IKM Skadronveien Sola	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1	NEK 400:2022 400 V TN-C-S
		 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	Side 21 (38) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr. 8A

Unspecified	Matevern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel t=k²S²/I² [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ik1p max ende	0,792	1,00	1,120	0,118	0,014
Ik1p min	0,549	1,00	0,776	0,246	0,015
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ij max ende	0,792	1,00	1,120	0,118	0,014
Ij min	0,549	1,00	0,776	0,246	0,015

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1	NEK 400:2022 400 V TN-C-S
		 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 22 (39) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

9

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Distribuert last	: .		
Beskrivelse	: Verksted		
	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	: 230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	: 0,96 A	Fasekobling	: L2-N
Cos phi	: 0.9	Sammenlagret strøm	:
Merkeeffekt, Pn	: 0,200 kW		L2: 9,65 A
Merkeytelse, Sn	: 0,220 kVA		
Antall punkter	: 10		
Kabellengde til første punkt	: 10,0 m		
Kabellengde mellom punkter	: 10,0 m		
Kabellengde i avgreningspunkt	: 0,0 m		

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	: 80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	: 100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	: 1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	: ☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	: ☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	: ☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	: ☐

Spenningsfall totalt	: 6,6 V	2,85 %	Klemmespenning	: 224,4 V
...til siste fordeling	: 0,0 V	0,00 %		
...over Unspecified	:			

Matekabel	: PFXP 3G2,5 Cu	Total lengde	: 100,00 m
-----------	-----------------	--------------	------------

Matevern, merking	: F9	Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard		
Fabrikat	: CHINT	Artikkel nummer	:	
Bryterenhet	: NB310L 10KA	EAN-nummer	:	
Utløserenhet	: C	Bryteevne	: 10,00 kA Icn	
Merkestrøm	: 15,00 A	2p I2-verdi	: 21,80 A	
		I5-(Im-) verdi	: 150,00 A	
Matekabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstømmer				: 76,8 m

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1		NEK 400:2022 400 V TN-C-S	
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 23 (40) av 88	

Beregningsresultater

Kurs nr.9

Unspecified	Matevern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel t=k²S²/I² [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ik1p max ende	0,169	1,00	0,238	2,600	0,038
Ik1p min	0,116	1,00	0,164	5,518	4,627
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ij max ende	0,169	1,00	0,238	2,600	0,038
Ij min	0,116	1,00	0,164	5,518	4,627

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1  Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	NEK 400:2022 400 V TN-C-S Side 24 (41) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

9A

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Distribuert last	: .		
Beskrivelse	: Verksted		
	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	: 230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	: 0,96 A	Fasekobling	: L2-N
Cos phi	: 0.9	Sammenlagret strøm	:
Merkeeffekt, Pn	: 0,200 kW		L2: 9,65 A
Merkeytelse, Sn	: 0,220 kVA		
Antall punkter	: 10		
Kabellengde til første punkt	: 10,0 m		
Kabellengde mellom punkter	: 10,0 m		
Kabellengde i avgreningspunkt	: 0,0 m		

Egne Dimensjoneringskriterier			
Maksimal belastning av kabler	: 80,0 %		
Maksimal belastning av overstrømsvern	: 100,0 %		
Reduksjonsfaktor Ikmin	: 1,0		
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	: ☐		
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	: ☒		
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	: ☒		
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	: ☐		

Spenningsfall totalt	: 6,6 V	2,85 %	Klemmespenning	: 224,4 V
...til siste fordeling	: 0,0 V	0,00 %		
...over Unspecified	:			

Matekabel	: PFXP 3G2,5 Cu	Total lengde	: 100,00 m
-----------	-----------------	--------------	------------

Matevern, merking	: F9A	Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard		
Fabrikat	: CHINT	Artikkel nummer	:	
Bryterenhet	: NB310L 10KA	EAN-nummer	:	
Utløserenhet	: C	Bryteevne	: 10,00 kA Icn	
Merkestrøm	: 15,00 A	2p I2-verdi	: 21,80 A	
		I5-(Im-) verdi	: 150,00 A	
Matekabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstømmer				: 76,8 m

Installasjonsadresse		Beregningsresultater for anlegget: Dato: 07.05.2024 21:10:24	
		IKM Skadronveien Sola	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1	NEK 600:2021 400 V TN-C-S
		 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	Side 25 (42) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr. 9A

Unspecified	Matevern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel $t=k^2S^2/I^2$ [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ik1p max ende	0,169	1,00	0,238	2,600	0,038
Ik1p min	0,116	1,00	0,164	5,518	4,627
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ij max ende	0,169	1,00	0,238	2,600	0,038
Ij min	0,116	1,00	0,164	5,518	4,627

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1  Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	NEK 600:2021 400 V TN-C-S Side 26 (43) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

9B

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Distribuert last	: .		
Beskrivelse	: Styring lys		
	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	: 230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	: 0,96 A	Fasekobling	: L2-N
Cos phi	: 0.9	Sammenlagret strøm	:
Merkeeffekt, Pn	: 0,200 kW		L2: 9,65 A
Merkeytelse, Sn	: 0,220 kVA		
Antall punkter	: 10		
Kabellengde til første punkt	: 10,0 m		
Kabellengde mellom punkter	: 10,0 m		
Kabellengde i avgreningspunkt	: 0,0 m		

Egne Dimensjoneringskriterier			
Maksimal belastning av kabler	:	80,0 %	
Maksimal belastning av overstrømsvern	:	100,0 %	
Reduksjonsfaktor Ikmin	:	1,0	
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	:	☐	
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	:	☒	
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	:	☒	
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	:	☐	

Spenningsfall totalt	: 6,6 V	2,85 %	Klemmespenning	: 224,4 V
...til siste fordeling	: 0,0 V	0,00 %		
...over Unspecified	:			

Matekabel	: PFXP 3G2,5 Cu	Total lengde	: 100,00 m
-----------	-----------------	--------------	------------

Matevern, merking	: F9B		
Fabrikat	: CHINT	Artikkel nummer	: CV000451
Bryterenhhet	: NB1-63/H	EAN-nummer	: 7071089000451
Utløserenhhet	: C	Bryteevne	: 10,00 kA Ics
Merkestrøm	: 10,00 A	2p I2-verdi	: 14,50 A
		I5-(Im-) verdi	: 100,00 A
Matekabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstømmer			: 115,9 m

Installasjonsadresse		Beregningsresultater for anlegget: Dato: 07.05.2024 21:10:24	
		IKM Skadronveien Sola	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1	NEK 400:2022 400 V TN-C-S
		 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	Side 27 (44) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr. 9B

Unspecified	Matevern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel t=k²S²/I² [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,008
Ik1p max ende	0,169	1,00	0,238	2,600	0,019
Ik1p min	0,116	1,00	0,164	5,518	0,035
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,008
Ij max ende	0,169	1,00	0,238	2,600	0,019
Ij min	0,116	1,00	0,164	5,518	0,035

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1  Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	NEK 400:2022 400 V TN-C-S Side 28 (45) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

10

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Distribuert last	: .		
Beskrivelse	: Lys ute fotocelle		
	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	: 230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	: 0,10 A	Fasekobling	: L2-N
Cos phi	: 0.9	Sammenlagret strøm	:
Merkeeffekt, Pn	: 0,020 kW		L2: 1,00 A
Merkeytelse, Sn	: 0,020 kVA		
Antall punkter	: 10		
Kabellengde til første punkt	: 10,0 m		
Kabellengde mellom punkter	: 10,0 m		
Kabellengde i avgreningspunkt	: 0,0 m		

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	: 80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	: 100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	: 1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	: ☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	: ☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	: ☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	: ☐

Spenningsfall totalt	: 0,7 V	0,30 %	Klemmespenning	: 230,3 V
...til siste fordeling	: 0,0 V	0,00 %		
...over Unspecified	:			

Matekabel	: PFXP 3G2,5 Cu	Total lengde	: 100,00 m
-----------	-----------------	--------------	------------

Matevern, merking	: F10	Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard		
Fabrikat	: CHINT	Artikkel nummer	:	
Bryterenhet	: NB310L 10KA	EAN-nummer	:	
Utløserenhet	: C	Bryteevne	: 10,00 kA Icn	
Merkestrøm	: 15,00 A	2p I2-verdi	: 21,80 A	
		I5-(Im-) verdi	: 150,00 A	
Matekabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstømmer				: 76,8 m

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1		NEK 400:2022 400 V TN-C-S	
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 29 (46) av 88	

Beregningsresultater

Kurs nr. 10

Unspecified	Matevern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel $t=k^2S^2/I^2$ [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ik1p max ende	0,169	1,00	0,238	2,600	0,038
Ik1p min	0,116	1,00	0,164	5,518	4,627
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ij max ende	0,169	1,00	0,238	2,600	0,038
Ij min	0,116	1,00	0,164	5,518	4,627

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1  Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	NEK 400:2022 400 V TN-C-S Side 30 (47) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr. 11

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Variabel last	:	.		
Beskrivelse	:	Stikk		
	:	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	:	230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	:	15,00 A	Fasekobling	: L1-N
Cos phi	:	0.9		
Merkeeffekt, Pn	:	3,100 kW	Utnyttelsegrad	: 1
Merkeytelse, Sn	:	3,450 kVA	Samtidighetsfaktor	: 0.7

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	:	80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	:	100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	:	1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	:	☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	:	☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	:	☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	:	☐

Spenningsfall totalt	:	2,6 V	1,12 %	Klemmespenning	:	227,4 V
...til siste fordeling	:	0,0 V	0,00 %			
...over Kabel	:	3,9 V	1,69 %	Maksimal lengde	:	46,2 m

Kabel	:	.		
Kabeltype/-lederløsning	:	PFSP 2x2,5/2,5 Cu		
Ref. inst. met.	:	B1		
Omgivelsetemperatur	:	30,0 °C	Ingen parallelle kurser	
Kabellengde	:	16,0 m	Annen korreksjonsfaktor	1
Tap i kabel	:	63,84 W	3,99 W/m	
Strømføringssevne	:	24,00 (30,00) A	Laststrøm i kabel	15,00 A

Kombinert vern, merking	:	F11		
Fabrikat	:	CHINT	Artikkel nummer	:
Bryterenhhet	:	NB310L 10KA	EAN-nummer	:
Utløserenhhet	:	C	Bryteevne	: 10,00 kA Icn
Merkestrøm	:	15,00 A	2p I2-verdi	: 21,80 A
			I5-(Im-) verdi	: 150,00 A
Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstrømmer				: 76,8 m

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1		NEK 400:2022 400 V TN-C-S	
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 31 (48) av 88	

Beregningsresultater

Kurs nr. 11

Unspecified	Kombinert vern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel t=k²S²/I² [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ik1p max ende	0,971	1,00	1,373	0,079	0,013
Ik1p min	0,676	1,00	0,955	0,162	0,015
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ij max ende	0,972	1,00	1,374	0,079	0,013
Ij min	0,676	1,00	0,956	0,162	0,015

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1	NEK 400:2022 400 V TN-C-S
		 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 32 (49) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

12

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Variabel last	:	.		
Beskrivelse	:	Stikk KONTOR 8-12		
	:	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	:	230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	:	15,00 A	Fasekobling	: L1-N
Cos phi	:	0.9		
Merkeeffekt, Pn	:	3,100 kW	Utnyttelsegrad	: 1
Merkeytelse, Sn	:	3,450 kVA	Samtidighetsfaktor	: 0.7

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	:	80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	:	100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	:	1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	:	☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	:	☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	:	☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	:	☐

Spenningsfall totalt	:	4,3 V	1,89 %	Klemmespenning	:	225,7 V
...til siste fordeling	:	0,0 V	0,00 %			
...over Kabel	:	5,8 V	2,54 %	Maksimal lengde	:	46,2 m

Kabel	:	.		
Kabeltype/-lederløsning	:	PFSP 2x2,5/2,5 Cu		
Ref. inst. met.	:	B1		
Omgivelsetemperatur	:	30,0 °C	Ingen parallelle kurser	
Kabellengde	:	24,0 m	Annen korreksjonsfaktor	1
Tap i kabel	:	95,75 W	3,99 W/m	
Strømføringssevne	:	24,00 (30,00) A	Laststrøm i kabel	15,00 A

Kombinert vern, merking	:	F12		
Fabrikat	:	CHINT	Artikkel nummer	:
Bryterenhhet	:	NB310L 10KA	EAN-nummer	:
Utløserenhhet	:	C	Bryteevne	: 10,00 kA Icn
Merkestrøm	:	15,00 A	2p I2-verdi	: 21,80 A
			I5-(Im-) verdi	: 150,00 A
Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstømmer				: 76,8 m

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1		NEK 400:2022 400 V TN-C-S	
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 33 (50) av 88	

Beregningsresultater

Kurs nr. 12

Unspecified	Kombinert vern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel $t=k^2S^2/I^2$ [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ik1p max ende	0,668	1,00	0,945	0,166	0,015
Ik1p min	0,462	1,00	0,654	0,348	0,016
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ij max ende	0,669	1,00	0,946	0,166	0,015
Ij min	0,462	1,00	0,654	0,348	0,016

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1  Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	NEK 400:2022 400 V TN-C-S Side 34 (51) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

13

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Variabel last	:	.		
Beskrivelse	:	Stikk Kontor 1-7		
	:	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	:	230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	:	15,00 A	Fasekobling	: L1-N
Cos phi	:	0.9		
Merkeeffekt, Pn	:	3,100 kW	Utnyttelsegrad	: 1
Merkeytelse, Sn	:	3,450 kVA	Samtidighetsfaktor	: 0.7

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	:	80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	:	100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	:	1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	:	☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	:	☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	:	☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	:	☐

Spenningsfall totalt	:	4,3 V	1,89 %	Klemmespenning	:	225,7 V
...til siste fordeling	:	0,0 V	0,00 %			
...over Kabel	:	5,8 V	2,54 %	Maksimal lengde	:	46,2 m

Kabel	:	.		
Kabeltype/-lederløsning	:	PFSP 2x2,5/2,5 Cu		
Ref. inst. met.	:	B1		
Omgivelsetemperatur	:	30,0 °C	Ingen parallelle kurser	
Kabellengde	:	24,0 m	Annen korreksjonsfaktor	1
Tap i kabel	:	95,75 W	3,99 W/m	
Strømføringssevne	:	24,00 (30,00) A	Laststrøm i kabel	15,00 A

Kombinert vern, merking	:	F13		
Fabrikat	:	CHINT	Artikkel nummer	:
Bryterenhhet	:	NB310L 10KA	EAN-nummer	:
Utløserenhhet	:	C	Bryteevne	: 10,00 kA Icn
Merkestrøm	:	15,00 A	2p I2-verdi	: 21,80 A
			I5-(Im-) verdi	: 150,00 A
Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstrømmer				: 76,8 m

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	IKM Skadronveien Sola	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1	NEK 400:2022 400 V TN-C-S
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	Side 35 (52) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr. 13

Unspecified	Kombinert vern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel t=k²S²/I² [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ik1p max ende	0,668	1,00	0,945	0,166	0,015
Ik1p min	0,462	1,00	0,654	0,348	0,016
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ij max ende	0,669	1,00	0,946	0,166	0,015
Ij min	0,462	1,00	0,654	0,348	0,016

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1  Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	NEK 400:2022 400 V TN-C-S Side 36 (53) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

14

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Variabel last	:	.		
Beskrivelse	:	Stikk Kopi rom		
	:	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	:	230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	:	15,00 A	Fasekobling	: L1-N
Cos phi	:	0.9		
Merkeeffekt, Pn	:	3,100 kW	Utnyttelsegrad	: 1
Merkeytelse, Sn	:	3,450 kVA	Samtidighetsfaktor	: 0.7

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	:	80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	:	100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	:	1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	:	☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	:	☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	:	☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	:	☐

Spenningsfall totalt	:	4,3 V	1,89 %	Klemmespenning	:	225,7 V
...til siste fordeling	:	0,0 V	0,00 %			
...over Kabel	:	5,8 V	2,54 %	Maksimal lengde	:	46,2 m

Kabel	:	.		
Kabeltype/-lederløsning	:	PFSP 2x2,5/2,5 Cu		
Ref. inst. met.	:	B1		
Omgivelsetemperatur	:	30,0 °C	Ingen parallelle kurser	
Kabellengde	:	24,0 m	Annen korreksjonsfaktor	1
Tap i kabel	:	95,75 W	3,99 W/m	
Strømføringssevne	:	24,00 (30,00) A	Laststrøm i kabel	15,00 A

Kombinert vern, merking	:	F14		
Fabrikat	:	CHINT	Artikkel nummer	:
Bryterenhhet	:	NB310L 10KA	EAN-nummer	:
Utløserenhhet	:	C	Bryteevne	: 10,00 kA Icn
Merkestrøm	:	15,00 A	2p I2-verdi	: 21,80 A
			I5-(Im-) verdi	: 150,00 A
Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstrømmer				: 76,8 m

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1		NEK 400:2022 400 V TN-C-S	
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 37 (54) av 88	

Beregningsresultater

Kurs nr. 14

Unspecified	Kombinert vern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel t=k²S²/I² [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ik1p max ende	0,668	1,00	0,945	0,166	0,015
Ik1p min	0,462	1,00	0,654	0,348	0,016
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ij max ende	0,669	1,00	0,946	0,166	0,015
Ij min	0,462	1,00	0,654	0,348	0,016

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1  Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	NEK 400:2022 400 V TN-C-S Side 38 (55) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

15

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Variabel last	:	.		
Beskrivelse	:	Stikk Kopi rom		
	:	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	:	230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	:	15,00 A	Fasekobling	: L1-N
Cos phi	:	0.9		
Merkeeffekt, Pn	:	3,100 kW	Utnyttelsegrad	: 1
Merkeytelse, Sn	:	3,450 kVA	Samtidighetsfaktor	: 0.7

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	:	80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	:	100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	:	1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	:	☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	:	☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	:	☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	:	☐

Spenningsfall totalt	:	4,3 V	1,89 %	Klemmespenning	:	225,7 V
...til siste fordeling	:	0,0 V	0,00 %			
...over Kabel	:	5,8 V	2,54 %	Maksimal lengde	:	46,2 m

Kabel	:	.		
Kabeltype/-lederløsning	:	PFSP 2x2,5/2,5 Cu		
Ref. inst. met.	:	B1		
Omgivelsetemperatur	:	30,0 °C	Ingen parallelle kurser	
Kabellengde	:	24,0 m	Annen korreksjonsfaktor	1
Tap i kabel	:	95,75 W	3,99 W/m	
Strømføringssevne	:	24,00 (30,00) A	Laststrøm i kabel	15,00 A

Kombinert vern, merking	:	F15		
Fabrikat	:	CHINT	Artikkel nummer	:
Bryterenhhet	:	NB310L 10KA	EAN-nummer	:
Utløserenhhet	:	C	Bryteevne	: 10,00 kA Icn
Merkestrøm	:	15,00 A	2p I2-verdi	: 21,80 A
			I5-(Im-) verdi	: 150,00 A
Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstrømmer				: 76,8 m

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1		NEK 400:2022 400 V TN-C-S	
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 39 (56) av 88	

Beregningsresultater

Kurs nr. 15

Unspecified	Kombinert vern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel t=k²S²/I² [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ik1p max ende	0,668	1,00	0,945	0,166	0,015
Ik1p min	0,462	1,00	0,654	0,348	0,016
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ij max ende	0,669	1,00	0,946	0,166	0,015
Ij min	0,462	1,00	0,654	0,348	0,016

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1  Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	NEK 400:2022 400 V TN-C-S Side 40 (57) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

16

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Variabel last	:	.		
Beskrivelse	:	Stikk Kopi rom		
	:	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	:	230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	:	15,00 A	Fasekobling	: L1-N
Cos phi	:	0.9		
Merkeeffekt, Pn	:	3,100 kW	Utnyttelsegrad	: 1
Merkeytelse, Sn	:	3,450 kVA	Samtidighetsfaktor	: 0.7

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	:	80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	:	100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	:	1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	:	☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	:	☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	:	☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	:	☐

Spenningsfall totalt	:	4,3 V	1,89 %	Klemmespenning	:	225,7 V
...til siste fordeling	:	0,0 V	0,00 %			
...over Kabel	:	5,8 V	2,54 %	Maksimal lengde	:	46,2 m

Kabel	:	.		
Kabeltype/-lederløsning	:	PFSP 2x2,5/2,5 Cu		
Ref. inst. met.	:	B1		
Omgivelsetemperatur	:	30,0 °C	Ingen parallelle kurser	
Kabellengde	:	24,0 m	Annen korreksjonsfaktor	1
Tap i kabel	:	95,75 W	3,99 W/m	
Strømføringssevne	:	24,00 (30,00) A	Laststrøm i kabel	15,00 A

Kombinert vern, merking	:	F16		
Fabrikat	:	CHINT	Artikkel nummer	:
Bryterenhhet	:	NB310L 10KA	EAN-nummer	:
Utløserenhhet	:	C	Bryteevne	: 10,00 kA Icn
Merkestrøm	:	15,00 A	2p I2-verdi	: 21,80 A
			I5-(Im-) verdi	: 150,00 A
Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstrømmer				: 76,8 m

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	IKM Skadronveien Sola	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1	NEK 400:2022 400 V TN-C-S
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	Side 41 (58) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr. 16

Unspecified	Kombinert vern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel $t=k^2S^2/I^2$ [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ik1p max ende	0,668	1,00	0,945	0,166	0,015
Ik1p min	0,462	1,00	0,654	0,348	0,016
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ij max ende	0,669	1,00	0,946	0,166	0,015
Ij min	0,462	1,00	0,654	0,348	0,016

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1  Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	NEK 400:2022 400 V TN-C-S Side 42 (59) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

17

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Variabel last	:	.		
Beskrivelse	:	Stikk Kopi rom		
	:	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	:	230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	:	15,00 A	Fasekobling	: L1-N
Cos phi	:	0.9		
Merkeeffekt, Pn	:	3,100 kW	Utnyttelsegrad	: 1
Merkeytelse, Sn	:	3,450 kVA	Samtidighetsfaktor	: 0.7

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	:	80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	:	100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	:	1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	:	☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	:	☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	:	☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	:	☐

Spenningsfall totalt	:	4,3 V	1,89 %	Klemmespenning	:	225,7 V
...til siste fordeling	:	0,0 V	0,00 %			
...over Kabel	:	5,8 V	2,54 %	Maksimal lengde	:	46,2 m

Kabel	:	.		
Kabeltype/-lederløsning	:	PFSP 2x2,5/2,5 Cu		
Ref. inst. met.	:	B1		
Omgivelsetemperatur	:	30,0 °C	Ingen parallelle kurser	
Kabellengde	:	24,0 m	Annen korreksjonsfaktor	1
Tap i kabel	:	95,75 W	3,99 W/m	
Strømføringssevne	:	24,00 (30,00) A	Laststrøm i kabel	15,00 A

Kombinert vern, merking	:	F17		
Fabrikkat	:	CHINT	Artikkel nummer	:
Bryterenhhet	:	NB310L 10KA	EAN-nummer	:
Utløserenhhet	:	C	Bryteevne	: 10,00 kA Icn
Merkestrøm	:	15,00 A	2p I2-verdi	: 21,80 A
			I5-(Im-) verdi	: 150,00 A
Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstrømmer				: 76,8 m

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1		NEK 400:2022 400 V TN-C-S	
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 43 (60) av 88	

Beregningsresultater

Kurs nr. 17

Unspecified	Kombinert vern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel $t=k^2S^2/I^2$ [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ik1p max ende	0,668	1,00	0,945	0,166	0,015
Ik1p min	0,462	1,00	0,654	0,348	0,016
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ij max ende	0,669	1,00	0,946	0,166	0,015
Ij min	0,462	1,00	0,654	0,348	0,016

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1  Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	NEK 400:2022 400 V TN-C-S Side 44 (61) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr. 18

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Variabel last	:	.		
Beskrivelse	:	Stikk Kopi rom		
	:	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	:	230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	:	15,00 A	Fasekobling	: L1-N
Cos phi	:	0.9		
Merkeeffekt, Pn	:	3,100 kW	Utnyttelsegrad	: 1
Merkeytelse, Sn	:	3,450 kVA	Samtidighetsfaktor	: 0.7

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	:	80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	:	100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	:	1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	:	☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	:	☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	:	☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	:	☐

Spenningsfall totalt	:	4,3 V	1,89 %	Klemmespenning	:	225,7 V
...til siste fordeling	:	0,0 V	0,00 %			
...over Kabel	:	5,8 V	2,54 %	Maksimal lengde	:	46,2 m

Kabel	:				
Kabeltype/-lederløsning	:	PFSP 2x2,5/2,5 Cu			
Ref. inst. met.	:	B1			
Omgivelsetemperatur	:	30,0 °C	Ingen parallelle kurser		
Kabellengde	:	24,0 m	Annen korreksjonsfaktor	:	1
Tap i kabel	:	95,75 W	3,99 W/m		
Strømføringssevne	:	24,00 (30,00) A	Laststrøm i kabel	:	15,00 A

Kombinert vern, merking	:	F18			
Fabrikat	:	CHINT	Artikkel nummer	:	
Bryterenhhet	:	NB310L 10KA	EAN-nummer	:	
Utløserenhhet	:	C	Bryteevne	:	10,00 kA Icn
Merkestrøm	:	15,00 A	2p I2-verdi	:	21,80 A
			I5-(Im-) verdi	:	150,00 A
Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstrømmer				:	76,8 m

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1		NEK 600:2021 400 V TN-C-S	
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 45 (62) av 88	

Beregningsresultater

Kurs nr. 18

Unspecified	Kombinert vern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel t=k²S²/I² [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ik1p max ende	0,668	1,00	0,945	0,166	0,015
Ik1p min	0,462	1,00	0,654	0,348	0,016
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ij max ende	0,669	1,00	0,946	0,166	0,015
Ij min	0,462	1,00	0,654	0,348	0,016

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1  Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	NEK 600:2021 400 V TN-C-S Side 46 (63) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

19

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Variabel last	:	.		
Beskrivelse	:	Stikk Data		
	:	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	:	230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	:	15,00 A	Fasekobling	: L1-N
Cos phi	:	0.9		
Merkeeffekt, Pn	:	3,100 kW	Utnyttelsegrad	: 1
Merkeytelse, Sn	:	3,450 kVA	Samtidighetsfaktor	: 0.7

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	:	80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	:	100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	:	1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	:	☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	:	☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	:	☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	:	☐

Spenningsfall totalt	:	4,3 V	1,89 %	Klemmespenning	:	225,7 V
...til siste fordeling	:	0,0 V	0,00 %			
...over Kabel	:	5,8 V	2,54 %	Maksimal lengde	:	46,2 m

Kabel	:	.		
Kabeltype/-lederløsning	:	PFSP 2x2,5/2,5 Cu		
Ref. inst. met.	:	B1		
Omgivelsetemperatur	:	30,0 °C	Ingen parallelle kurser	
Kabellengde	:	24,0 m	Annen korreksjonsfaktor	1
Tap i kabel	:	95,75 W	3,99 W/m	
Strømføringssevne	:	24,00 (30,00) A	Laststrøm i kabel	15,00 A

Kombinert vern, merking	:	F19		
Fabrikat	:	CHINT	Artikkel nummer	:
Bryterenhhet	:	NB310L 10KA	EAN-nummer	:
Utløserenhhet	:	C	Bryteevne	: 10,00 kA Icn
Merkestrøm	:	15,00 A	2p I2-verdi	: 21,80 A
			I5-(Im-) verdi	: 150,00 A
Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstrømmer				: 76,8 m

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1		NEK 400:2022	400 V TN-C-S
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 47 av 88	(64)

Beregningsresultater

Kurs nr. 19

Unspecified	Kombinert vern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel $t=k^2S^2/I^2$ [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ik1p max ende	0,668	1,00	0,945	0,166	0,015
Ik1p min	0,462	1,00	0,654	0,348	0,016
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ij max ende	0,669	1,00	0,946	0,166	0,015
Ij min	0,462	1,00	0,654	0,348	0,016

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1  Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	NEK 400:2022 400 V TN-C-S Side 48 (65) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

20

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Variabel last	:	.		
Beskrivelse	:	Stikk komfyr		
	:	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	:	230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	:	15,00 A	Fasekobling	: L1-N
Cos phi	:	0.9		
Merkeeffekt, Pn	:	3,100 kW	Utnyttelsegrad	: 1
Merkeytelse, Sn	:	3,450 kVA	Samtidighetsfaktor	: 0.7

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	:	80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	:	100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	:	1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	:	☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	:	☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	:	☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	:	☐

Spenningsfall totalt	:	2,4 V	1,05 %	Klemmespenning	:	227,6 V
...til siste fordeling	:	0,0 V	0,00 %			
...over Kabel	:	3,7 V	1,61 %	Maksimal lengde	:	75,8 m

Kabel	:	.		
Kabeltype/-lederløsning	:	PFSP 2x4/4 Cu		
Ref. inst. met.	:	B1		
Omgivelsetemperatur	:	30,0 °C	Ingen parallelle kurser	
Kabellengde	:	25,0 m	Annen korreksjonsfaktor	1
Tap i kabel	:	62,05 W	2,48 W/m	
Strømføringssevne	:	32,00 (40,00) A	Laststrøm i kabel	15,00 A

Kombinert vern, merking	:	F20		
Fabrikat	:	CHINT	Artikkel nummer	: CV000086
Bryterenhhet	:	NB1-63/H	EAN-nummer	: 7071089000086
Utløserenhhet	:	B	Bryteevne	: 10,00 kA Ics
Merkestrøm	:	20,00 A	2p I2-verdi	: 29,00 A
			I5-(Im-) verdi	: 100,00 A
Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstrømmer				: 186,2 m

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1		NEK 400:2022 400 V TN-C-S	
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 49 (66) av 88	

Beregningsresultater

Kurs nr. 20

Unspecified	Kombinert vern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel t=k²S²/I² [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,003	0,012
Ik1p max ende	0,996	1,00	1,408	0,192	0,014
Ik1p min	0,693	1,00	0,980	0,396	0,015
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,003	0,012
Ij max ende	0,996	1,00	1,409	0,192	0,014
Ij min	0,693	1,00	0,981	0,396	0,015

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1  Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	NEK 400:2022 400 V TN-C-S Side 50 (67) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr. 21

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Variabel last	:	.		
Beskrivelse	:	Stikk Oppvask		
	:	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	:	230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	:	15,00 A	Fasekobling	: L1-N
Cos phi	:	0.9		
Merkeeffekt, Pn	:	3,100 kW	Utnyttelsegrad	: 1
Merkeytelse, Sn	:	3,450 kVA	Samtidighetsfaktor	: 0.7

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	:	80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	:	100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	:	1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	:	☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	:	☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	:	☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	:	☐

Spenningsfall totalt	:	5,4 V	2,36 %	Klemmespenning	:	224,6 V
...til siste fordeling	:	0,0 V	0,00 %			
...over Kabel	:	7,1 V	3,07 %	Maksimal lengde	:	46,2 m

Kabel	:	.		
Kabeltype/-lederløsning	:	PFSP 2x2,5/2,5 Cu		
Ref. inst. met.	:	B1		
Omgivelsetemperatur	:	30,0 °C	Ingen parallelle kurser	
Kabellengde	:	29,0 m	Annen korreksjonsfaktor	1
Tap i kabel	:	115,70 W 3,99 W/m		
Strømføringssevne	:	24,00 (30,00) A	Laststrøm i kabel	15,00 A

Kombinert vern, merking	:	F21		
Fabrikat	:	CHINT	Artikkel nummer	:
Bryterenhhet	:	NB310L 10KA	EAN-nummer	:
Utløserenhhet	:	C	Bryteevne	: 10,00 kA Icn
Merkestrøm	:	15,00 A	2p I2-verdi	: 21,80 A
			I5-(Im-) verdi	: 150,00 A
Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstrømmer				: 76,8 m

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	IKM Skadronveien Sola	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1	NEK 400:2022 400 V TN-C-S
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	Side 51 (68) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr. 21

Unspecified	Kombinert vern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel $t=k^2S^2/I^2$ [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ik1p max ende	0,560	1,00	0,791	0,237	0,015
Ik1p min	0,386	1,00	0,546	0,498	0,017
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ij max ende	0,560	1,00	0,792	0,237	0,015
Ij min	0,386	1,00	0,546	0,498	0,017

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1	NEK 400:2022 400 V TN-C-S
		 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 52 (69) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

22

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Variabel last	:	.		
Beskrivelse	:	Stikk Korridor		
	:	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	:	230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	:	15,00 A	Fasekobling	: L1-N
Cos phi	:	0.9		
Merkeeffekt, Pn	:	3,100 kW	Utnyttelsegrad	: 1
Merkeytelse, Sn	:	3,450 kVA	Samtidighetsfaktor	: 0.7

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	:	80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	:	100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	:	1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	:	☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	:	☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	:	☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	:	☐

Spenningsfall totalt	:	4,3 V	1,89 %	Klemmespenning	:	225,7 V
...til siste fordeling	:	0,0 V	0,00 %			
...over Kabel	:	5,8 V	2,54 %	Maksimal lengde	:	46,2 m

Kabel	:	.		
Kabeltype/-lederløsning	:	PFSP 2x2,5/2,5 Cu		
Ref. inst. met.	:	B1		
Omgivelsetemperatur	:	30,0 °C	Ingen parallelle kurser	
Kabellengde	:	24,0 m	Annen korreksjonsfaktor	1
Tap i kabel	:	95,75 W	3,99 W/m	
Strømføringssevne	:	24,00 (30,00) A	Laststrøm i kabel	15,00 A

Kombinert vern, merking	:	F22		
Fabrikat	:	CHINT	Artikkel nummer	:
Bryterenhhet	:	NB310L 10KA	EAN-nummer	:
Utløserenhhet	:	C	Bryteevne	: 10,00 kA Icn
Merkestrøm	:	15,00 A	2p I2-verdi	: 21,80 A
			I5-(Im-) verdi	: 150,00 A
Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstømmer				: 76,8 m

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1		NEK 600:2021 400 V TN-C-S	
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 53 (70) av 88	

Beregningsresultater

Kurs nr.22

Unspecified	Kombinert vern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel t=k²S²/I² [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ik1p max ende	0,668	1,00	0,945	0,166	0,015
Ik1p min	0,462	1,00	0,654	0,348	0,016
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ij max ende	0,669	1,00	0,946	0,166	0,015
Ij min	0,462	1,00	0,654	0,348	0,016

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1  Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	NEK 600:2021 400 V TN-C-S Side 54 (71) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

23

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Variabel last	:	.		
Beskrivelse	:	Stikk vvb		
	:	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	:	230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	:	15,00 A	Fasekobling	: L1-N
Cos phi	:	0.9		
Merkeeffekt, Pn	:	3,100 kW	Utnyttelsegrad	: 1
Merkeytelse, Sn	:	3,450 kVA	Samtidighetsfaktor	: 0.7

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	:	80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	:	100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	:	1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	:	☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	:	☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	:	☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	:	☐

Spenningsfall totalt	:	5,9 V	2,55 %	Klemmespenning	:	224,1 V
...til siste fordeling	:	0,0 V	0,00 %			
...over Kabel	:	7,6 V	3,28 %	Maksimal lengde	:	46,2 m

Kabel	:	.		
Kabeltype/-ledertøsning	:	PFSP 2x2,5/2,5 Cu		
Ref. inst. met.	:	B1		
Omgivelsetemperatur	:	30,0 °C	Ingen parallelle kurser	
Kabellengde	:	31,0 m	Annen korreksjonsfaktor	1
Tap i kabel	:	123,68 W 3,99 W/m		
Strømføringssevne	:	24,00 (30,00) A	Laststrøm i kabel	15,00 A

Kombinert vern, merking	:	F23		
Fabrikat	:	CHINT	Artikkel nummer	:
Bryterenhhet	:	NB310L 10KA	EAN-nummer	:
Utløserenhhet	:	C	Bryteevne	: 10,00 kA Icn
Merkestrøm	:	15,00 A	2p I2-verdi	: 21,80 A
			I5-(Im-) verdi	: 150,00 A
Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstrømmer				: 76,8 m

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	IKM Skadronveien Sola	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1	NEK 400:2022 400 V TN-C-S
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	Side 55 (72) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr. 23

Unspecified	Kombinert vern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel t=k²S²/I² [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ik1p max ende	0,525	1,00	0,743	0,269	0,015
Ik1p min	0,362	1,00	0,512	0,567	0,018
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ij max ende	0,525	1,00	0,743	0,269	0,015
Ij min	0,362	1,00	0,512	0,567	0,018

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1	NEK 400:2022 400 V TN-C-S
		 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 56 (73) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

24

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Variabel last	:	.		
Beskrivelse	:	Stikk Verksted		
	:	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	:	230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	:	15,00 A	Fasekobling	: L1-N
Cos phi	:	0.9		
Merkeeffekt, Pn	:	3,100 kW	Utnyttelsegrad	: 1
Merkeytelse, Sn	:	3,450 kVA	Samtidighetsfaktor	: 0.7

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	:	80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	:	100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	:	1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	:	☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	:	☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	:	☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	:	☐

Spenningsfall totalt	:	4,3 V	1,89 %	Klemmespenning	:	225,7 V
...til siste fordeling	:	0,0 V	0,00 %			
...over Kabel	:	5,8 V	2,54 %	Maksimal lengde	:	46,2 m

Kabel	:	.		
Kabeltype/-lederløsning	:	PFSP 2x2,5/2,5 Cu		
Ref. inst. met.	:	B1		
Omgivelsetemperatur	:	30,0 °C	Ingen parallelle kurser	
Kabellengde	:	24,0 m	Annen korreksjonsfaktor	1
Tap i kabel	:	95,75 W	3,99 W/m	
Strømføringssevne	:	24,00 (30,00) A	Laststrøm i kabel	15,00 A

Kombinert vern, merking	:	F24		
Fabrikat	:	CHINT	Artikkel nummer	:
Bryterenhhet	:	NB310L 10KA	EAN-nummer	:
Utløserenhhet	:	C	Bryteevne	: 10,00 kA Icn
Merkestrøm	:	15,00 A	2p I2-verdi	: 21,80 A
			I5-(Im-) verdi	: 150,00 A
Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstrømmer				: 76,8 m

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	IKM Skadronveien Sola	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1	NEK 600:2021 400 V TN-C-S
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	Side 57 (74) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr. 24

Unspecified	Kombinert vern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel t=k²S²/I² [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ik1p max ende	0,668	1,00	0,945	0,166	0,015
Ik1p min	0,462	1,00	0,654	0,348	0,016
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ij max ende	0,669	1,00	0,946	0,166	0,015
Ij min	0,462	1,00	0,654	0,348	0,016

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1  Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	NEK 600:2021 400 V TN-C-S Side 58 (75) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

25

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Variabel last	:	.		
Beskrivelse	:	Stikk Verksted		
	:	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	:	230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	:	15,00 A	Fasekobling	: L1-N
Cos phi	:	0.9		
Merkeeffekt, Pn	:	3,100 kW	Utnyttelsegrad	: 1
Merkeytelse, Sn	:	3,450 kVA	Samtidighetsfaktor	: 0.7

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	:	80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	:	100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	:	1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	:	☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	:	☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	:	☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	:	☐

Spenningsfall totalt	:	4,3 V	1,89 %	Klemmespenning	:	225,7 V
...til siste fordeling	:	0,0 V	0,00 %			
...over Kabel	:	5,8 V	2,54 %	Maksimal lengde	:	46,2 m

Kabel	:	.		
Kabeltype/-lederløsning	:	PFSP 2x2,5/2,5 Cu		
Ref. inst. met.	:	B1		
Omgivelsetemperatur	:	30,0 °C	Ingen parallelle kurser	
Kabellengde	:	24,0 m	Annen korreksjonsfaktor	1
Tap i kabel	:	95,75 W	3,99 W/m	
Strømføringssevne	:	24,00 (30,00) A	Laststrøm i kabel	15,00 A

Kombinert vern, merking	:	F25		
Fabrikat	:	CHINT	Artikkel nummer	:
Bryterenhhet	:	NB310L 10KA	EAN-nummer	:
Utløserenhhet	:	C	Bryteevne	: 10,00 kA Icn
Merkestrøm	:	15,00 A	2p I2-verdi	: 21,80 A
			I5-(Im-) verdi	: 150,00 A
Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstrømmer				: 76,8 m

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1		NEK 600:2021 400 V TN-C-S	
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 59 (76) av 88	

Beregningsresultater

Kurs nr.25

Unspecified	Kombinert vern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel t=k²S²/I² [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ik1p max ende	0,668	1,00	0,945	0,166	0,015
Ik1p min	0,462	1,00	0,654	0,348	0,016
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ij max ende	0,669	1,00	0,946	0,166	0,015
Ij min	0,462	1,00	0,654	0,348	0,016

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1  Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	NEK 600:2021 400 V TN-C-S Side 60 (77) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

26

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Variabel last	:	.		
Beskrivelse	:	Stikk Verksted		
	:	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	:	230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	:	15,00 A	Fasekobling	: L1-N
Cos phi	:	0.9		
Merkeeffekt, Pn	:	3,100 kW	Utnyttelsegrad	: 1
Merkeytelse, Sn	:	3,450 kVA	Samtidighetsfaktor	: 0.7

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	:	80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	:	100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	:	1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	:	☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	:	☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	:	☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	:	☐

Spenningsfall totalt	:	6,8 V	2,93 %	Klemmespenning	:	223,3 V
...til siste fordeling	:	0,0 V	0,00 %			
...over Kabel	:	8,5 V	3,71 %	Maksimal lengde	:	46,2 m

Kabel	:	.		
Kabeltype/-lederløsning	:	PFSP 2x2,5/2,5 Cu		
Ref. inst. met.	:	B1		
Omgivelsetemperatur	:	30,0 °C	Ingen parallelle kurser	
Kabellengde	:	35,0 m	Annen korreksjonsfaktor	1
Tap i kabel	:	139,64 W 3,99 W/m		
Strømføringssevne	:	24,00 (30,00) A	Laststrøm i kabel	15,00 A

Kombinert vern, merking	:	F26		
Fabrikat	:	CHINT	Artikkel nummer	:
Bryterenhhet	:	NB310L 10KA	EAN-nummer	:
Utløserenhhet	:	C	Bryteevne	: 10,00 kA Icn
Merkestrøm	:	15,00 A	2p I2-verdi	: 21,80 A
			I5-(Im-) verdi	: 150,00 A
Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstrømmer				: 76,8 m

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	IKM Skadronveien Sola	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1	NEK 600:2021 400 V TN-C-S
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	Side 61 (78) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.26

Unspecified	Kombinert vern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel t=k²S²/I² [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ik1p max ende	0,468	1,00	0,662	0,339	0,016
Ik1p min	0,322	1,00	0,456	0,716	0,018
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ij max ende	0,468	1,00	0,662	0,339	0,016
Ij min	0,322	1,00	0,456	0,716	0,018

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1  Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	NEK 600:2021 400 V TN-C-S Side 62 (79) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

27

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Variabel last	:	.		
Beskrivelse	:	Stikk Verksted		
	:	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	:	230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	:	15,00 A	Fasekobling	: L1-N
Cos phi	:	0.9		
Merkeeffekt, Pn	:	3,100 kW	Utnyttelsegrad	: 1
Merkeytelse, Sn	:	3,450 kVA	Samtidighetsfaktor	: 0.7

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	:	80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	:	100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	:	1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	:	☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	:	☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	:	☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	:	☐

Spenningsfall totalt	:	6,9 V	2,99 %	Klemmespenning	:	223,1 V
...til siste fordeling	:	0,0 V	0,00 %			
...over Kabel	:	8,7 V	3,77 %	Maksimal lengde	:	45,5 m

Kabel	:	.		
Kabeltype/-lederløsning	:	PFSP 2x2,5/2,5 Cu		
Ref. inst. met.	:	E		
Omgivelsetemperatur	:	30,0 °C	Ingen parallelle kurser	
Kabellengde	:	35,0 m	Annen korreksjonsfaktor	0.7
Tap i kabel	:	139,64 W 3,99 W/m		
Strømføringssevne	:	21,00 (26,25) A	Laststrøm i kabel	15,00 A

Kombinert vern, merking	:	F27		
Fabrikat	:	CHINT	Artikkel nummer	:
Bryterenhhet	:	NB310L 10KA	EAN-nummer	:
Utløserenhhet	:	C	Bryteevne	: 10,00 kA Icn
Merkestrøm	:	15,00 A	2p I2-verdi	: 21,80 A
			I5-(Im-) verdi	: 150,00 A
Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstrømmer				: 76,8 m

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1		NEK 600:2021 400 V TN-C-S	
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 63 (80) av 88	

Beregningsresultater

Kurs nr. 27

Unspecified	Kombinert vern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel t=k²S²/I² [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ik1p max ende	0,468	1,00	0,662	0,339	0,016
Ik1p min	0,322	1,00	0,456	0,716	0,018
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ij max ende	0,468	1,00	0,662	0,339	0,016
Ij min	0,322	1,00	0,456	0,716	0,018

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1	NEK 600:2021 400 V TN-C-S
		 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 64 (81) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

28

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Variabel last	:	.		
Beskrivelse	:	Stikk Verksted		
	:	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	:	230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	:	15,00 A	Fasekobling	: L1-N
Cos phi	:	0.9		
Merkeeffekt, Pn	:	3,100 kW	Utnyttelsegrad	: 1
Merkeytelse, Sn	:	3,450 kVA	Samtidighetsfaktor	: 0.7

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	:	80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	:	100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	:	1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	:	☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	:	☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	:	☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	:	☐

Spenningsfall totalt	:	7,8 V	3,41 %	Klemmespenning	:	222,2 V
...til siste fordeling	:	0,0 V	0,00 %			
...over Kabel	:	9,7 V	4,24 %	Maksimal lengde	:	46,2 m

Kabel	:	.		
Kabeltype/-lederløsning	:	PFSP 2x2,5/2,5 Cu		
Ref. inst. met.	:	B1		
Omgivelsetemperatur	:	30,0 °C	Ingen parallelle kurser	
Kabellengde	:	40,0 m	Annen korreksjonsfaktor	1
Tap i kabel	:	159,59 W 3,99 W/m		
Strømføringssevne	:	24,00 (30,00) A	Laststrøm i kabel	15,00 A

Kombinert vern, merking	:	F28		
Fabrikat	:	CHINT	Artikkel nummer	:
Bryterenhhet	:	NB310L 10KA	EAN-nummer	:
Utløserenhhet	:	C	Bryteevne	: 10,00 kA Icn
Merkestrøm	:	15,00 A	2p I2-verdi	: 21,80 A
			I5-(Im-) verdi	: 150,00 A
Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstrømmer				: 76,8 m

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1		NEK 400:2022 400 V TN-C-S	
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 65 (82) av 88	

Beregningsresultater

Kurs nr. 28

Unspecified	Kombinert vern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel t=k²S²/I² [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ik1p max ende	0,412	1,00	0,582	0,437	0,017
Ik1p min	0,284	1,00	0,401	0,921	0,018
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ij max ende	0,412	1,00	0,582	0,437	0,017
Ij min	0,284	1,00	0,401	0,921	0,018

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1  Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	NEK 400:2022 400 V TN-C-S Side 66 (83) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

29

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Fast belastning

Beskrivelse

: .
: Reklame skilt
: Ingen jordelektrode

Merkespenning

: 230 V

Antall faser

: 2

Laststrøm

: 2,00 A

Fasekobling

: L1-N

Cos phi

: 1

Merkeeffekt, Pn

: 0,460 kW

Utnyttelsegrad

: 1

Merkeytelse, Sn

: 0,460 kVA

Samtidighetsfaktor

: 1

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler

: 80,0 %

Maksimal belastning av overstrømsvern

: 100,0 %

Reduksjonsfaktor Ikmin

: 1,0

Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$

: ☐

Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$

: ☒

Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne

: ☒

Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne

: ☐

Spenningsfall totalt

: 1,6 V

0,69 %

Klemmespenning

: 228,4 V

...til siste fordeling

: 0,0 V

0,00 %

...over Kabel

: 2,5 V

1,10 %

Maksimal lengde

: 201,2 m

Kabel

:

Kabeltype/-lederløsning

: PFSP 2x1,5/1,5 Cu

Ref. inst. met.

: B1

Omgivelsetemperatur

: 30,0 °C

Ingen parallelle kurser

Kabellengde

: 50,0 m

Annen korreksjonsfaktor 1

Tap i kabel

: 5,79 W 0,12 W/m

Strømføringssevne

: 17,50 (21,88) A

Laststrøm i kabel

2,00 A

Kortslutningsvern, merking

: F29

Fabrikat

: CHINT

Artikkel nummer

: CV000451

Bryterenhhet

: NB1-63/H

EAN-nummer

: 7071089000451

Utløserenhhet

: C

Bryteevne

: 10,00 kA Ics

Merkestrøm

: 10,00 A

2p

I2-verdi

: 14,50 A

I5-(Im-) verdi

: 100,00 A

Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstrømmer

: 71,0 m

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1		NEK 400:2022 400 V TN-C-S	
			Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024 Side 67 (84) av 88	

Beregningsresultater

Kurs nr. 29

Unspecified	Kortslutningsvern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel t=k²S²/I² [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,000	0,008
Ik1p max ende	0,206	1,00	0,291	0,630	0,018
Ik1p min	0,141	1,00	0,200	1,345	0,022
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,000	0,008
Ij max ende	0,206	1,00	0,291	0,630	0,018
Ij min	0,141	1,00	0,200	1,345	0,022

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1  Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	NEK 400:2022 400 V TN-C-S Side 68 (85) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

30

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Variabel last	:	.		
Beskrivelse	:	Rerserve		
	:	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	:	230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	:	15,00 A	Fasekobling	: L1-N
Cos phi	:	0.9		
Merkeeffekt, Pn	:	3,100 kW	Utnyttelsegrad	: 1
Merkeytelse, Sn	:	3,450 kVA	Samtidighetsfaktor	: 0.7

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	:	80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	:	100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	:	1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	:	☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	:	☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	:	☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	:	☐

Spenningsfall totalt	:	4,3 V	1,89 %	Klemmespenning	:	225,7 V
...til siste fordeling	:	0,0 V	0,00 %			
...over Kabel	:	5,8 V	2,54 %	Maksimal lengde	:	46,2 m

Kabel	:	.		
Kabeltype/-lederløsning	:	PFSP 2x2,5/2,5 Cu		
Ref. inst. met.	:	B1		
Omgivelsetemperatur	:	30,0 °C	Ingen parallelle kurser	
Kabellengde	:	24,0 m	Annen korreksjonsfaktor	1
Tap i kabel	:	95,75 W	3,99 W/m	
Strømføringssevne	:	24,00 (30,00) A	Laststrøm i kabel	15,00 A

Kombinert vern, merking	:	F30		
Fabrikat	:	CHINT	Artikkel nummer	:
Bryterenhhet	:	NB310L 10KA	EAN-nummer	:
Utløserenhhet	:	C	Bryteevne	: 10,00 kA Icn
Merkestrøm	:	15,00 A	2p I2-verdi	: 21,80 A
			I5-(Im-) verdi	: 150,00 A
Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstrømmer				: 76,8 m

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	IKM Skadronveien Sola	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1	NEK 600:2021 400 V TN-C-S
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	Side 69 (86) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.30

Unspecified	Kombinert vern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel t=k²S²/I² [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ik1p max ende	0,668	1,00	0,945	0,166	0,015
Ik1p min	0,462	1,00	0,654	0,348	0,016
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ij max ende	0,669	1,00	0,946	0,166	0,015
Ij min	0,462	1,00	0,654	0,348	0,016

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1  Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	NEK 600:2021 400 V TN-C-S Side 70 (87) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

31

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Variabel last	:	.		
Beskrivelse	:	Rerserve		
	:	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	:	230 V	Antall faser	: 2
Laststrøm	:	15,00 A	Fasekobling	: L1-N
Cos phi	:	0.9		
Merkeeffekt, Pn	:	3,100 kW	Utnyttelsegrad	: 1
Merkeytelse, Sn	:	3,450 kVA	Samtidighetsfaktor	: 0.7

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	:	80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	:	100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	:	1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	:	☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	:	☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	:	☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	:	☐

Spenningsfall totalt	:	4,3 V	1,89 %	Klemmespenning	:	225,7 V
...til siste fordeling	:	0,0 V	0,00 %			
...over Kabel	:	5,8 V	2,54 %	Maksimal lengde	:	46,2 m

Kabel	:	.		
Kabeltype/-lederløsning	:	PFSP 2x2,5/2,5 Cu		
Ref. inst. met.	:	B1		
Omgivelsetemperatur	:	30,0 °C	Ingen parallelle kurser	
Kabellengde	:	24,0 m	Annen korreksjonsfaktor	1
Tap i kabel	:	95,75 W	3,99 W/m	
Strømføringssevne	:	24,00 (30,00) A	Laststrøm i kabel	15,00 A

Kombinert vern, merking	:	FEBDOK_13		
Fabrikat	:	CHINT	Artikkel nummer	:
Bryterenhhet	:	NB310L 10KA	EAN-nummer	:
Utløserenhhet	:	C	Bryteevne	: 10,00 kA Icn
Merkestrøm	:	15,00 A	2p I2-verdi	: 21,80 A
			I5-(Im-) verdi	: 150,00 A
Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstrømmer				: 76,8 m

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1		NEK 600:2021 400 V TN-C-S	
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 71 (88) av 88	

Beregningsresultater

Kurs nr. 31

Unspecified	Kombinert vern				
	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel $t=k^2S^2/I^2$ [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ik1p max ende	0,668	1,00	0,945	0,166	0,015
Ik1p min	0,462	1,00	0,654	0,348	0,016
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,001	0,009
Ij max ende	0,669	1,00	0,946	0,166	0,015
Ij min	0,462	1,00	0,654	0,348	0,016

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1	NEK 600:2021 400 V TN-C-S
		 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 72 (89) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

Q45

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Fordeling	: Q45	Fordelingstype	: TN-S
Beskrivelse	: Kran		
	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	: 400 V	Antall faser	: 3
Laststrøm	: 0,00 A	Fasekobling	: L1-L2-L3-N
Cos phi	: 0.9	Temperatur i fordeling	: 30 °C
Merkeeffekt, Pn	: 0,000 kW	Kurs nr innmating	:
Merkeytelse, Sn	: 0,000 kVA		:
Sammenlagret strøm	: L1: 0,00 A	L2: 0,00 A	L3: 0,00 A N: 0,00 A
Sum nedstrøms tap	: 0,000 [kW]		
	:		

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	: 80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	: 100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	: 1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	: ☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	: ☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	: ☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	: ☐

Spenningsfall totalt	: 0,0 V	0,00 %	Klemmespenning	: 400,0 V
...til siste fordeling	: 0,0 V	0,00 %		
...over Kabel	: 0,0 V	0,00 %	Maksimal lengde	: 0,0 m

Kabel	:		
Kabeltype/-lederløsning	: Draka PFSP 1kV CU 4x10/10 Cu		
Ref. inst. met.	: B2		
Omgivelsestemperatur	: 30,0 °C	Ingen parallelle kurser	
Kabellengde	: 30,0 m	Annen korreksjonsfaktor	1
Tap i kabel	: 0,00 W	0,00 W/m	
Strømføringsevne	: 46,00 (57,50) A	Laststrøm i kabel	0,00 A

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget:			Dato: 07.05.2024 21:10:24
	IKM Skadronveien Sola			
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling	NEK 400:2022 400 V TN-C-S		
	FORDELING A1			
		Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	Side 73 av 88	(90)

Beregningsresultater

Kurs nr.

Q45

Kombinert vern, merking

: -Q45

Fabrikat

: SCHNEIDER

Artikkel nummer

: LV429785

Bryterenhet

: NSX100

EAN-nummer

: 4393386

Utløserenhet

: MICROLOGIC 2.2

Bryteevne

: 25,00 kA Ics

Merkestrøm

: 100,00 A

4p

I2-verdi

: 120,00 A

Bryteevnenivå

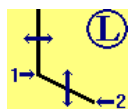
: B

I5-(Im-) verdi

: 1725,00 A

Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstrømmer

: 114,3 m



Min tillatt

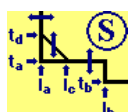
: 0,360 / 36,0 A

Max tillatt

: 0,570 / 57,0 A

Instilt verdi

: 0,360 / 36,0 A



Min tillatt

: 1,500 / 54,0 A

Max tillatt

: 10,000 / 360,0 A

Instilt verdi

: 10,000 / 360,0 A

Kombinert vern

Unspecified	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel t=k²S²/I² [s]	t utkobling [s]
Ik3p max	13,137	0,80	18,869	0,008	0,010
Ik3p max ende	3,536	0,98	5,000	0,105	0,010
Ik3p min	2,447	0,99	3,461	0,220	0,045
Ik2p max	11,377	0,80	16,341	0,010	0,010
Ik2p max ende	3,062	0,98	4,330	0,141	0,010
Ik2p min	2,119	0,99	2,997	0,294	0,045
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,000	0,010
Ik1p max ende	1,880	0,99	2,659	0,000	0,045
Ik1p min	1,335	1,00	1,888	0,000	0,050
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,018	0,010
Ij max ende	1,880	0,99	2,659	0,373	0,045
Ij min	1,335	1,00	1,888	0,740	0,050

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard

= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1		NEK 400:2022	400 V TN-C-S
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 74 av 88	(91)

Beregningsresultater

Kurs nr.

Q48

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Fordeling	: Q48	Fordelingstype	: TN-S
Beskrivelse	: VVS		
	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	: 400 V	Antall faser	: 3
Laststrøm	: 0,00 A	Fasekobling	: L1-L2-L3-N
Cos phi	: 0.9	Temperatur i fordeling	: 30 °C
Merkeeffekt, Pn	: 0,000 kW	Kurs nr innmating	:
Merkeytelse, Sn	: 0,000 kVA		:
Sammenlagret strøm	: L1: 0,00 A	L2: 0,00 A	L3: 0,00 A N: 0,00 A
Sum nedstrøms tap	: 0,000 [kW]		
	:		

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	: 80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	: 100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	: 1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	: ☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	: ☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	: ☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	: ☐

Spenningsfall totalt	: 0,0 V	0,00 %	Klemmespenning	: 400,0 V
...til siste fordeling	: 0,0 V	0,00 %		
...over Kabel	: 0,0 V	0,00 %	Maksimal lengde	: 0,0 m

Kabel	:		
Kabeltype/-lederløsning	: PFSP 4x95/35 Al		
Ref. inst. met.	: E		
Omgivelsestemperatur	: 30,0 °C	Ingen parallelle kurser	
Kabellengde	: 30,0 m	Annen korreksjonsfaktor	0.7
Tap i kabel	: 0,00 W	0,00 W/m	
Strømføringsevne	: 128,10 (160,13) A	Laststrøm i kabel	0,00 A

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget:			Dato: 07.05.2024 21:10:24
	IKM Skadronveien Sola			
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1		NEK 600:2021	400 V TN-C-S
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 75 av 88	(92)

Beregningsresultater

Kurs nr. Q48

Kombinert vern, merking : -Q48

Fabrikkat : SCHNEIDER Artikkel nummer :

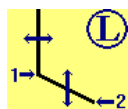
Bryterenhet : NSX250 EAN-nummer :

Utløserenhet : MICROLOGIC 2.2 G 250A Bryteevne : 50,00 kA Ics

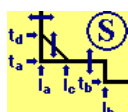
Merkestrøm : 250,00 A 4p I2-verdi : 300,00 A

Bryteevnenivå : N I5-(Im-) verdi : 3450,00 A

Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstrømmer : 125,8 m



Min tillatt : 0,360 / 90,0 A **Max tillatt** : 0,640 / 160,0 A **Instilt verdi** : 0,550 / 137,5 A



Min tillatt : 1,500 / 206,2 A **Max tillatt** : 9,000 / 1237,5 A **Instilt verdi** : 9,000 / 1237,5 A

Kombinert vern					
Unspecified	I _k [kA]	cos phi	I _Δ [kA]	Kabel t=k ² S ² /I ² [s]	t _{utkobling} [s]
I _k 3p max	13,137	0,80	18,869	0,273	0,010
I _k 3p max ende	8,772	0,86	12,461	0,612	0,010
I _k 3p min	6,447	0,93	9,121	1,133	0,045
I _k 2p max	11,377	0,80	16,341	0,364	0,010
I _k 2p max ende	7,597	0,86	10,792	0,816	0,010
I _k 2p min	5,583	0,93	7,899	1,511	0,045
I _k 1p max	8,616	0,80	12,365	0,634	0,010
I _k 1p max ende	5,232	0,88	7,419	1,720	0,045
I _k 1p min	4,187	0,94	5,923	2,686	0,045
I _j max	8,616	0,80	12,365	0,327	0,010
I _j max ende	4,786	0,92	6,772	1,059	0,045
I _j min	3,720	0,97	5,261	1,753	0,045

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse		Beregningsresultater for anlegget: Dato: 07.05.2024 21:10:24	
		IKM Skadronveien Sola	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling FORDELING A1	NEK 600:2021 400 V TN-C-S
		Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	Side 76 (93) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

Q49

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Fordeling	: Q49	Fordelingstype	: TN-S
Beskrivelse	: Kompressor Ingen jordelektrode		
Merkespenning	: 400 V	Antall faser	: 3
Laststrøm	: 0,00 A	Fasekobling	: L1-L2-L3-N
Cos phi	: 0.9	Temperatur i fordeling	: 30 °C
Merkeeffekt, Pn	: 0,000 kW	Kurs nr innmating	:
Merkeytelse, Sn	: 0,000 kVA		:
Sammenlagret strøm	: L1: 0,00 A L2: 0,00 A L3: 0,00 A N: 0,00 A		
Sum nedstrøms tap	: 0,000 [kW]		
	:		

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	: 80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	: 100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	: 1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	: ☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	: ☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	: ☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	: ☐

Spenningsfall totalt	: 0,0 V	0,00 %	Klemmespenning	: 400,0 V
...til siste fordeling	: 0,0 V	0,00 %		
...over Kabel	: 0,0 V	0,00 %	Maksimal lengde	: 0,0 m

Kabel	:		
Kabeltype/-lederløsning	: PFSP 4x95/35 Al		
Ref. inst. met.	: B2		
Omgivelsestemperatur	: 30,0 °C	Ingen parallelle kurser	
Kabellengde	: 30,0 m	Annen korreksjonsfaktor	1
Tap i kabel	: 0,00 W 0,00 W/m		
Strømføringsevne	: 139,00 (173,75) A	Laststrøm i kabel	0,00 A

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: Dato: 07.05.2024 21:10:24		
	IKM Skadronveien Sola		
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1	NEK 600:2021	400 V TN-C-S
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	Side 77 av 88	(94)

Beregningsresultater

Kurs nr.

Q49

Kombinert vern, merking

: -Q49

Fabrikkat

: SCHNEIDER

Artikkel nummer

: LV430786

Bryterenhet

: NSX160

EAN-nummer

: 4393532

Utløserenhet

: MICROLOGIC 2.2

Bryteevne

: 50,00 kA Ics

Merkestrøm

: 100,00 A

4p

I2-verdi

: 120,00 A

Bryteevnenivå

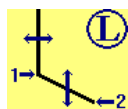
: N

I5-(Im-) verdi

: 1725,00 A

Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstrømmer

: 161,6 m



I_0/I_r

Min tillatt

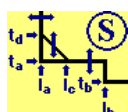
: 0,360 / 36,0 A

Max tillatt

1,000 / 100,0 A

Instilt verdi

1,000 / 100,0 A



I_{sd}

Min tillatt

: 1,500 / 150,0 A

Max tillatt

10,000 / 1000,0 A

Instilt verdi

10,000 / 1000,0 A

Kombinert vern

Unspecified	I_k [kA]	$\cos \phi$	$\hat{i}$ [kA]	Kabel $t=k^2 S^2 / I^2$ [s]	t utkobling [s]
Ik3p max	13,137	0,80	18,869	0,273	0,010
Ik3p max ende	8,772	0,86	12,461	0,612	0,010
Ik3p min	6,447	0,93	9,121	1,133	0,010
Ik2p max	11,377	0,80	16,341	0,364	0,010
Ik2p max ende	7,597	0,86	10,792	0,816	0,010
Ik2p min	5,583	0,93	7,899	1,511	0,010
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	0,634	0,010
Ik1p max ende	5,232	0,88	7,419	1,720	0,010
Ik1p min	4,187	0,94	5,923	2,686	0,010
Ij max	8,616	0,80	12,365	0,327	0,010
Ij max ende	4,786	0,92	6,772	1,059	0,010
Ij min	3,720	0,97	5,261	1,753	0,010

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard

= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1		NEK 600:2021	400 V TN-C-S
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 78 av 88	(95)

Beregningsresultater

Kurs nr.

Q50

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Fordeling	: Q50	Fordelingstype	: TN-S
Beskrivelse	: Tavle 2.etg Ingen jordelektrode		
Merkespenning	: 400 V	Antall faser	: 3
Laststrøm	: 50,00 A	Fasekobling	: L1-L2-L3-N
Cos phi	: 0.9	Temperatur i fordeling	: 30 °C
Merkeeffekt, Pn	: 31,180 kW	Kurs nr innmating	:
Merkeytelse, Sn	: 34,640 kVA		:
Sammenlagret strøm	: L1: 0,00 A L2: 0,00 A L3: 0,00 A N: 0,00 A		
Sum nedstrøms tap	: 0,000 [kW]		
	:		

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	: 80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	: 100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	: 1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	: ☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	: ☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	: ☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	: ☐

Spenningsfall totalt	: 1,8 V	0,44 %	Klemmespenning	: 398,2 V
...til siste fordeling	: 0,0 V	0,00 %		
...over Kabel	: 1,1 V	0,46 %	Maksimal lengde	: 136,9 m

Kabel	:		
Kabeltype/-lederløsning	: PFSP 4x50/16 Al		
Ref. inst. met.	: E		
Omgivelsestemperatur	: 30,0 °C	Ingen parallelle kurser	
Kabellengde	: 30,0 m	Annen korreksjonsfaktor	0.7
Tap i kabel	: 173,29 W 5,78 W/m		
Strømføringsevne	: 81,90 (102,38) A	Laststrøm i kabel	50,00 A

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget:		Dato: 07.05.2024 21:10:24
	IKM Skadronveien Sola		
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1	NEK 600:2021	400 V TN-C-S
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	Side 79 av 88	(96)

Beregningsresultater

Kurs nr. Q50

Kombinert vern, merking : -Q50

Fabrikkat : SCHNEIDER Artikkel nummer : LV430786

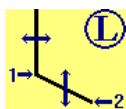
Bryterenhet : NSX160 EAN-nummer : 4393532

Utløserenhet : MICROLOGIC 2.2 Bryteevne : 50,00 kA Ics

Merkestrøm : 100,00 A 4p I2-verdi : 120,00 A

Bryteevnenivå : N I5-(Im-) verdi : 1725,00 A

Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstrømmer : 112,6 m



Io/Ir

Min tillatt

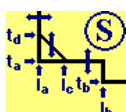
: 0,500 / 50,0 A

Max tillatt

1,000 / 100,0 A

Instilt verdi

0,710 / 71,0 A



I_{sd}

Min tillatt

: 2,000 / 142,0 A

Max tillatt

10,000 / 710,0 A

Instilt verdi

10,000 / 710,0 A

Kombinert vern

Unspecified	I _k [kA]	cos phi	I _n [kA]	Kabel t=k ² S ² /I ² [s]	t _{utkobling} [s]
I _k 3p max	13,137	0,80	18,869	0,076	0,010
I _k 3p max ende	6,748	0,92	9,549	0,286	0,010
I _k 3p min	4,809	0,96	6,801	0,564	0,010
I _k 2p max	11,377	0,80	16,341	0,101	0,010
I _k 2p max ende	5,844	0,92	8,270	0,382	0,010
I _k 2p min	4,165	0,96	5,890	0,752	0,010
I _k 1p max	8,616	0,80	12,365	0,176	0,010
I _k 1p max ende	3,834	0,94	5,423	0,887	0,010
I _k 1p min	2,892	0,97	4,089	1,559	0,010
I _j max	8,616	0,80	12,365	0,068	0,010
I _j max ende	3,172	0,97	4,487	0,504	0,010
I _j min	2,330	0,99	3,296	0,934	0,045

@ = Vernet tilfredsstillter ikke alle krav i forskrift/standard

= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: Dato: 07.05.2024 21:10:24 IKM Skadronveien Sola	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1	NEK 600:2021 400 V TN-C-S
	Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	Side 80 (97) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr.

Q63

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Fordeling	: Q63	Fordelingstype	: TN-S
Beskrivelse	: Tavle B1		
	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	: 400 V	Antall faser	: 3
Laststrøm	: 50,00 A	Fasekobling	: L1-L2-L3-N
Cos phi	: 0.9	Temperatur i fordeling	: 30 °C
Merkeeffekt, Pn	: 31,180 kW	Kurs nr innmating	:
Merkeytelse, Sn	: 34,640 kVA		:
Sammenlagret strøm	: L1: 0,00 A	L2: 0,00 A	L3: 0,00 A N: 0,00 A
Sum nedstrøms tap	: 0,000 [kW]		
	:		

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler	: 80,0 %
Maksimal belastning av overstrømsvern	: 100,0 %
Reduksjonsfaktor Ikmin	: 1,0
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	: ☐
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	: ☒
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	: ☒
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	: ☐

Spenningsfall totalt	: 0,4 V	0,10 %	Klemmespenning	: 399,6 V
...til siste fordeling	: 0,0 V	0,00 %		
...over Kabel	: 0,2 V	0,10 %	Maksimal lengde	: 1169,0 m

Kabel	:		
Kabeltype/-lederløsning	: PFSP 2x4x240/70 Al		
Ref. inst. met.	: E		
Omgivelsestemperatur	: 30,0 °C	Ingen parallelle kurser	
Kabellengde	: 60,0 m	Annen korreksjonsfaktor	0.7
Tap i kabel	: 33,79 W	0,56 W/m	
Strømføringsevne	: 462,00 (577,50) A	Laststrøm i kabel	50,00 A

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget:			Dato: 07.05.2024 21:10:24
	IKM Skadronveien Sola			
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling	NEK 600:2021 400 V TN-C-S		
	FORDELING A1			
		Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	Side 81 av 88	(98)

Beregningsresultater

Kurs nr. Q63

Kombinert vern, merking : -Q63

Fabrikkat : SCHNEIDER Artikkel nummer : LV430786

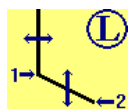
Bryterenhet : NSX160 EAN-nummer : 4393532

Utløserenhet : MICROLOGIC 2.2 Bryteevne : 50,00 kA Ics

Merkestrøm : 100,00 A 4p I2-verdi : 120,00 A

Bryteevnenivå : N I5-(Im-) verdi : 1725,00 A

Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstrømmer : 1004,3 m



I_0/I_r

Min tillatt

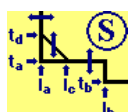
: 0,500 / 50,0 A

Max tillatt

1,000 / 100,0 A

Instilt verdi

0,710 / 71,0 A



I_0/I_r

Min tillatt

: 2,000 / 142,0 A

Max tillatt

10,000 / 710,0 A

Instilt verdi

10,000 / 710,0 A

Kombinert vern

Unspecified	I_k [kA]	$\cos \phi$	$\hat{i}$ [kA]	Kabel $t=k^2 S^2 / I^2$ [s]	t utkobling [s]
Ik3p max	13,137	0,80	18,869	6,965	0,010
Ik3p max ende	10,574	0,80	15,186	10,751	0,010
Ik3p min	8,052	0,89	11,416	18,540	0,010
Ik2p max	11,377	0,80	16,341	9,287	0,010
Ik2p max ende	9,157	0,80	13,152	14,335	0,010
Ik2p min	6,973	0,89	9,886	24,722	0,010
Ik1p max	8,616	0,80	12,365	16,192	0,010
Ik1p max ende	6,595	0,81	9,452	27,637	0,010
Ik1p min	5,671	0,89	8,037	37,376	0,010
Ij max	8,616	0,80	12,365	5,230	0,010
Ij max ende	6,220	0,87	8,833	10,035	0,010
Ij min	5,149	0,93	7,284	14,643	0,010

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard

= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget: Dato: 07.05.2024 21:10:24 IKM Skadronveien Sola	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling FORDELING A1	NEK 600:2021 400 V TN-C-S
	Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	Side 82 (99) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr. 1

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Motor	:	.		
Beskrivelse	:			
	:	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	:	400 V	Antall faser	: 3
Laststrøm	:	19,63 A	Fasekobling	: L1-L2-L3-N
Cos phi	:	0.9	Virkningsgrad	: 0.9
Merkeeffekt, Pn	:	11,000 kW	Utnyttelsegrad	: 1
Merkeytelse, Sn	:	13,600 kVA	Samtidighetsfaktor	: 1
Starttid / Te-tid	:	3,00 s / 0,00 s	Startstrømforhold	: 6.5

Egne Dimensjoneringskriterier				
Maksimal belastning av kabler	:	80,0 %		
Maksimal belastning av overstrømsvern	:	100,0 %		
Reduksjonsfaktor Ikmin	:	1,0		
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	:	☐		
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	:	☒		
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	:	☒		
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	:	☐		

Spenningsfall totalt	:	0,0 V	0,00 %	Klemmespenning	:	400,0 V
...til siste fordeling	:	0,0 V	0,00 %			
...over Kabel	:	0,0 V	0,00 %	Maksimal lengde	:	0,0 m

Kabel	:			
Kabeltype/-lederløsning	:	PFXP 5G4 Cu		
Ref. inst. met.	:	B2		
Omgivelsestemperatur	:	30,0 °C	Ingen parallelle kurser	
Kabellengde	:	0,0 m	Annen korreksjonsfaktor	1
Tap i kabel	:	0,00 W	0,00 W/m	
Strømføringssevne	:	27,00 (33,75) A	Laststrøm i kabel	19,63 A

Installasjonsadresse		Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling Q45		NEK 600:2021 400 V TN-S	
		Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 83 (100) av 88	

Beregningsresultater

Kurs nr. 1

Kombinert vern, merking :
Fabrikat : SCHNEIDER Artikkel nummer :
Bryterenhet : GV2L EAN-nummer :
Utløserenhet : GV2_LRD Bryteevne : 25,00 kA Ics
Merkestrøm : 25,00 A 4p I2-verdi : 31,20 A
Bryteevnenivå : L I5-(Im-) verdi : 480,00 A
Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstrømmer : 25,2 m



Min tillatt
: 0,785 / 19,6 A
:

Max tillatt
1,000 / 25,0 A

Instilt verdi
1,000 / 25,0 A

Kombinert vern					
Unspecified	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel $t=k^2S^2/I^2$ [s]	t utkobling [s]
Ik3p max	3,536	0,98	5,000	0,015	0,007
Ik3p max ende	3,536	0,98	5,000	0,015	0,007
Ik3p min	2,447	0,99	3,461	0,032	0,007
Ik2p max	3,062	0,98	4,330	0,020	0,007
Ik2p max ende	3,062	0,98	4,330	0,020	0,007
Ik2p min	2,119	0,99	2,997	0,042	0,007
Ik1p max	1,880	0,99	2,659	0,054	0,007
Ik1p max ende	1,880	0,99	2,659	0,054	0,007
Ik1p min	1,335	1,00	1,888	0,107	0,007
Ij max	1,880	0,99	2,659	0,054	0,007
Ij max ende	1,880	0,99	2,659	0,054	0,007
Ij min	1,335	1,00	1,888	0,107	0,007

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard

= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	Fordeling Q45	NEK 600:2021 400 V TN-S		
Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 84 av 88	(101)	

Beregningsresultater

Kurs nr.

1

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Fast belastning

Beskrivelse

:

:

: Ingen jordelektrode

Merkespenning

: 230 V

Antall faser

: 2

Laststrøm

: 0,00 A

Fasekobling

: L1-N

Cos phi

: 1

Merkeeffekt, Pn

: 0,000 kW

Utnyttelsegrad

: 1

Merkeytelse, Sn

: 0,000 kVA

Samtidighetsfaktor

: 1

Egne Dimensjoneringskriterier

Maksimal belastning av kabler

: 80,0 %

Maksimal belastning av overstrømsvern

: 100,0 %

Reduksjonsfaktor Ikmin

: 1,0

Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$

☐

Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$

☒

Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne

☒

Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne

☐

Spenningsfall totalt

: -0,9 V

-0,41 %

Klemmespenning

: 230,9 V

...til siste fordeling

: 0,0 V

0,00 %

...over Kabel

: 0,0 V

0,00 %

Maksimal lengde

: 0,0 m

Kabel

:

Kabeltype/-lederløsning

: PFSP 2x10/10 Cu

Ref. inst. met.

: B2

Omgivelsetemperatur

: 30,0 °C

Ingen parallelle kurser

Kabellengde

: 3,0 m

Annen korreksjonsfaktor 1

Tap i kabel

: 0,00 W

0,00 W/m

Strømføringssevne

: 52,00 (65,00) A

Laststrøm i kabel

0,00 A

Installasjonsadresse	Beregningsresultater for anlegget:		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
	IKM Skadronveien Sola			
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling Q48		NEK 600:2021 400 V TN-S	
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 85 (102) av 88	

Beregningsresultater

Kurs nr. 1

Kortslutningsvern, merking		:				
Fabrikat	:	SCHNEIDER	Artikkel nummer	:		
Bryterenhet	:	GV2L	EAN-nummer	:		
Utløserenhet	:	GV2_LRD	Bryteevne	:	25,00 kA Ics	
Merkestrøm	:	25,00 A	3p	I2-verdi	:	31,20 A
Bryteevnenivå	:	L		I5-(Im-) verdi	:	480,00 A
Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstrømmer					:	86,4 m



Min tillatt	Max tillatt	Instilt verdi
: 0,625 / 15,6 A	1,000 / 25,0 A	1,000 / 25,0 A
:		

Kortslutningsvern					
Unspecified	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel t=k²S²/I² [s]	t utkobling [s]
Ik1p max	5,232	0,88	7,419	0,043	0,007
Ik1p max ende	4,328	0,92	6,126	0,063	0,007
Ik1p min	3,336	0,96	4,718	0,107	0,007
Ij max	4,786	0,92	6,772	0,052	0,007
Ij max ende	4,004	0,94	5,662	0,074	0,007
Ij min	3,025	0,98	4,278	0,130	0,007

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

Installasjonsadresse		Beregningsresultater for anlegget: Dato: 07.05.2024 21:10:24	
		IKM Skadronveien Sola	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling Q48	NEK 600:2021 400 V TN-S
		Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024	Side 86 (103) av 88

Beregningsresultater

Kurs nr. 2

Det er angitt at kursen ikke behøver å være beskyttet av et strømstyrt jordfeilvern

Motor	:	.		
Beskrivelse	:			
	:	Ingen jordelektrode		
Merkespenning	:	400 V	Antall faser	: 3
Laststrøm	:	0,00 A	Fasekobling	: L1-L2-L3-N
Cos phi	:	0.9	Virkningsgrad	: 0.9
Merkeeffekt, Pn	:	0,000 kW	Utnyttelsegrad	: 1
Merkeytelse, Sn	:	0,000 kVA	Samtidighetsfaktor	: 1
Starttid / Te-tid	:	3,00 s / 0,00 s	Startstrømforhold	: 6.5

Egne Dimensjoneringskriterier				
Maksimal belastning av kabler	:	80,0 %		
Maksimal belastning av overstrømsvern	:	100,0 %		
Reduksjonsfaktor Ikmin	:	1,0		
Velg overstrømsvern $I_2 \leq I_z$	:	☐		
Benytte kortslutningsutløser (sikringer) $\leq 0,1s$	:	☒		
Velg effektbryter på grunnlag av Ics bryteevne	:	☒		
Velg MCB på grunnlag av Ics bryteevne	:	☐		

Spenningsfall totalt	:	0,0 V	0,00 %	Klemmespenning	:	400,0 V
...til siste fordeling	:	0,0 V	0,00 %			
...over Kabel	:	0,0 V	0,00 %	Maksimal lengde	:	0,0 m

Kabel	:				
Kabeltype/-lederløsning	:	PFSP 4x25/16 Cu			
Ref. inst. met.	:	B2			
Omgivelsetemperatur	:	30,0 °C	Ingen parallelle kurser		
Kabellengde	:	0,0 m	Annen korreksjonsfaktor	1	
Tap i kabel	:	0,00 W	0,00 W/m		
Strømføringssevne	:	80,00 (100,00) A	Laststrøm i kabel	0,00 A	

Installasjonsadresse		Beregningsresultater for anlegget: IKM Skadronveien Sola		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197		Fordeling Q48		NEK 600:2021 400 V TN-S	
		Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 87 (104) av 88	

Beregningsresultater

Kurs nr. 2

Kombinert vern, merking :
Fabrikat : SCHNEIDER Artikkel nummer :
Bryterenhet : GV2L EAN-nummer :
Utløserenhet : GV2/LRD_L Bryteevne : 25,00 kA Ics
Merkestrøm : 32,00 A 4p I2-verdi : 40,00 A
Bryteevnenivå : L I5-(Im-) verdi : 614,40 A
Kabel, største lengde som vil gi elektromagnetisk utkobling av alle feilstrømmer : 126,2 m



Min tillatt
: 0,625 / 20,0 A
:

Max tillatt
1,000 / 32,0 A

Instilt verdi
1,000 / 32,0 A

Kombinert vern					
Unspecified	Ik [kA]	cos phi	i [kA]	Kabel t=k²S²/I² [s]	t utkobling [s]
Ik3p max	8,772	0,86	12,461	0,096	0,007
Ik3p max ende	8,772	0,86	12,461	0,096	0,007
Ik3p min	6,447	0,93	9,121	0,179	0,007
Ik2p max	7,597	0,86	10,792	0,129	0,007
Ik2p max ende	7,597	0,86	10,792	0,129	0,007
Ik2p min	5,583	0,93	7,899	0,238	0,007
Ik1p max	5,232	0,88	7,419	0,271	0,007
Ik1p max ende	5,232	0,88	7,419	0,271	0,007
Ik1p min	4,187	0,94	5,923	0,424	0,007
Ij max	4,786	0,92	6,772	0,221	0,007
Ij max ende	4,786	0,92	6,772	0,221	0,007
Ij min	3,720	0,97	5,261	0,366	0,007

@ = Vernet tilfredsstiller ikke alle krav i forskrift/standard
= Ikke forskriftsstridig, men vær oppmerksom på løsningen

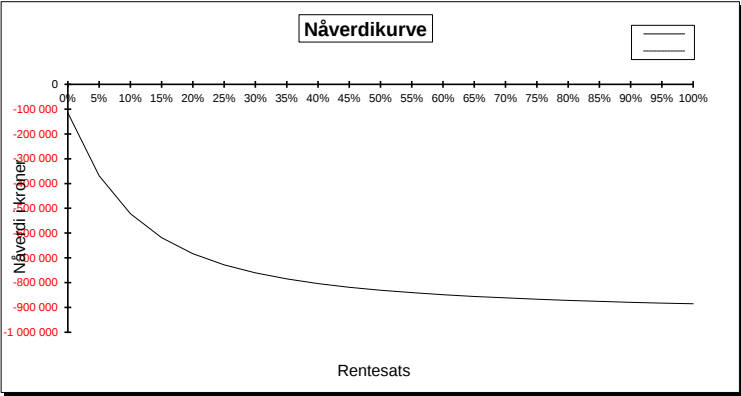
Installasjonsadresse		Beregningsresultater for anlegget:		Dato: 07.05.2024 21:10:24	
		IKM Skadronveien Sola			
Fagskolen I Hordaland Elektro Haugeveien 28 5005 BERGEN Tel: 55901197	Fordeling Q48		NEK 600:2021 400 V TN-S		
	 Ver. 7.6.24015 Dato. 15.01.2024		Side 88 (105) av 88		

Indeks

Rapport Navn	Rapport side	Antall sider
Hoveddata	1	3
Hovedkursskjema	4	1
Detaljert kursfortegnelse	5	13
Beregningsresultater	18	88

Navn/oppgave: Vindtubiner 100-IKM-VIND

Investeringsanalyse



Prosjektnavn	
Investeringsbeløp	940 000
Levetid	15 år
Restverdi	
Binding av omløpsmidler	
Kalkulasjonsrente	5,0%
Netto kontantstrøm per år	55 000
Pris	se tabell
Variable kostnader per enhet	
Faste totale kostnader per år	
Antall solgte enheter per år	
Tilbakebetalingstid (ca.-tall)	17,1 år
Nåverdi investering	-369 119
Internrente	-1,6%

KONTANTSTRØMMER PROSJEKT

År 0 til 10	År 0	År 1	År 2	År 3	År 4	År 5	År 6	År 7	År 8	År 9	År 10
Investering (-)											
Binding/frigjøring av omløpsmidler											
Diverse innbetalinger (+)											
Diverse utbetalinger (-)											
Restverdi (+) evt. (-)											
Kontantstrøm	-940 000	+55 000	+55 000	+55 000	+55 000	+55 000	+55 000	+55 000	+55 000	+55 000	+55 000
Akkumulert kontantstrøm		-885 000	-830 000	-775 000	-720 000	-665 000	-610 000	-555 000	-500 000	-445 000	-390 000
År 11 til 20	År 11	År 12	År 13	År 14	År 15	År 16	År 17	År 18	År 19	År 20	
Investering (-)											
Binding/frigjøring av omløpsmidler											
Diverse innbetalinger (+)											
Diverse utbetalinger (-)											
Restverdi (+) evt. (-)											
Kontantstrøm	+55 000	+55 000	+55 000	+55 000	+55 000						
Akkumulert kontantstrøm	-335 000	-280 000	-225 000	-170 000	-115 000						
År 21 til 30	År 21	År 22	År 23	År 24	År 25	År 26	År 27	År 28	År 29	År 30	
Investering (-)											
Binding/frigjøring av omløpsmidler											
Diverse innbetalinger (+)											
Diverse utbetalinger (-)											
Restverdi (+) evt. (-)											
Kontantstrøm											
Akkumulert kontantstrøm											

KONTANTSTRØMMER PROSJEKT

År 0 til 10	År 0	År 1	År 2	År 3	År 4	År 5	År 6	År 7	År 8	År 9	År 10
Investering (-)											
Binding/frigjøring av omløpsmidler											
Diverse innbetalinger (+)											
Diverse utbetalinger (-)											
Restverdi (+) evt. (-)											
Kontantstrøm											
Akkumulert kontantstrøm											
År 11 til 20	År 11	År 12	År 13	År 14	År 15	År 16	År 17	År 18	År 19	År 20	
Investering (-)											
Binding/frigjøring av omløpsmidler											
Diverse innbetalinger (+)											
Diverse utbetalinger (-)											
Restverdi (+) evt. (-)											
Kontantstrøm											
Akkumulert kontantstrøm											
År 21 til 30	År 21	År 22	År 23	År 24	År 25	År 26	År 27	År 28	År 29	År 30	
Investering (-)											
Binding/frigjøring av omløpsmidler											
Diverse innbetalinger (+)											
Diverse utbetalinger (-)											
Restverdi (+) evt. (-)											
Kontantstrøm											
Akkumulert kontantstrøm											

Beskrivelse	Antall	Stk pris	Total pris
Carnetic vindturbin med styring	4	kr 102 000,00	kr 408 000,00
Afore Inverter	1	kr 20 740,00	kr 20 740,00
Rittal gulvskap	1	kr 7 519,60	kr 7 519,60
Overspenningsvern 1000VDC	4	kr 1 891,14	kr 7 564,56
Overspenningsvern 400VAC	1	kr 1 891,14	kr 1 891,14
Sikring 800VDC 16A	4	kr 1 334,47	kr 5 337,88
Sikring C63 4P	1	kr 644,66	kr 644,66
Rekkeklemme UT6 1000V	16	kr 12,23	kr 195,68
Rekkeklemme UT16 1000V	5	kr 18,82	kr 94,10
PE skinne 12x3	1	kr 171,78	kr 171,78
Kabel 18G1,5	16	kr 182,40	kr 2 918,40
Kabel 5G6	280	kr 182,40	kr 51 072,00
Kabel 5G16	10	kr 457,60	kr 4 576,00
Kabelstige 3m	50	kr 671,34	kr 33 567,00
Strips plast svart 100pk	15	kr 58,00	kr 870,00
Diverse installasjons materiell og festemidler	1	kr 5 000,00	kr 5 000,00
Anslått timer.	238,34	kr 800,00	kr 190 672,00
Anslått verdi byggt tekniske inngrep*	1	kr 200 000,00	kr 200 000,00
Total eks. mva			kr 940 834,80
Total inkl. 25% mva			kr 1 176 043,50

Beregning av prosjektets totale kostnad.

*Den anslåtte verdi er for inngrep som må gjøres med bygget ved montering av vindturbin installasjonen.

Dette er en antagelse, ettersom det ikke er innen vårt fagfelt har vi ikke sjekket opp dette nærmere.

Time forbruk aktivitet	Antall	Timer	Total
Montasje kabelbro	70	1,8	126
Trekking 18G1,5	16	0,2	3,2
Kobling 18G1,5	4	4,92	19,68
Testing 18G1,5	4	2,1	8,4
Trekking 5G6	280	0,17	47,6
Kobling 5G6	4	1,75	7
Testing 5G6	4	1,4	5,6
Trekking 5G16	10	0,19	1,9
Kobling 5G16	1	2,56	2,56
Testing 5G16	1	1,4	1,4
Montasje hovedskap	1	4	4
Montasje inverter	1	1	1
Diverse			10
Total			238,34

Time beregningen er utført med hjelp av El&IT's 'Produktivitets avtalen, onshore virksomhet' fra 2003.

On-Grid PV Inverter

Installation and Operation Manual

www.aforeenergy.com



Afore New Energy Technology (Shanghai) Co., Ltd.

T 86-21-54326236 F +86-21-54326136 E info@aforeenergy.com

Ad Building 7, No.333 Wanfang Rd, Minhang District, Shanghai, China. 201112



Afore New Energy Technology (Shanghai) Co., Ltd.

Contents

1. About This Manual	1
1.1 Scope of Validity	1
1.2 Target Group	1
1.3 System Diagram	1
2. Safety & Symbols	3
2.1 Safety Precautions	3
2.2 Explanations of Symbols	4
3. Installation	5
3.1 Pre-installation	5
3.1.1 Unpacking & Package List	5
3.1.2 Product Overview	6
3.1.3 Mounting Location	9
3.2 Mounting	10
4. Electrical Connection.	12
4.1 PV Connection	12
4.2 Grid Connection	15
4.3 Earth Connection	17
4.4 Communication Connection	18
4.5 Zero-injection Smart Meter (Optional)	19
5. Operation	21
5.1 Control Panel	21
5.2 Menu Structure	22
5.3 Setting	24
5.3.1 Startup	24
5.3.2 Voltage Range	24
5.3.3 Frequency Range	25
6. Commissioning	26
7. Start-up & Shut Down	26
7.2 Shut down	26
7.3 Restart	26
8. Maintenance&Trouble Shooting	27
8.1 Maintenance	27
8.2 Trouble Shooting	27
9. Specifications	33

1.About This Manual

1.1 Scope of Validity

This manual describes the installation, commissioning, operation and maintenance of the following on-grid PV inverters produced by Afore New Energy:

Three-Phase

BNT003KTL BNT004KTL BNT005KTL BNT006KTL BNT008KTL
BNT010KTL BNT012KTL BNT013KTL BNT015KTL BNT017KTL
BNT020KTL BNT025KTL

Please keep this manual available all the time in case of any emergency.

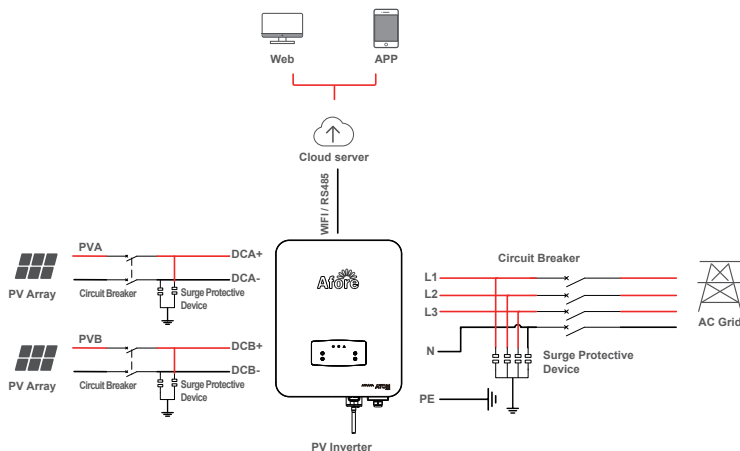
1.2 Target Group

This manual is for qualified personnel. The tasks described in this manual must only be performed by qualified personnel.

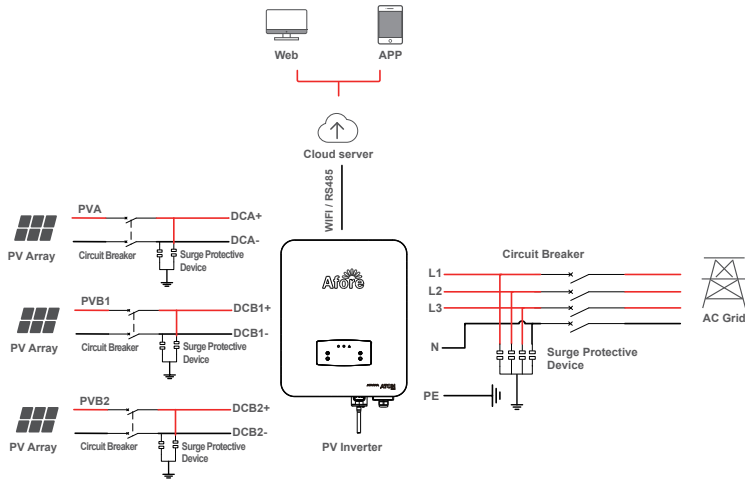
1.3 System Diagram

The typical on-grid PV system connection diagram.

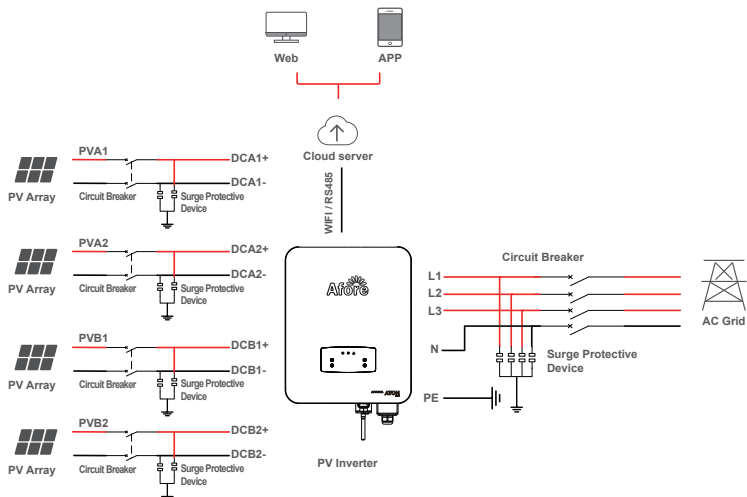
BNT003KTL BNT004KTL BNT005KTL BNT006KTL BNT008KTL
BNT010KTL BNT012KTL BNT013KTL



BNT015KTL



BNT017KTL BNT020KTL BNT025KTL



Circuit Breaker Recommendation

Type	Max AC Current (A)	Rated current of AC breaker (A)
BNT003KTL	5.3	32
BNT004KTL	7	32
BNT005KTL	8.5	32
BNT006KTL	10.5	32
BNT008KTL	13.5	32
BNT010KTL	17	32
BNT012KTL	21.5	63
BNT013KTL	22	63
BNT015KTL	27	63
BNT017KTL	30	63
BNT020KTL	32	63
BNT025KTL	40	63

Surge Protector Recommendation

- AC side, nominal discharge current 20KA, second grade lightning protection, protection voltage 2.5KV.
- DC side, nominal discharge current 20KA, second grade lightning protection, protection voltage 3.2KV.

Note:

The Inverter can be only connected to low-voltage grid.
(380/400/415Vac, 50/60Hz).

2.Safety & Symbols

2.1 Safety Precautions

1. All work on the inverter must be carried out by qualified electricians.
2. The device may only be operated with PV panels.
3. The PV panels and inverter must be connected to the ground.
4. Do not touch the inverter cover until 5 minutes after disconnecting both DC and AC power supply.

5. Do not touch the inverter enclosure when operating, keep away from materials that may be affected by high temperatures.
6. Please ensure that the used device and any relevant accessories are disposed of in accordance with applicable regulations.
7. Afore inverter should be placed upwards and handled with care in delivery. Pay attention to waterproof. Do not expose the inverter directly to water, rain, snow or spray.
8. Alternative uses, modifications to the inverter not recommended. The warranty can become void if the inverter was tampered with or if the installation is not in accordance with the relevant installation instructions.

2.2 Explanations of Symbols

Afore inverter strictly comply with relevant safety standards. Please read and follow all the instructions and cautions during installation, operation and maintenance.



Danger of electric shock

The inverter contains fatal DC and AC power. All work on the inverter must be carried out by qualified personnel only.



Beware of hot surface

The inverter's housing may reach uncomfortably hot 60°C (140°F) under high power operation. Do not touch the inverter enclosure when operation.



Residual power discharge

Do not open the inverter cover until 5 minutes after disconnection both DC and AC power supply.



Important notes

Read all instructions carefully. Failure to follow these instructions, warnings and precautions may lead to device malfunction or damage.



Do not dispose of this device with the normal domestic waste.



Without transformer

This inverter does not use transformer for the isolation function.



CE mark

The inverter complies with the requirements of the applicable CE guidelines.



Refer to manual before service.

3. Installation

3.1 Pre-installation

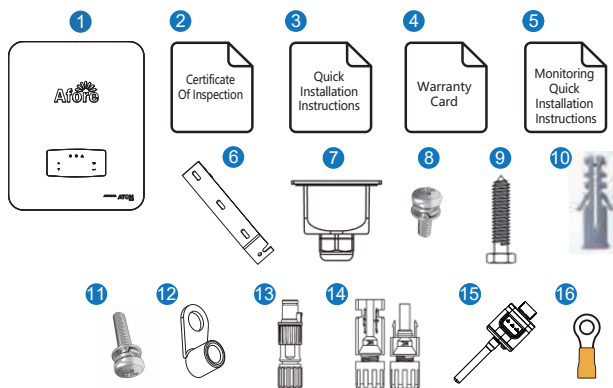
3.1.1 Unpacking & Package List

Unpacking

On receiving the inverter, please check to make sure the packing and all components are not missing or damaged. Please contact your dealer directly for supports if there is any damage or missing components.

Package List

Open the package, please check the packing list shown as below.



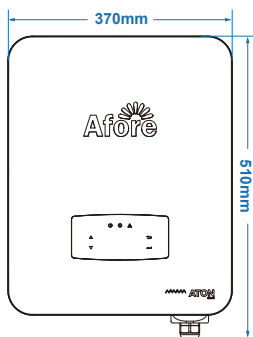
No.	Qty	Items	No.	Qty	Items
1	1	Solar Inverter	9	3	Mounting Bracket Screw
2	1	Certificate Of Inspection	10	3	Plastic Expansion Tube
3	1	Quick Installation Instructions	11	1	Security Screw
4	1	Warranty Card	12	4	AC Wiring Terminal
5	1	Monitoring Quick Installation Instructions	13	1	Zero-Injection Connector (Optional)
6	1	Wall Mounting Bracket	14	2/3/4	DC Connector sets
7	1	AC Waterproof Cover	15	1	Monitor Module
8	4	AC Wiring Cover Screw	16	1	Grounding Terminal

Note:

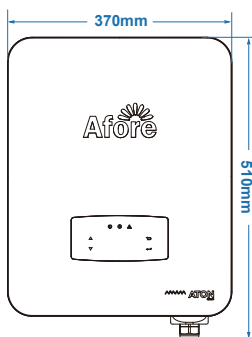


DC connectors Qty.: 3-13kW 2 pairs, 15kW 3 pairs, 17-25kW 4 pairs.

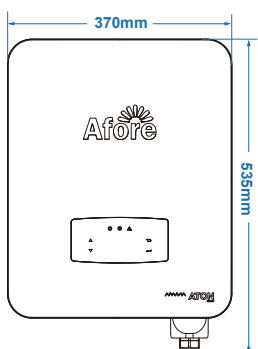
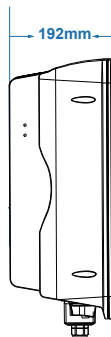
3.1.2 Product Overview



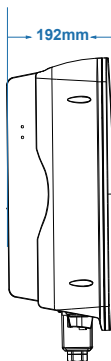
BNT003-006KTL



BNT008-015KTL

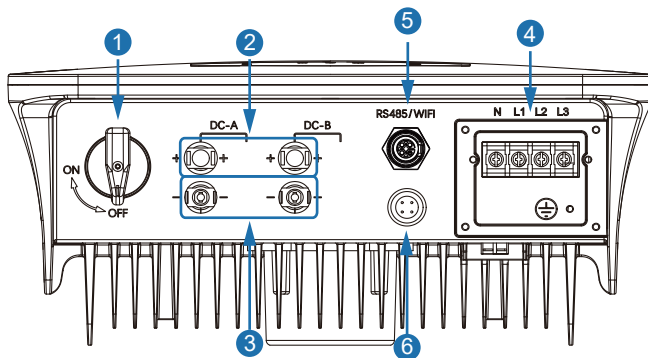


BNT017-025KTL

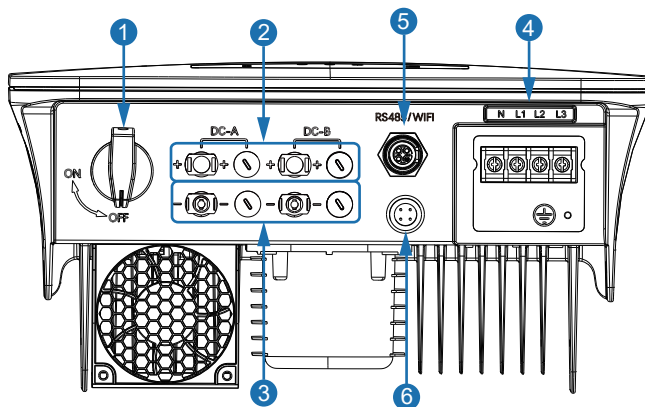


Inverter Terminals

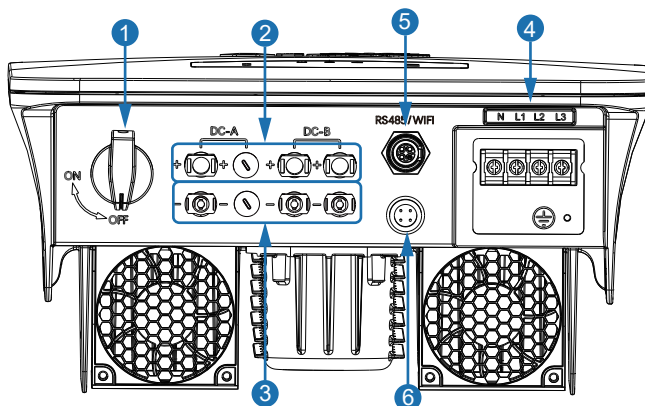
BNT003-006KTL



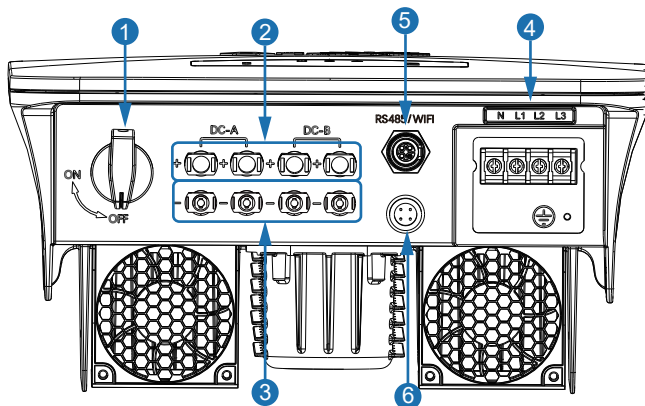
BNT008-013KTL



BNT015KTL



BNT017-025KTL



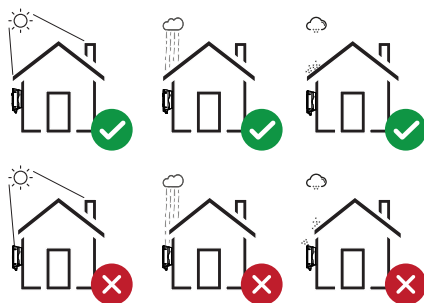
No. Items

1	DC Switch
2	DC Connectors (+) For PV Strings
3	DC Connectors (-) For PV Strings
4	AC Connector
5	Zero-Injection Port (Optional)
6	Monitor Module Port

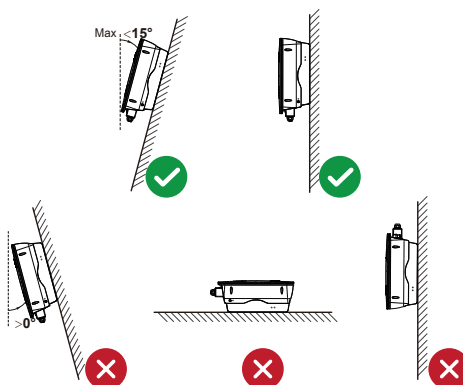
3.1.3 Mounting Location

The inverters are designed for indoor and outdoor installation (IP65), to increase the safety, performance and lifespan of the inverter, please select the mounting location carefully based on the following rules:

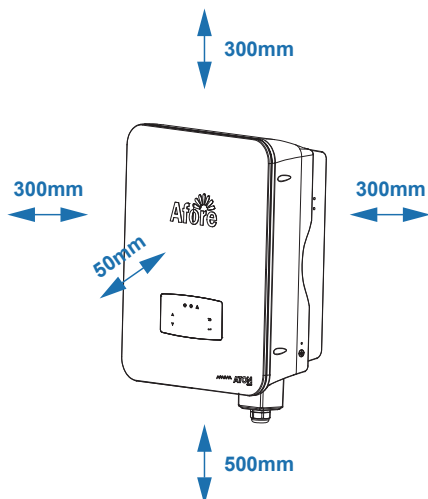
- The inverter should be installed on a solid surface, far from flammable or corrosion materials, where is suitable for inverter's weight and dimensions.
- The ambient temperature should be within $-25^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$ (between -13°F and 140°F).
- The installation of inverter should be protected under shelter. Do not expose the inverter to direct sunlight, water, rain, snow, spray lightning, etc.



- The inverter should be installed vertically on the wall, or lean back on plane with a limited tilted angle. Please refer to below picture.

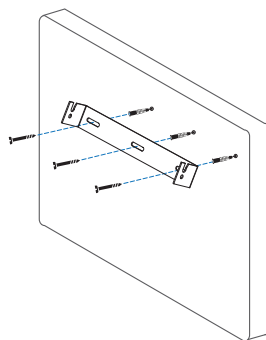
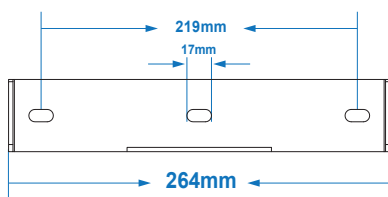


- Leave the enough space around inverter, easy for accessing to the inverter, connection points and maintenance.

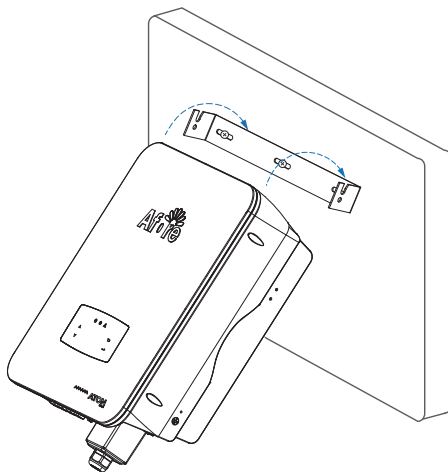


3.2 Mounting

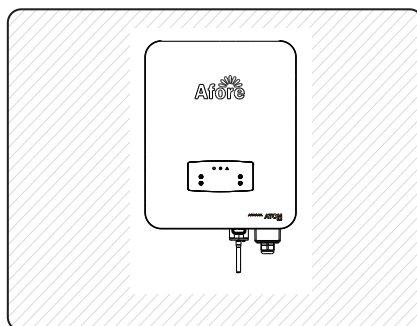
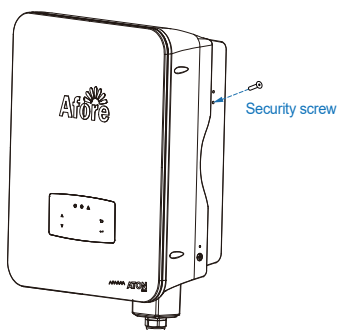
Step 1



Step 2



Step 3



4. Electrical Connection

4.1 PV Connection

3-13kW three phase inverters have dual MPPT channels, each channel includes one PV string input;

15kW three phase inverters have dual MPPT channels, channel A includes 1 PV string input, and channel B includes 2 PV string inputs;

17-25kW three phase inverters have dual MPPT channels, each channel includes two PV string inputs;

For the best results, make sure that each MPPT channel is correctly connected with PV string. Otherwise, the inverter will activate voltage or current protection automatically.

Please make sure below requirements are followed:

- The open-circuit voltage and short-circuit current of PV string should not exceed the reasonable range of the inverters.
- The isolation resistance between PV string and ground must exceed 10 kΩ.
- The polarity of PV strings are correct.
- Use the DC plugs in the accessory.
- The lightning protector should be equipped between PV string and inverter.
- Disconnect all of the PV (DC) switch during wiring.

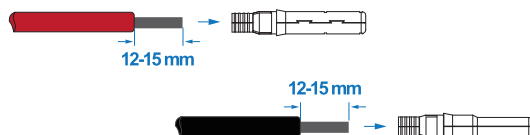


Warning:

The fatal high voltage may on the DC side, please comply with electric safety when connecting.

Please make sure the correct polarity of the cable connected with inverter, otherwise inverter could be damaged.

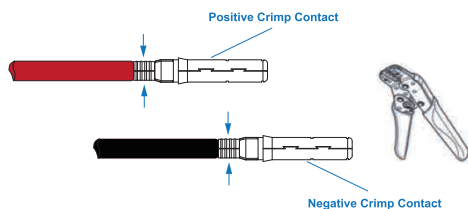
Step 1



Note:

PV cable suggestion
Cross-section
4mm²

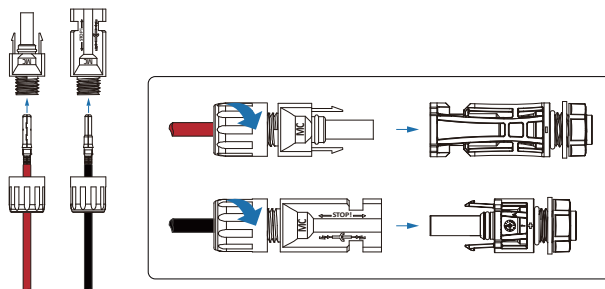
Step 2



Note:

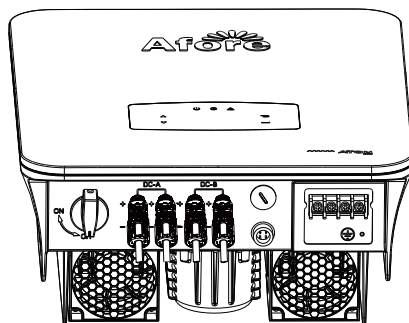
Please use PV connector crimper to pinch the point of the arrow.

Step 3



Note:

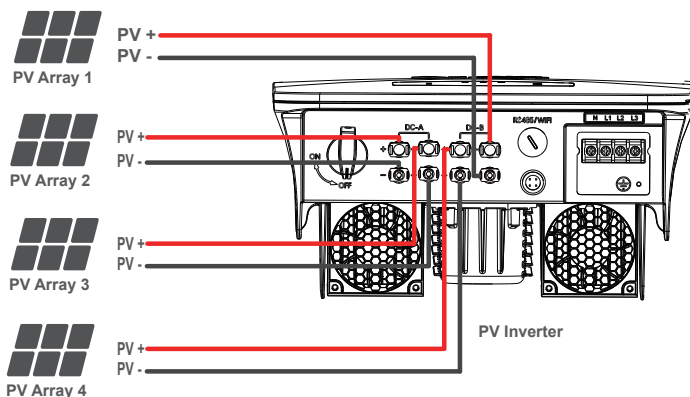
You'll hear click sound when the connector assembly is correct.



Note:
 PV string suggestion:

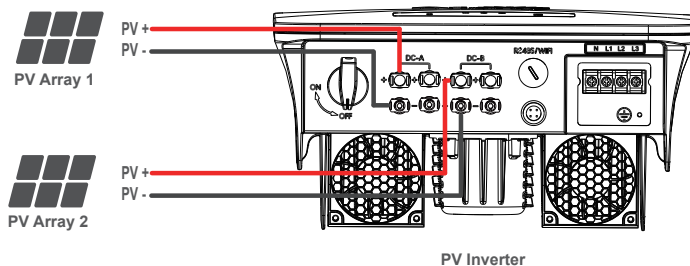
Option 1

Please ensure that each two strings of solar panels connected to inverter's each MPPT channel, the model and quantity of the solar panels of each string should be the same.



Option 2

In the high-power PV panel system, can connect each MPPT channel with one PV string, please make sure each PV string's voltage and current are within the recommended range of the inverter.



4.2 Grid Connection

The external AC switch should be installed between inverter and grid to isolate from grid. Please make sure below requirements are followed before connecting AC cable to the inverter.

- The AC (grid) voltage should not exceed the reasonable range of the inverters.
- The phase-line from AC distribution box are correctly connected.
- Use the AC plugs in the accessory.
- The surge protector should be equipped between grid and inverter.
- Disconnect the AC (grid) switch during wiring.



Warning:

The fatal high voltage may on the AC side, please comply with electric safety when connecting.
Please make sure the right line of AC grid connected with inverter, otherwise inverter could be damaged.

Step 1

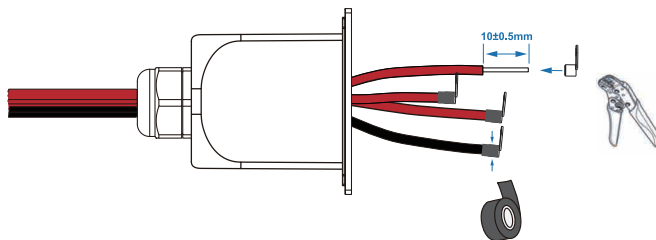
Cable suggestion:

3-13kW Cross-section (Copper) 4-6mm² / 10AWG

15kW Cross-section (Copper) 6-10mm² / 8AWG

17-25kW Cross-section (Copper) 10-16mm² / 6AWG

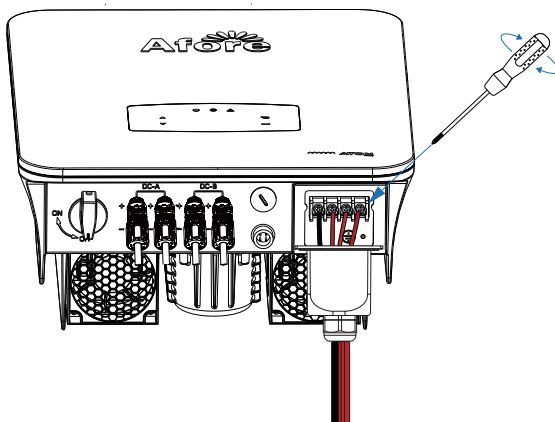
After the terminals are crimped, wrap the joint position with insulation tape.



Note:

The wiring terminals should be wrapped with insulation tape, otherwise it will cause a short circuit and damage the inverter.

Step 2

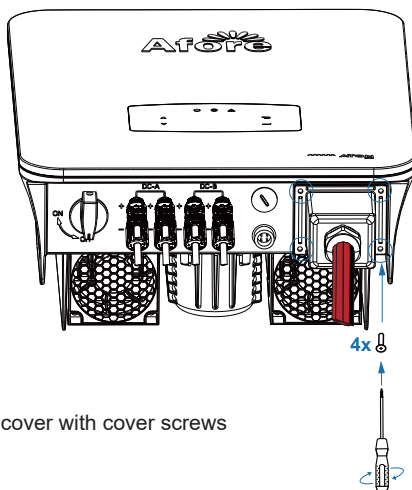


N = Neutral line

L1, L2, L3 = Live line

Unscrew the row of screws, insert the wire harness into the N, L1, L2, L3 caps one by one, and tighten the screws.

Step 3



Fix the AC wiring cover with cover screws

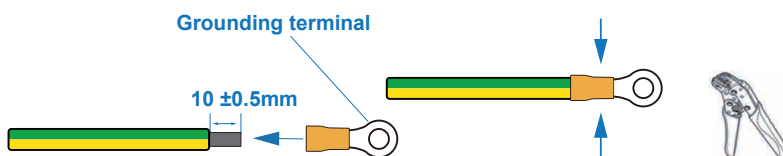
4.3 Earth Connection



Note:

The user must connect a protective earth (PE) terminal to prevent electric shock. And make sure this PE terminal is properly grounded.

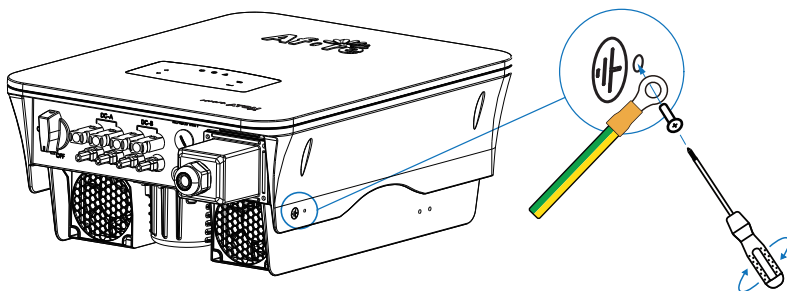
Step 1



Note:

Earth cable PE suggestion:
Cross-section (Copper) $4\text{-}6\text{mm}^2$ / 10AWG

Step 2



Grounding terminal is connected to the inverter at left or right side.

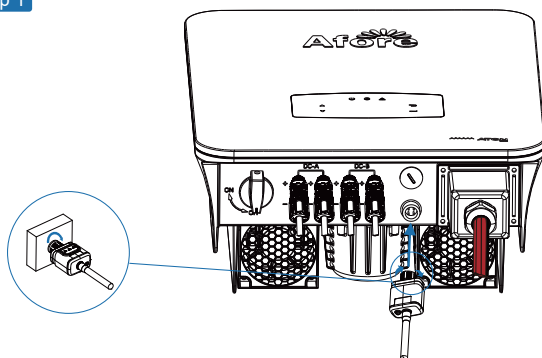
4.4 Communication Connection

The monitoring module could transmit the data to the cloud server, and display the data on the PC, tablet and smart-phone.

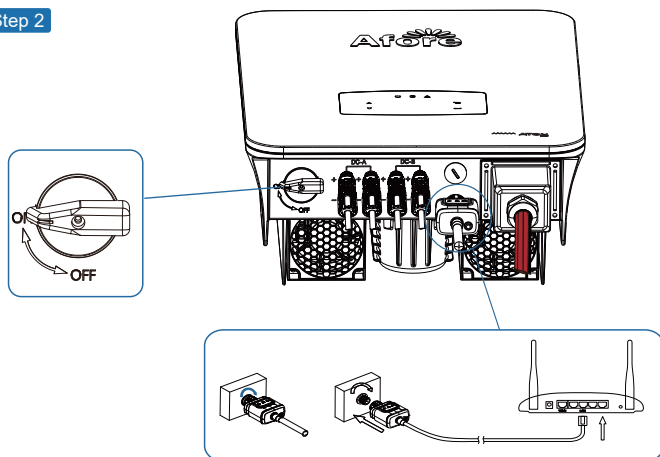
Install the WIFI / Ethernet / GPRS / RS485 Communication

WIFI / Ethernet / GPRS / RS485 communication is applicable to the inverter. Please refer to "Communication Configuration Instruction" for detailed instruction.

Step 1



Step 2

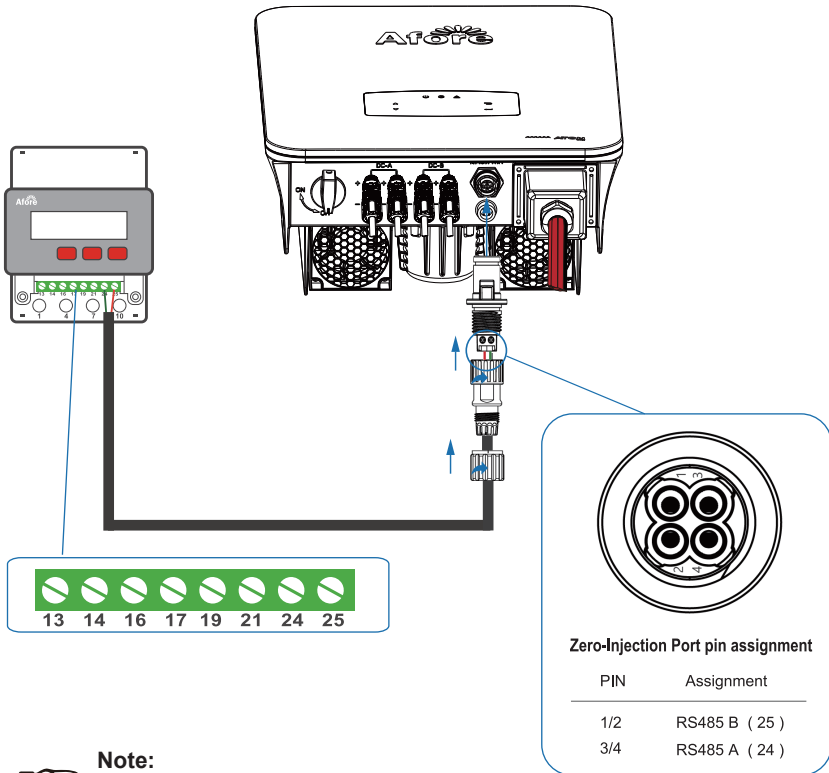


Turn on the DC switch and AC circuit breaker, and wait until the LED indicator on the monitoring module flashes, indicating that the monitoring module is successfully connected.

4.5 Zero-injection Smart Meter (Optional)

Smart meter is an intelligent control equipment which is used for on-grid inverters. Its main function is to measure the forward and reverse power on the grid-connected side, and transmit data to the inverter through RS485 communication to ensure that the power of the inverter is less than or equal to the user's home load, and no current flows into the grid.

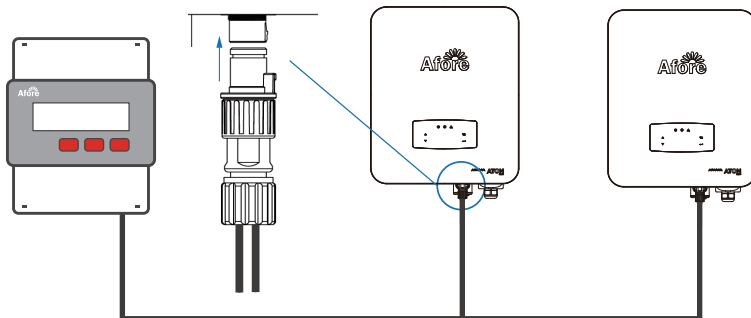
Step 1



Note:

please follow below pin order
 RS485B (Pin 1/2) to three-phase meter (Pin 25)
 RS485A (Pin 3/4) to three-phase meter (Pin 24)

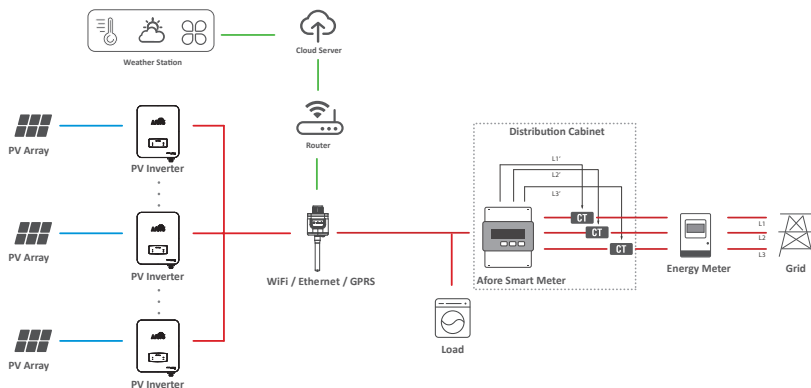
Step 2



Note:



When multiple inverters are connected in parallel, the total output power could not exceed the reasonable range of the smart meter.



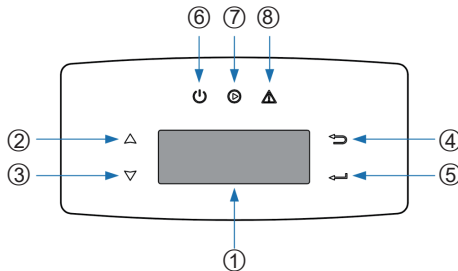
Note:



The Inverter could be connected in parallel with Smart Meter, make sure the total load power not exceed Smart Meter's limitation.

5.Operation

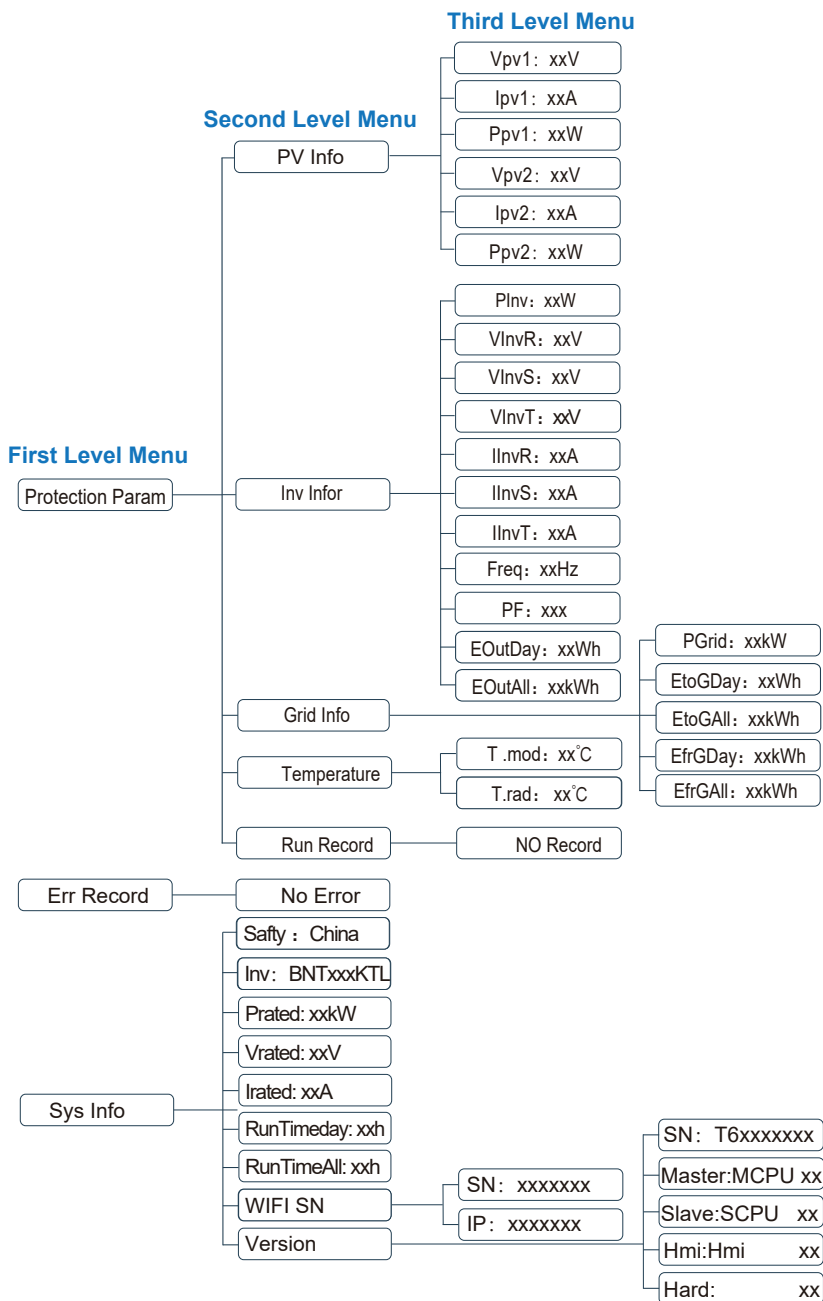
5.1 Control Panel

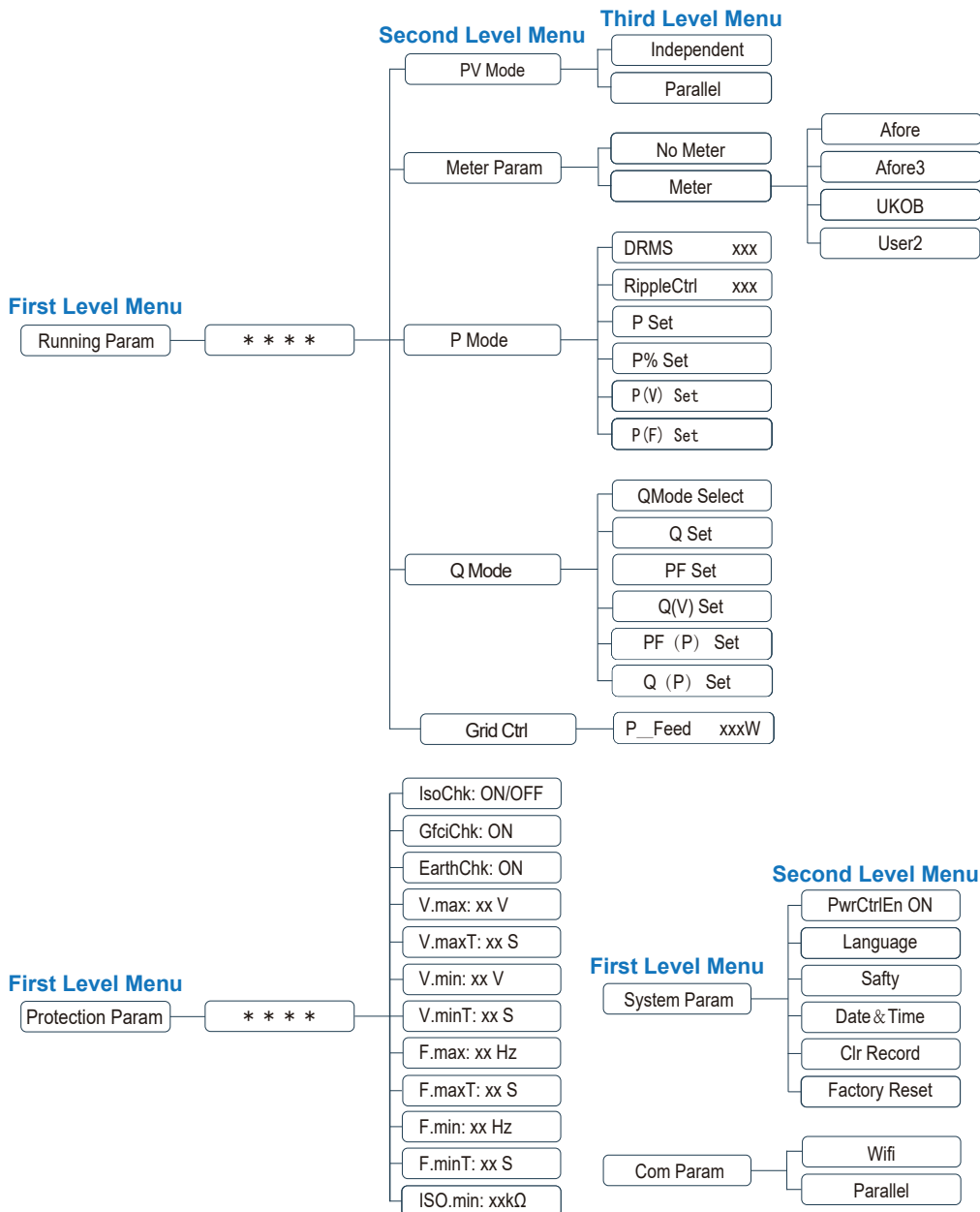


No.	Items	No.	Items
1	LCD Display	5	ENT Touch Button
2	UP Touch Button	6	POWER LED Indicator
3	DOWN Touch Button	7	GRID LED Indicator
4	ESC Touch Button	8	FAULT LED Indicator

Sign	Power	Color	Explanation
POWER	ON	Green	The inverter is stand-by
	OFF		The inverter is power off
GRID	ON	Green	The inverter is feeding power
	OFF		The inverter is not feeding power
FAULT	ON	Red	Fault occurred
	OFF		No fault

5.2 Menu Structure



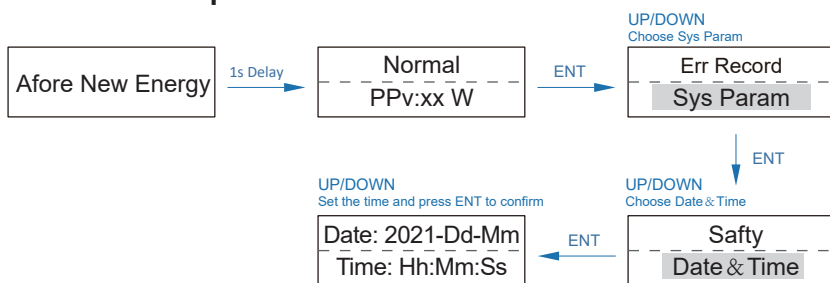


Explanation of LCD Display Content

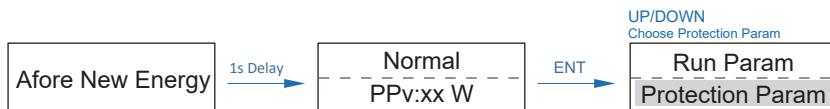
Nouns	Explanation
Sys Info	Check the inverter's real-time operating information
Error Record	Check the inverter's fault records with date and time
System Param	Set the inverter's safty code / lanuage / time & date, restore to factory settings
Version	Check the inverter's SN and firmware version
Protection Param	Set the inverter's protection parameters
Running Param	Set the inverter's operating mode like parellel, active / reactive power control

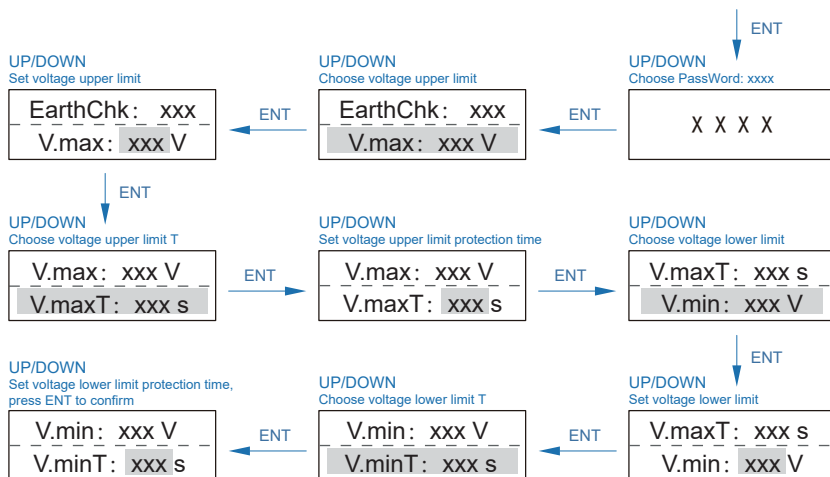
5.3 Setting

5.3.1 Startup

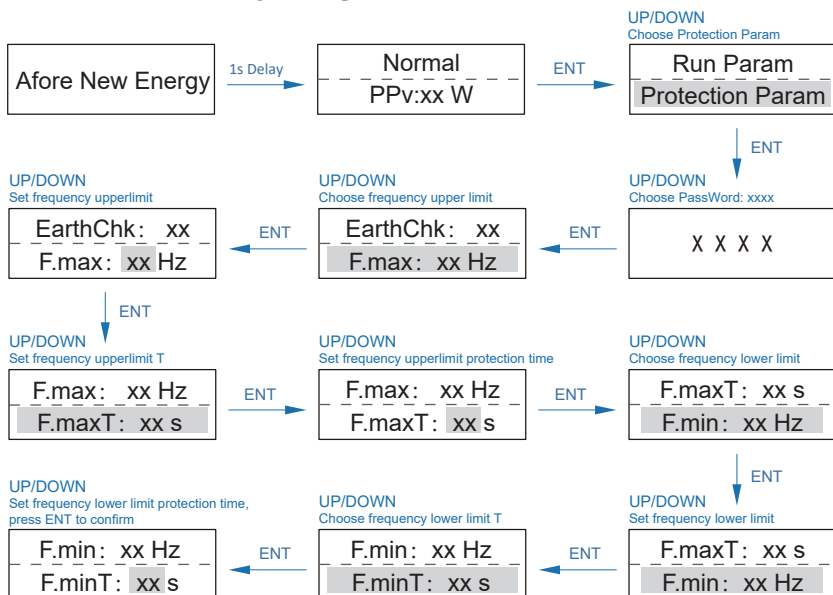


5.3.2 Voltage Range





5.3.3 Frequency Range



Note:

The parameters setting only works after the inverter is restarted.

6. Commissioning

Before starting up commissioning at site, please make sure below procedures and requirements are fully meet.

- Mounting location is meet the requirements.
- All of the electrical wiring is firmly connected, including PV wiring, Grid wiring and Earth wiring.
- The inverter setting has been finished accordingly to local standards or regulations.

Commissioning Procedures

- Turn on the AC switch between inverter output and the public grid;
- Turn on the DC switch on the inverter;
- Turn on the PV switch of the system.

7. Start-up & Shut Down

7.1 Shut down

- Turn off the DC switch on the inverter.
- Turn off the DC switch between PV panels and the inverter (if any).
- Close the AC switch between the inverter and the public grid.



Note:

The inverter will be operable after minimum 5 minutes.

7.2 Restart

- Shut down the inverter according to Chapter 7.1.
- Start-up the inverter according to Chapter 6.

8.Maintenance&Trouble Shooting

8.1 Maintenance

Periodically maintenance are necessary, please follow steps as below.

PV connection: twice a year

AC connection : twice a year

Earth connection: twice a year

Heat sink: clean with dry towel once a year.

8.2 Trouble Shooting

Fault messages will be displayed when fault occurs, please according to trouble- shooting table find related solutions.

Trouble-Shooting List

Type of Fault	Code	Name	Description	Recommend Solution
PV Fault	A01	PvConnectFault	The actual PV connection type (independent, parallel) different from setup.	Set PV connection type according to the actual PV connection type.
	A02	IsoFault	ISO check among PV panels/ the wires to the ground is abnormal.	- Check whether the PV modules and its wiring are immersed in water and whether the insulation is damaged, and then make corrections. - If the fault occurs continuously and frequently, contact the local distributors for help.
	A03	PvAfcIFault	PV current arcing	- Check whether the PV cables and wiring terminals are broken or connection abnormal, and correct them. - If the fault occurs continuously and frequently, contact the local distributors for help.
	A04	Pvs1OverVoltFault	PV Voltage over, beyond the reasonable range.	- Reconfiguration of PV strings, reduce the PV number of a PV string to reducing inverter PV input voltage. - Contact local distributors for suggestion.
	A05	PVs2OverVoltFault		
	A16	PVs1ReverseFault	PV(+) and PV(-) reversed Connection	Check whether PV(+) and PV(-) connection reversed or not. If reversed, make correction.
	A17	PVs1ReverseFault		
	A33	Pv1AbnormalFault	Compared with previous voltage and other PV voltages, this PV voltage suddenly becomes higher or lower.	- Check if PV modules are partially blocked or cells are damaged. - Check if PV cables and terminals broken or loose connection, then repair it.
	A34	Pv2AbnormalFault		
DC Fault	E01	Pv1HwOverCurrFault	PV current over, triggered the hardware protection circuit	- Power off, then restart - If fault still occurs continuously and frequently, please ask help for local distributors.
	E02	Pvs2HwOverCurrFault		
	E13	PVs1SwOverCurrFault	PV current over, triggered the software protection circuit	- Power off, then restart - If fault still occurs continuously and frequently, please ask help for local distributors.
	E14	PVs2SwOverCurrFault		

Type of Fault	Code	Name	Description	Recommend Solution
DC Fault	E33	Boost1SelfCheckFault	PV boost circuit abnormal when self checking	• Power off, then restart. • If fault still occurs continuously and frequently, please ask help for local distributors.
	E34	Boost2SelfCheckFault		
	E45	BusHwOverVoltFault	Bus voltage over	• Power off, then restart. • If fault still occurs continuously and frequently, please ask help for local distributors.
	E46	BusHwOverHalfVoltFault		
	E47	BusSwOverVoltFault		
	E48	BusSwOverHalfVoltFault		
	E49	BusSwUnderVoltFault	Bus voltage under as running	
	E50	BusUnbalancedFault	DC Bus voltage unbalanced	
AC Fault	F01	HwOverFault	Hardware detected that current over / BUS voltage over	• Power off, then restart. • If fault still occurs continuously and frequently, please ask help for local distributors.
	F02	InvHwOverCurrFault	Hardware detected that inverter current over	
	F03	InvROverCurrFault	R phase /Split phase L1 current over	
	F04	InvSOverCurrFault	S phase /Split phase L2 current over	
	F05	InvTOverCurrFault	T phase current over	
	F06	GridUnbalanCurrFault	3 phase current effective value has big difference	
	F07	DclnjOverCurrFault	DC injection current over	
	F08	AcOverLeakCurrFault	Ac side leakage current over	• Check if PV panels has good ground insulation and ground wires are connected well ground is well, then repair it. • Power off, then restart. • If fault still occurs continuously and frequently, please ask help for local distributors.
	F09	PLLFault	The phase-locked loop is operating abnormally, and it does not stably track the grid voltage phase.	• Power off, then restart. • If fault still occurs continuously and frequently, please ask help for local distributors.
	F10	GridRelay1Fault	It is detected that the relay group 1 cannot be opened or closed normally.	

Type of Fault	Code	Name	Description	Recommend Solution
System Fault	G01	PVs1ReverseFault	PV current sampling hardware abnormal	• Power off, then restart. • If fault still occurs continuously and frequently, please ask help for local distributors.
	G02	PVs2CurAdChanFault		
	G16	RInvCurAdChanFault		
	G17	SInvCurAdChanFault		
	G18	TInvCurAdChanFault		
	G19	RInvDciAdChanFault		
	G20	SInvDciAdChanFault		
	G21	TInvDciAdChanFault		
	G22	LeakCurAdChanFault		
	G23	VoltRef(1.65V)AdChanFault		
	G30	UpsRDcvAdChanFault		
	G31	UpsSDcvAdChanFault		
	G32	UpsTDcvAdChanFault		
	G37	TempAdChanFault	All temperature sensors abnormal	• Power off, then restart. • If fault still occurs continuously and frequently, please ask help for local distributors.
	G38	VoltAdConflictFault	The sample value of PV, battery and BUS voltage inconsistent with the actual value	
	G39	CPUAdConflictFault	The sample value between master CPU and slaver CPU inconsistent	
	G40	PowerCalcConflictFault	The sum of the PV power, battery and inverter output is too different from zero.	
	G41	EnvirOverTemp1Fault	Installation environment temperature over or low	• Improve or change the installation environment to adjust the inverter installation environment temperature to normal range. • Power off, then restart. • If fault still occurs continuously and frequently, please ask help for local distributors.
	G42	EnvirLowTemp1Fault		
	G43	CoolingOverTemp2Fault	Cooling temperature over or low	
	G44	CoolingLowTemp2Fault		
	G45	OverTemp3Fault	Temperature3 over or low	
	G46	LowTemp3Fault		
	G46	DSPOverTempFault	CPU temperature over	

Type of Fault	Code	Name	Description	Recommend Solution
System Fault	G48	ModelConflictFault	Version conflict with inverter	- Power off, then restart. - If fault still occurs continuously and frequently, please contact local distributors for software upgrade, version setting details.
Inner Warning	I01	InterFan1Warning	Fan abnormal	- Check if there is objects which blocking the fan rotation and remove it. - If those faults occurs continuously and frequently, please ask help for local distributors.
	I02	ExterFanWarning		
	I03	Fan3Warning		
	I04	EnvirTemp1AdChanWarning	Some temperature sensors abnormal	- The warning does not affect the normal operation of the inverter. - Power off, then restart. - If fault still occurs continuously and frequently, please ask help for local distributors.
	I05	CoolingTemp2AdChanWarning		
	I06	Temp3AdChanWarning		
	I07	ExtFlashComWarning	Communication between the master CPU and the Flash is abnormal.	- Power off, then restart. - If fault still occurs continuously and frequently, please ask help for local distributors.
	I08	EepromComWarning	Communication between the master CPU and the Eeprom is abnormal.	
	I09	SlaveComWarning	Communication between slaver CPU and master CPU is abnormal	
	I10	HmiComWarning	Communication between master CPU and HMI is abnormal	
	I11	FreqCalcConflictWarning	Frequency value abnormal	
	I12	UnsetModel	Running model is not initial	Contact with local distributor.
Outside Warning	J01	MeterComWarning	Communication between inverter and meter is abnormal.	- Check the meter model, and whether meter wiring and terminals are connected correctly, damaged or loose, if happens, make corrections. - Power off, then restart. - If fault still occurs continuously and frequently, please ask help for local distributors.
	J02	MeterConnectWarning	Meter/CT wiring fault, or installation position fault.	- Check whether the meter or CT wiring, installation position, and installation direction are wrong, and make corrections. - Power off, then restart. - If fault still occurs continuously and frequently, please ask help for local distributors.

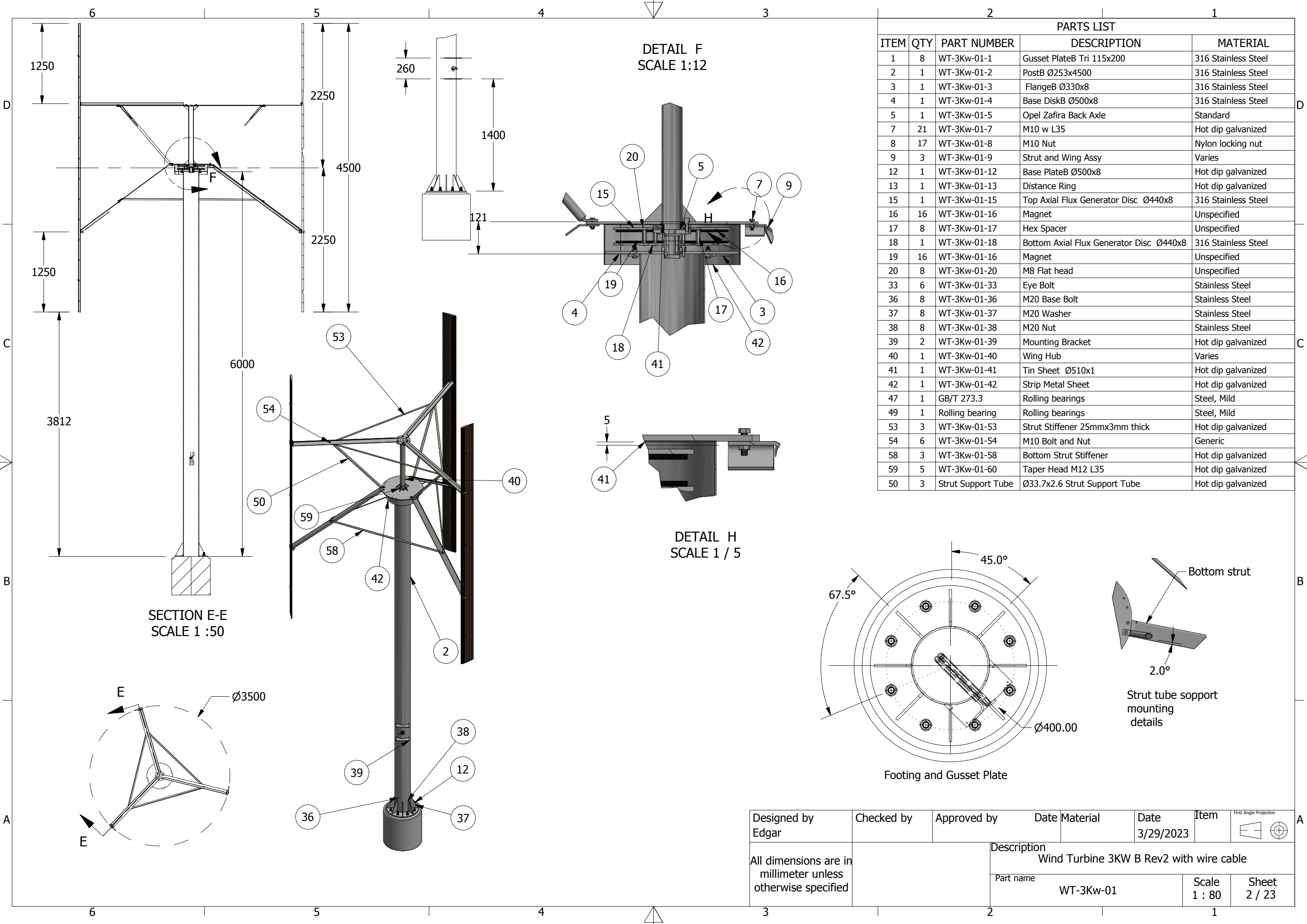
Type of Fault	Code	Name	Description	Recommend Solution
Outside Warming	J04	GndAbnormalWarning	Poor grounding or no grounding wire has been detected.	• Check whether the ground wire of the inverter is properly connected and whether the ground impedance is over, and make corrections. • Power off, then restart. • If fault still occurs continuously and frequently, please ask help for local distributors.
	J05	ParallelComWarning	Communication between master inverter and slaver ones abnormal in parallel mode.	• Check whether the parallel communication line is damaged, the terminal is loose, the wiring hole position is correct, and make corrections. • Power off, then restart. • If fault still occurs continuously and frequently, please ask help for local distributors.

9. Specifications

PV Input Data	BNT003KTL	BNT004KTL	BNT005KTL	BNT006KTL	BNT008KTL	BNT010KTL
Max. DC Power (W)	5100	6000	7500	9000	12000	15000
Max. DC Voltage (V)	1100					
MPPT Voltage Range (V)	150 - 1000					
MPPT Full Power Voltage Range (V)	200 - 850			250 - 850	300 - 850	500 - 850
Rated Input Voltage (V)	620					
Start-up Voltage (V)	150					
Max. Input Current (A)	15 x 2					
Max. Short Current (A)	25 x 2					
No. of MPP Tracker / No. of PV String	2/2					
Input Connector Type	MC4					
AC Output Data	BNT003KTL	BNT004KTL	BNT005KTL	BNT006KTL	BNT008KTL	BNT010KTL
Max. Output Power (W)	3300	4400	5500	6600	8800	11000
Nominal Output Power (W)	3000	4000	5000	6000	8000	10000
Max. Output Current (A)	5.3	7	8.5	10.5	13.5	17
Nominal Output Voltage (V)	3P+N+PE /3P+PE 230/400					
Grid Voltage Range	260Vac-519Vac (according to local standard)					
Nominal Output Frequency (Hz)	50/60					
Grid Frequency Range	45-55Hz/55-65Hz (according to local standard)					
Output Power Factor	1 default (adjustable from 0.8 leading to 0.8 lagging)					
Output Current THD	<3%					
Efficiency	BNT003KTL	BNT004KTL	BNT005KTL	BNT006KTL	BNT008KTL	BNT010KTL
Max. Efficiency	98.30%					98.70%
Euro Efficiency	97.61%	97.65%	98.00%	98.05%		98.23%
Protection	BNT003KTL	BNT004KTL	BNT005KTL	BNT006KTL	BNT008KTL	BNT010KTL
PV Reverse Polarity Protection	YES					
PV Insulation Resistance Detection	YES					
AC Short Circuit Protection	YES					
AC Over Current Protection	YES					
AC Over Voltage Protection	YES					
Anti-Islanding Protection	YES					
Residual Current Detection	YES					
Over Temperature Protection	YES					
Integrated DC switch	YES					
Surge Protection	Integrated (Type II)					
Smart IV Curve Scanning	YES					
Quick Arc Fault Circuit Interruption	Optional					
General Data	BNT003KTL	BNT004KTL	BNT005KTL	BNT006KTL	BNT008KTL	BNT010KTL
Dimensions (H x W x D, mm)	510 x 370 x 167				510 x 370 x 192	
Weight (kg)	16				15	
Protection Degree	IP65					
Enclosure Material	Aluminum					
Ambient Temperature Range (°C)	-25 to 60					
Humidity Range	0 -100%					
Topology	Transformerless					
Communication Interface	RS485 / WiFi / Wire Ethernet / GPRS (optional)					
Cooling Concept	Convection					
Noise Emission (db)	<30					
Night Power Consumption (W)	<1					
Max. Operation Altitude (m)	≤4000					
Certifications and Standards	BNT003KTL	BNT004KTL	BNT005KTL	BNT006KTL	BNT008KTL	BNT010KTL
EMC Standard	EN/IEC 61000-6-2, EN/IEC 61000-6-3, EN61000-3-2, EN61000-3-3, EN61000-3-11, EN61000-3-12					
Safety Standard	IEC 60068, UL1741, EN62109					
Grid-connection	IEEE1547, CSA C22, EN50549, VDE4105, VDE0126, RD1699, ABNT NBR16149 & 16150, AS4777.2, NB/T32004, G98/G99, IEC61727					

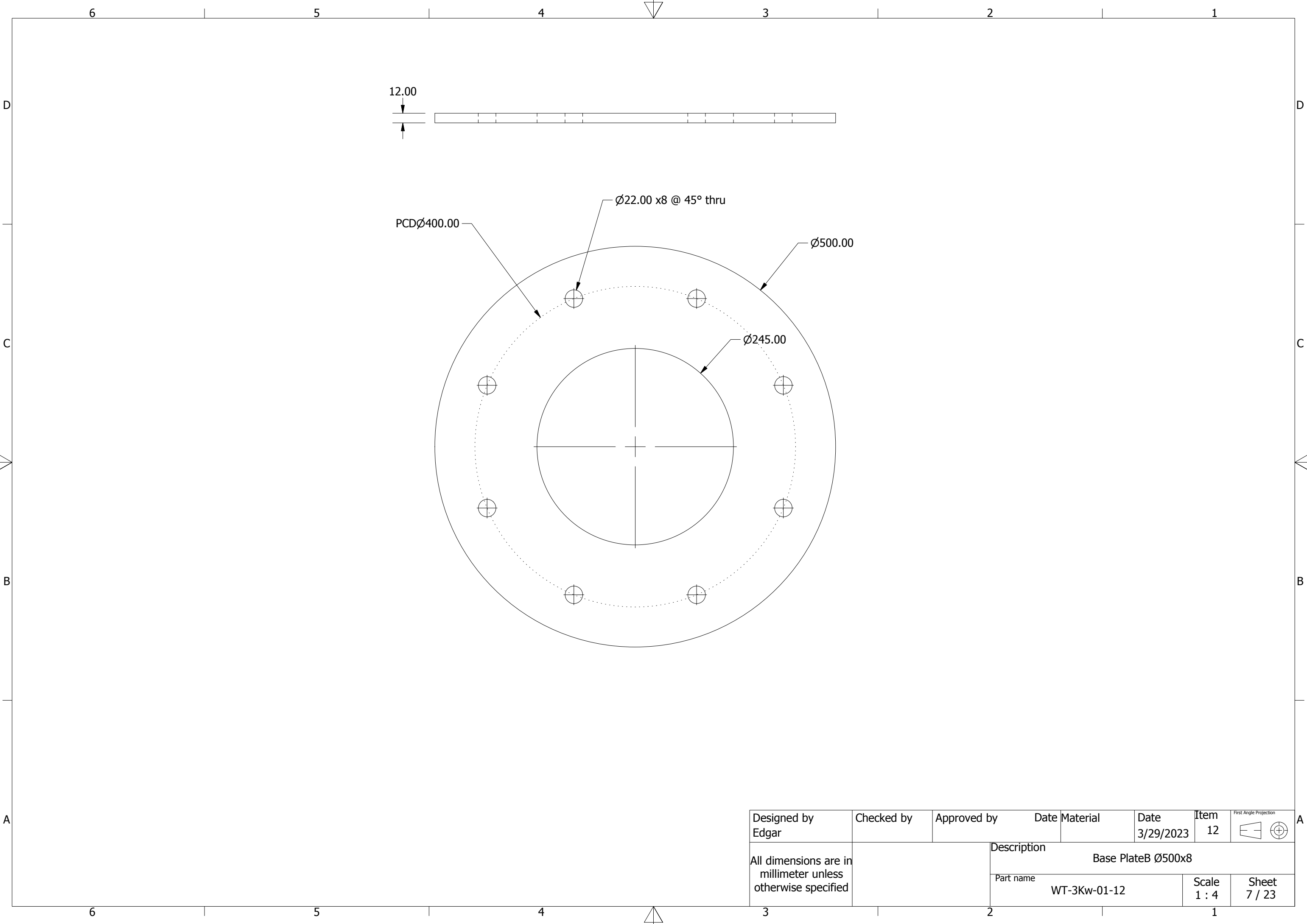
PV Input Data	BNT012KTL	BNT013KTL	BNT015KTL	BNT017KTL	BNT020KTL	BNT025KTL
Max. DC Power (W)	18000	19500	22500	25500	30000	37500
Max. DC Voltage (V)	1100					
MPPT Voltage Range (V)	150 - 1000					
MPPT Full Power Voltage Range (V)	500 - 850					
Rated Input Voltage (V)	620					
Start-up Voltage (V)	150					
Max. Input Current (A)	15 x 2		20 + 32		32 x 2	
Max. Short Current (A)	25 x 2		30 + 48		48 x 2	
No. of MPP Tracker / No. of PV String	2/2		2/3		2/4	
Input Connector Type	MC4					
AC Output Data	BNT012KTL	BNT013KTL	BNT015KTL	BNT017KTL	BNT020KTL	BNT025KTL
Max. Output Power (W)	13200	14300	16500	18700	22000	27500
Nominal Output Power (W)	12000	13000	15000	17000	20000	25000
Max. Output Current (A)	21.5	22	27	30	32	40
Nominal Output Voltage (V)	3P+N+PE /3P+PE 230/400					
Grid Voltage Range	260Vac-519Vac (according to local standard)					
Nominal Output Frequency (Hz)	50/60					
Grid Frequency Range	45-55Hz/55-65Hz(according to local standard)					
Output Power Factor	1 default (adjustable from 0.8 leading to 0.8 lagging)					
Output Current THD	<3%					
Efficiency	BNT012KTL	BNT013KTL	BNT015KTL	BNT017KTL	BNT020KTL	BNT025KTL
Max. Efficiency	98.70%			98.75%		
Euro Efficiency	98.23%			98.35%		
Protection	BNT012KTL	BNT013KTL	BNT015KTL	BNT017KTL	BNT020KTL	BNT025KTL
PV Reverse Polarity Protection	YES					
PV Insulation Resistance Detection	YES					
AC Short Circuit Protection	YES					
AC Over Current Protection	YES					
AC Over Voltage Protection	YES					
Anti-Islanding Protection	YES					
Residual Current Detection	YES					
Over Temperature Protection	YES					
Integrated DC switch	YES					
Surge Protection	Integrated (Type II)					
Smart IV Curve Scanning	YES					
Quick Arc Fault Circuit Interruption	Optional					
General Data	BNT012KTL	BNT013KTL	BNT015KTL	BNT017KTL	BNT020KTL	BNT025KTL
Dimensions (H x W x D, mm)	510 x 370 x 192			535 x 370 x 192		
Weight (kg)	15	17		19		
Protection Degree	IP65					
Enclosure Material	Aluminum					
Ambient Temperature Range (°C)	-25 to 60					
Humidity Range	0 -100%					
Topology	Transformerless					
Communication Interface	RS485 / WiFi / Wire Ethernet / GPRS (optional)					
Cooling Concept	Intelligent fan cooling					
Noise Emission (db)	<40					<51
Night Power Consumption (W)	<1					
Max. Operation Altitude (m)	≤4000					
Certifications and Standards	BNT012KTL	BNT013KTL	BNT015KTL	BNT017KTL	BNT020KTL	BNT025KTL
EMC Standard	EN/IEC 61000-6-2, EN/IEC 61000-6-3, EN61000-3-2, EN61000-3-3, EN61000-3-11, EN61000-3-12					
Safety Standard	IEC 60068, UL1741, EN62109					
Grid-connection	IEEE1547, CSA C22, ENS0549, VDE4105, VDE0126, RD1699, ABNT NBR16149 & 16150, AS4777.2, NB/T32004, G98/G99, IEC61727					



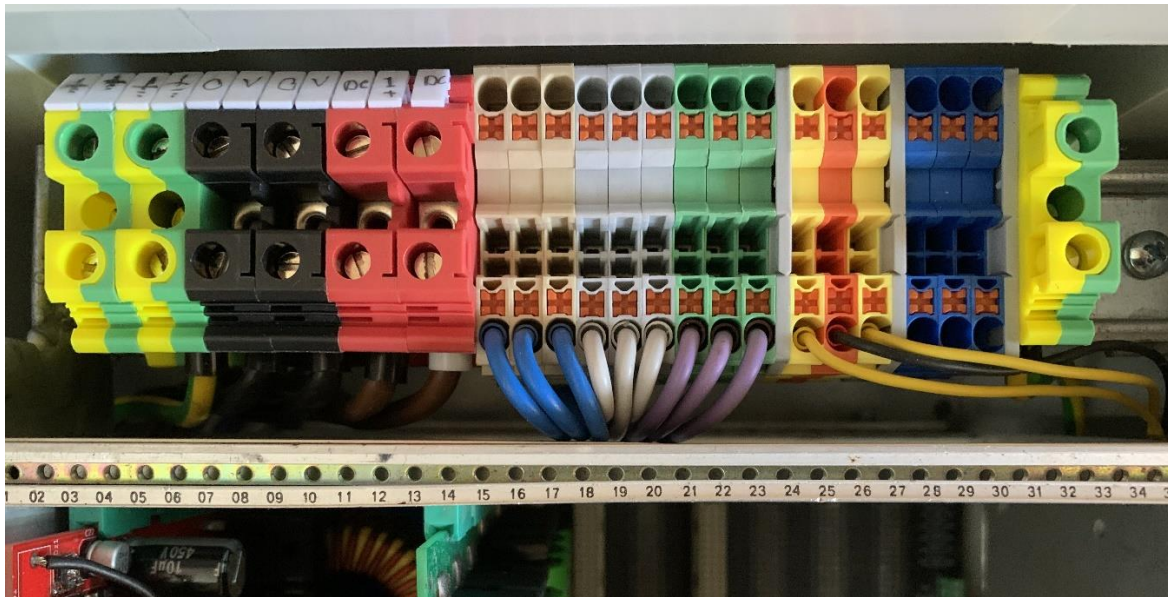


PARTS LIST				
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION	MATERIAL
1	8	WT-3Kw-01-1	Gusset PlateB Tri 115x200	316 Stainless Steel
2	1	WT-3Kw-01-2	PostB Ø253x4500	316 Stainless Steel
3	1	WT-3Kw-01-3	FlangeB Ø330x8	316 Stainless Steel
4	1	WT-3Kw-01-4	Base DiskB Ø500x8	316 Stainless Steel
5	1	WT-3Kw-01-5	Opel Zafira Back Axle	Standard
7	21	WT-3Kw-01-7	M10 w L35	Hot dip galvanized
8	17	WT-3Kw-01-8	M10 Nut	Nylon locking nut
9	3	WT-3Kw-01-9	Strut and Wing Assy	Varies
12	1	WT-3Kw-01-12	Base PlateB Ø500x8	Hot dip galvanized
13	1	WT-3Kw-01-13	Distance Ring	Hot dip galvanized
15	1	WT-3Kw-01-15	Top Axial Flux Generator Disc Ø440x8	316 Stainless Steel
16	16	WT-3Kw-01-16	Magnet	Unspecified
17	8	WT-3Kw-01-17	Hex Spacer	Unspecified
18	1	WT-3Kw-01-18	Bottom Axial Flux Generator Disc Ø440x8	316 Stainless Steel
19	16	WT-3Kw-01-16	Magnet	Unspecified
20	8	WT-3Kw-01-20	M8 Flat head	Unspecified
33	6	WT-3Kw-01-33	Eye Bolt	Stainless Steel
36	8	WT-3Kw-01-36	M20 Base Bolt	Stainless Steel
37	8	WT-3Kw-01-37	M20 Washer	Stainless Steel
38	8	WT-3Kw-01-38	M20 Nut	Stainless Steel
39	2	WT-3Kw-01-39	Mounting Bracket	Hot dip galvanized
40	1	WT-3Kw-01-40	Wing Hub	Varies
41	1	WT-3Kw-01-41	Tin Sheet Ø510x1	Hot dip galvanized
42	1	WT-3Kw-01-42	Strip Metal Sheet	Hot dip galvanized
47	1	GB/T 273.3	Rolling bearings	Steel, Mild
49	1	Rolling bearing	Rolling bearings	Steel, Mild
53	3	WT-3Kw-01-53	Strut Stiffener 25mmx3mm thick	Hot dip galvanized
54	6	WT-3Kw-01-54	M10 Bolt and Nut	Generic
58	3	WT-3Kw-01-58	Bottom Strut Stiffener	Hot dip galvanized
59	5	WT-3Kw-01-60	Taper Head M12 L35	Hot dip galvanized
50	3	Strut Support Tube	Ø33.7x2.6 Strut Support Tube	Hot dip galvanized

Designed by Edgar	Checked by	Approved by	Date	Material	Date 3/29/2023	Item	First Angle Projection
All dimensions are in millimeter unless otherwise specified		Description Wind Turbine 3KW B Rev2 with wire cable					
		Part name WT-3Kw-01				Scale 1 : 80	Sheet 2 / 23



Designed by Edgar	Checked by	Approved by	Date	Material	Date 3/29/2023	Item 12	First Angle Projection
All dimensions are in millimeter unless otherwise specified		Description Base PlateB Ø500x8					
		Part name WT-3Kw-01-12				Scale 1 : 4	Sheet 7 / 23



Terminal block no. from left	Description	Color	Cable	Multipole cable from generator	To external cable and ground
1	Earth/Ground/Chassis	Yellow/Green	Max 6 mm ²		X
2	Earth/Ground/Chassis	Yellow/Green	Max 6 mm ²		X
3	DC1+ to load/inverter	Red	Max 6 mm ²		X
4	DC2+ to dumpload	Red	Max 6 mm ²		X
5	DC1 0V common DC2	Black	Max 6 mm ²		X
6	DC2 0V common DC1	Black	Max 6 mm ²		X
7	AC-R	Light brown	1,5 mm ²	Black No. 1	
8	AC-S	Light brown	1,5 mm ²	Black No. 2	
9	AC-T	Light brown	1,5 mm ²	Black No. 3	
10	AC-U	Grey	1,5 mm ²	Black No. 4	
11	AC-V	Grey	1,5 mm ²	Black No. 5	
12	AC-W	Grey	1,5 mm ²	Black No. 6	
13	AC-X	Green	1,5 mm ²	Black No. 7	
14	AC-Y	Green	1,5 mm ²	Black No. 8	
15	AC-Z	Green	1,5 mm ²	Black No. 9	
16	NTC1	Yellow	1,5 mm ²	Black No. 10	
17	Common NTC	Orange	1,5 mm ²	Black No. 11	
18	NTC2	Yellow	1,5 mm ²	Black No. 12	
19	AC_com-1	Blue (spare)	1,5 mm ²	Black No. 13	
20	AC_com-2	Blue (spare)	1,5 mm ²	Black No. 14	
21	AC_com-2	Blue (spare)	1,5 mm ²	Black No. 15	
nc	Spare-1	Nc.	1,5 mm ²	Black No. 16	
nc	Spare-2	Nc.	1,5 mm ²	Black No. 17	
22	Earth/Ground/Chassis	Yellow/Green	1,5 mm ²	Yellow/Green	

WARNING.

All terminal blocs' except of Ground (Yellow/Green) and NTC1, NTC2, Common NTC and Spare 1 and Spare 2 have high Voltage potential. Only certified or trained personnel should be granted access to these terminal blocks.

Do not connect any of the above terminal blocs, except of ground (Yellow/Green), to ground.

DC out terminal blocks

The DC1+ and DC1 0V have both a floating potential towards Gound.

The same is true for DC2 output.

Never ground these, unless the Inverter is an galvanic isolated inverter toward the grid.

DC1 potential is (DC1+ to DC1 0V) is max 500 Volt DC and is meant for ordinary load, like battery and inverters.

Adjustable by software for the buck/boost regulator. Max current is 15 Ampere.

DC2 only have a buck regulation. Voltage can vary from 0 to 500VDC max. Max 15 Amp. Dump-load 10-20 ohm 6kW max. peak. 2,5 kW constant.

Both DC outputs 0V terminal block are tied together at a common electric potential but fully isolated from Earth/Ground.

Max continuous rpm = 120. Max never exceeded is 150 rpm.

Contact:

Carnetic AS

Sør Kolnesvegen 78

4055 Sola, Norway

www.carnetic.com

support@carnetic.com

P +47 90042374