



Innholdsfortegnelse: Minifagprøve

Generell beskrivelse.....	2
Totalt effektbehov for anlegg.....	3
Koordinere kabel og vern	4/5
Beregne OV og inntakskabel	6
Spenningsfall.....	7-8
Dokumentere beskyttelse ved kortslutning.....	9-10
Enlinjeskjema Fordeling.....	11
Enlinjeskjema/Installasjonstegning	12
Enlinjeskjema Varmekabel.....	13
Motor styrestrøm.....	14
Motor Hovedstrøm.....	15
Risikoanalyse/vurdering.....	16
Sluttkontroll/framdriftsplan.....	17
Referanser(Lover, Forskrifter, Normer.....	18
Materialist med El-nr.....	19
Oversikt over medfølgende vedlegg.....	20
Dokumentasjon av vern	21/22

Generell beskrivelse

-TN-C-S 230V/400V

- Ikmaks: 6kA
- Ikmin: 1,5kA
- Tilførsel: PFXP 5G 10mm²
- OV: 4 x 40A

-Kjøkken: B-2 x 10A/30mA Montering av lys list under overskap. Stikk for kjøleskap 150mm over ferdig gulv, takpunkt for lyskilde. Lysbryter innfelt 1000mm over ferdig gulv. Teknisk stikk for komfyr 150mm over ferdig gulv med egen tilførsel B-2 x 16A/30mA.

-Bad: Lysarmatur over speil, 1 2P bryter innfelt 1000mm over ferdig gulv. VK 200W 17M med gulvføler og termostat. B-2 x 10A/30mA

-Motor: C-3 x 16A/30mA 3 fase motor, 230V/400V, 1,5kW, 6,5A/3,9A, Cos (ϕ)= 0,73.

-Motorstyring: B-2 x 10A/30mA, dreievender med tidsfunksjon begge veier. Styring ved hjelp av kontaktor.

Totalt Effektbehov

-Kjøkken: $P = 230V \times 10A = \underline{2300W}$

-Komfyr: $P = 230V \times 16A = \underline{3680W}$

-Bad: $P = 230V \times 10A = \underline{2300W}$

-Motor: $P = 230V \times 16A = \underline{3680W}$

-Styrestrom: $P = 230V \times 10A = \underline{2300W}$

-Ptot= $\underline{14260Watt}$

-Samtidsfaktor= $\underline{0,6 = P * 0,6 = 14260W * 0,6 = 8556watt}$

Koordinere vern og kabel iht NEK 400-4-433 og 5-533.2

Tar hensyn til særnorske krav §.533.2
Valg av Forlegningsmåte Tabell 52A-1
Korreksjon Temp Tabell 52A-14
Gruppereduksjon Tabell 52A-17

-Kjøkken kurs: Forlegningsmåte C

- $I_b = 16A$
- $I_n = 16A$
- $I_z = 19,5A$
- $K_g = 1$
- $K_t = 1$
- $N_y I_z = K_g * K_t * I_z = 1 * 1 * 19,5A = 19,5A$

Dokumentere beskyttelse mot overbelastning iht Krav1 og Krav2 Nek 400 - §433.1

- **Krav1:** $I_b \leq I_n \leq I_z = 10A \leq 10A \leq 14,5A$ OK!
- **Krav2:** $I^2 \leq I_z = (10 * 1,2) \leq 14,5A = 12A \leq 14,5A$ OK!

-Bad: Forlegningsmåte C

- $I_b = 10A$
- $I_n = 10A$
- $I_z = 14,5A$
- $K_g = 1$
- $K_t = 1$
- $N_y I_z = K_g * K_t * I_z = 1 * 1 * 14,5A = 14,5A$

Dokumentere beskyttelse mot overbelastning iht Krav1 og Krav2 Nek 400 - §433.1

- **Krav1:** $I_b \leq I_n \leq I_z = 10A \leq 10A \leq 14,5A$ OK!
- **Krav2:** $I^2 \leq I_z = (10 * 1,2) \leq 14,5A = 12A \leq 14,5A$ OK!

-Komfyr: Forlegningsmåte C

- $I_b = 16A$
- $I_n = 16A$
- $I_z = 19,5A$

- $K_g = 1$
- $K_t = 1$
- $N_y I_z = K_g * K_t * I_z = 1 * 1 * 19,5A = 19,5A$

Dokumentere beskyttelse mot overbelastning iht Krav1 og Krav2 Nek 400 - §433.1

- Krav1: $I_b \leq I_n \leq I_z = 16A \leq 16A \leq 19,5A$ OK!
- Krav2: $I^2 \leq I_z = (16 * 1,2) \leq 19,5A = 19,2A \leq 14,5A$ OK!

-Styrestrøm: Forlegningsmåte A1

- $I_b = 10A$
- $I_n = 10A$
- $I_z = 14,5A$
- $K_g = 1$
- $K_t = 1$
- $N_y I_z = K_g * K_t * I_z = 1 * 1 * 14,5A = 14,5A$

Dokumentere beskyttelse mot overbelastning iht Krav1 og Krav2 Nek 400 - §433.1

- Krav1: $I_b \leq I_n \leq I_z = 10A \leq 10A \leq 14,5A$ OK!
- Krav2: $I^2 \leq I_z = (10 * 1,2) \leq 14,5A = 12A \leq 14,5A$ OK!

-Motor Kurs: Forlegningsmåte C

- $I_b = 16A$
- $I_n = 16A$
- $I_z = 32A$
- $K_g = 1$
- $K_t = 1$
- $N_y I_z = K_g * K_t * I_z = 1 * 1 * 19,5A = 32A$
- Startstrøm $< I_4 = (4 * 16A) < 80A = 64A < 80A$ OK!

Dokumentere beskyttelse mot overbelastning iht Krav1 og Krav2 Nek 400 - §433.1

- **Krav1:** $I_b \leq I_n \leq I_z = 16A \leq 16A \leq 32A$ OK!
- **Krav2:** $I^2 \leq I_z = (16 * 1,2) \leq 19,5A = 19,2A \leq 32A$ OK!

Beregning av OV

2x16A kurser: 7360W

3x10A kurser: 6900W

Maksimalt forbruk: 14260Watt

Samtidsfaktor: 0,6

$$I = \frac{P}{U * \sqrt{3}} = \frac{14260W * 0,6}{400 * 1,73} = \underline{37A \approx 40A}$$

Et overbelastningsvern på 40A er i utgangspunktet nok til dette anlegget.

-Beregne inntakskabel iht Nek 400 : 2010 - 4 - 433

- $I_b = 37A$
- $I_n = 40A$
- $I_z = 57A$ (PFXP 4 x 10mm²) Forlegningsmåte C
- $K_g = 1$
- $K_t = 1$
- $N_y I_z = K_g * K_t * I_z = 1 * 1 * 57A = 57A$

Dokumentere beskyttelse mot overbelastning iht Krav1 og Krav2 Nek 400 - §433.1

- **Krav1:** $I_b \leq I_n \leq I_z = 37A \leq 40A \leq 57A$ OK!
- **Krav2:** Valg av tverrsnitt over 4mm² trenger ikke å kontrolleres da $I_z = 1,45 * I_z$ som er lik eller større enn I^2

Spenningsfall: FEL § 27. Nek 400 § 525 og Tabell 52F

Beregner spenningsfall i den lengste kursen for alle In

Anbefaler max 3% tap der 1% er på inntakskabel og resten fordeles på brukere

-Komfyr Kjøkken:

Effekt: 3680w
Lengde: 10m
 I_N 16A
 I_z 19,5A (PN 2x2,5mm²)

$$\Delta U = \frac{P \times \rho \times l \times 2}{U \times A} = \frac{3680w \times 0,0181 \times 10 \times 2}{230V \times 2,5mm^2} = 2,32$$

$$\Delta u = \frac{\Delta U \times 100}{U} = \frac{2,32V \times 100}{230V} = 1,01\%$$

-Kjøkken:

Effekt: 2300w
Lengde: 10m
In: 10A
 I_z : 14,5A (PN 2X1,5mm²)

$$\Delta U = \frac{P \times \rho \times l \times 2}{U \times A} = \frac{2300w \times 0,0181 \times 10 \times 2}{230V \times 1,5mm^2} = 5,43V$$

$$\Delta u = \frac{\Delta U \times 100}{U} = \frac{5,43V \times 100}{230V} = 2,36\%$$

Inntaskabel:

Lengde: 10m
In: 40A
Iz: 57A (PFXP 4x10mm²)

Kontrollere at det er under anbefalt spenningsfall på 1%
Montørhåndboka 6.2.7

$$\Delta U = \frac{P \times \rho \times l \times 2}{U \times A} = \frac{14260\text{w} \times 0,0181 \times 10 \times 2}{400\text{V} \times 10\text{mm}^2} = 1,29\text{V}$$

$$\Delta u = \frac{\Delta U \times 100}{U} = \frac{1,29\text{V} \times 100}{400\text{V}} = 0,32\%$$

Totalt spenningsfall for Installasjonen: Kurs 3 + Kurs 10 = 2,36 + 0,32 = 2,68%

Det er under max spenningsfall på 3%

Dokumentere beskyttelse ved kortslutning NEK 400 – 4- § 434

-Stigeledning

- Kontrollere vernets bryteevne for PLSM – OV40/4:
 $I_{cn} \geq I_{k3pmax} = 6kA \leq 10kA$
Da dette er TN finner vi I_{kmin} og I_{kmax} ved bruk av Eurotester.
- $I_{kmax} \leq I_{cn} = \text{Målt} \leq 10kA$
- Dokumentere krav til utkoblingstid NEK § 434.5.2: $t = \frac{k^2 \times S^2}{I^2} = \underline{115^2 \times 6mm^2} = 0,0006s$

$$28000^2$$

Pga utløsekrav raskere enn 0,1 s sier Nek 400 – 434.5.2 at $I^2t \leq k^2 \times S^2$

- $I^2t \leq K^2 \times S^2 = 28000 A^2s \leq 115^2 \times 10^2 = 28000A^2s \leq 476100 A^2s$
- **Selektiv inntill 1,5kA (M1gl-80)**

-Kurs 4

- Kontrollere vernets bryteevne for PKPM – B10/2/30mA:
 $I_{cn} \geq I_{k3pmax} = 6kA \leq 10kA$
- Da dette er TN finner vi I_{kmin} og I_{kmax} ved bruk av Eurotester.
- Kontrollere at $I_{kmin} > I_5 = \text{Målt} > 100A$
- Kontrollere at $I_{kmax} < I_{cn} = \text{Målt} < 10kA$
- Dokumentere krav til utkoblingstid NEK § 434.5.2: $t = \frac{k^2 \times S^2}{I^2} = \underline{115^2 \times 1,5mm^2} = 4,76s$

$$28000^2$$

- Vernet garanterer utkobling ved 0,1s og beskyttelsen av kableen er ivaretatt da krav iht. 434.5.2 = 4,76s
- $I^2t \leq K^2 \times S^2 = 25000 A^2s \leq 115^2 \times 1,5^2 = 25000A^2s \leq 29756 A^2s$
- **Selektiv inntill 1,5kA (PLSM OV-40)**

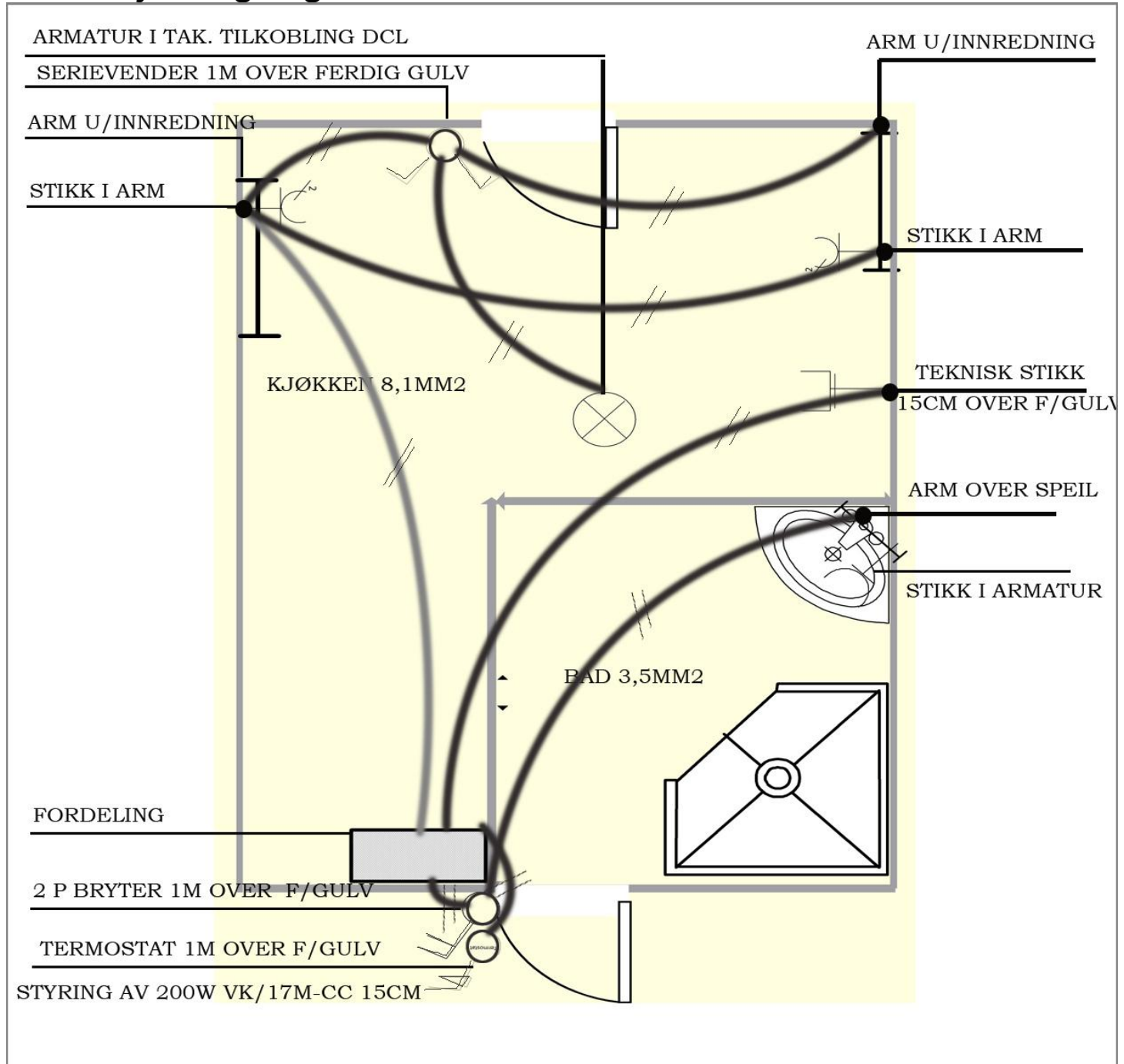
-Kurs 2

- Kontrollere vernets bryteevne for PKPM – B16/2/30mA:
 $I_{cn} \geq I_{k3pmax} = 6kA \leq 10kA$
- Da dette er TN finner vi I_{kmin} og I_{kmax} ved bruk av Eurotester.
- Kontrollere at $I_{kmin} > I_5 = M\ddot{a}lt > 160A$
- Kontrollere at $I_{kmax} < I_{cn} = M\ddot{a}lt < 10kA$
- Dokumentere krav til utkoblingstid NEK § 434.5.2: $t = \frac{k^2 \times S^2}{I^2} = \frac{115^2 \times 2,5mm^2}{18000^2} = 0,25ms$
- Vernet garantere utkobling ved 0,1s og beskyttelsen av kabelen er ikke dokumentert da krav iht. 434.5.2 = 0,25ms
- Dokumentere at kabelen tåler vernets gjennomsluppen energi.
 $I^2 t \leq K^2 \times S^2 = 18000 A^2s \leq 115^2 \times 2,5^2 = 18000A^2s \leq 82656 A^2s$
- **Selektiv inntill 1,5kA (PLSM OV-40)**

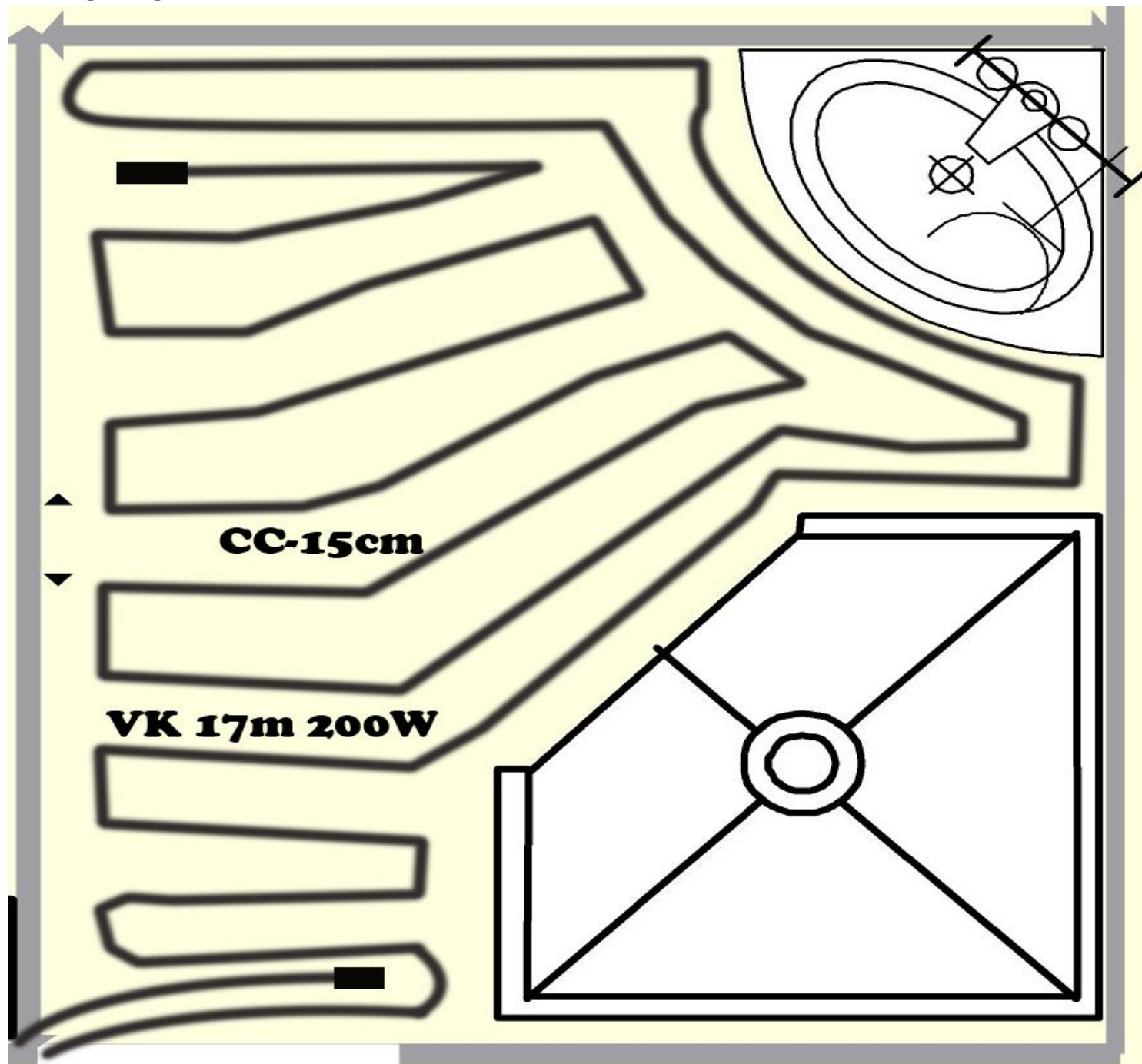
Enlinjeskjema Fordeling

Stigere	Tilførselkabel	Vern	Kabeltype	Måler	Forlegningsmåte		
	PFXP _{4x10mm²}	Ov 4x40A	RKK 10mm ²	Kwh		Kurs nr -K6	
			RKK 10mm ²			Ov og Kv	
						målesløyfe	
L1-N	PFXP 3x4 mm ²	C-3x16/30mA			C	-K1	Motor
L2-N	PN 2x2,5mm ²	B-2x16/30mA			C	-K2	komfyr
L3-N	PN 2x1,5mm ²	B-2x 10/30mA			C	-K3	Kjøkken
L1-N	PN 2x1,5mm ²	B-2x10/30mA			C	-K4	Bad
L2-N	PN 2x1,5mm ²	B-2x10/30mA			A1	-K5	Styrestrøm Motor
Oppgave: Minifagprøve.						Ikmax:6A	
Utføres i bås.						Ladejarlen skole	Ikmin:1,5kA
Gruppearbeid.	Enlinjeskjema for Motor, Motorstyring, VK						
Navn:	Martin Johansen						
Dato	Samtidsfaktor:0,6 Nettsystem: 230v/400v TN						

Enlinjeskjema Installasjonstegning



Enlinjeskjema Varmekabel



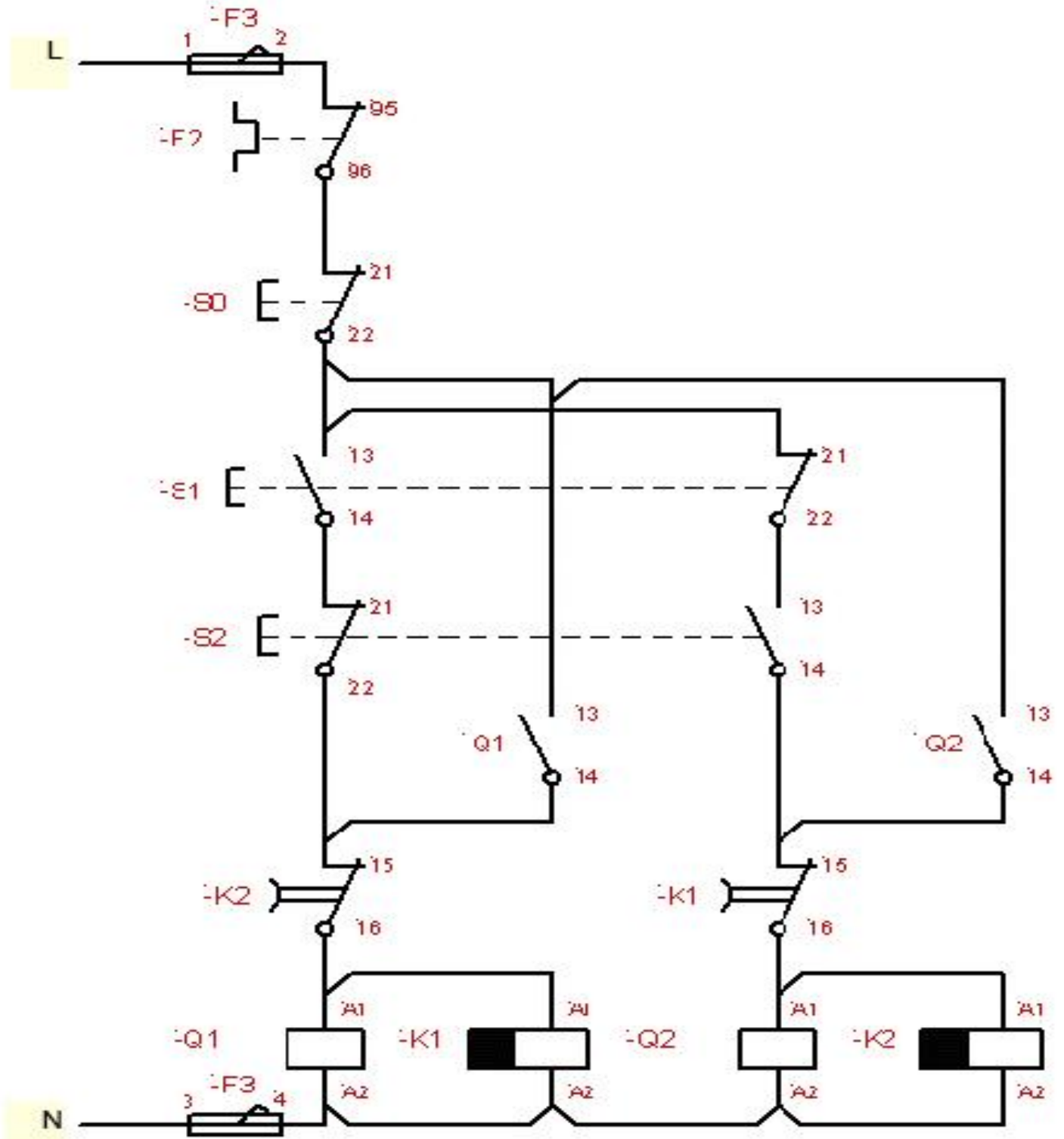
$$\text{Watt pr.m}^2 = W_{vk}/A = 200W/3,5\text{m}^2 = 57W/\text{m}^2$$

$$\text{CC} = (A/L_{vk}) * 100 = (3,5\text{m}^2 / 17\text{m}) * 100 = 20,5\text{cm} \text{ pga sluk velger jeg } \approx 15\text{cm}$$

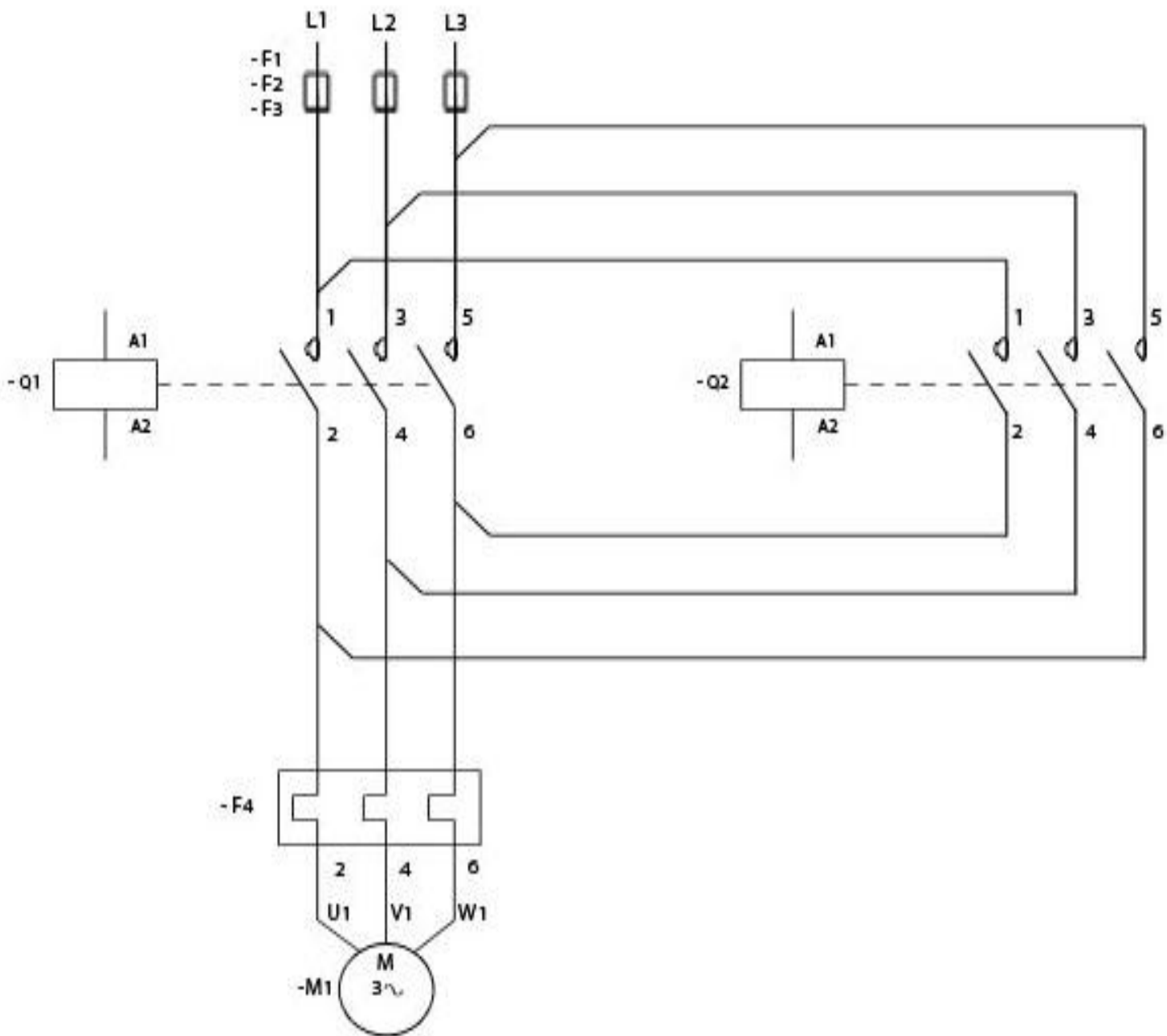
$$R = U^2 / W_{vk} = 230V^2 / 200W = 264,5\text{ohm}$$

$$W/Vk\text{pr.m} = W_{vk} / L_{vk} = 200W / 17\text{m} = 11,76W$$

Motorstyring: Styrestrømskjema



Hovedstrømskjema:



Risikoanalyse

Dokumentasjon: utarbeidet nødvendig dokumentasjon for utførelse av jobben

HMS-Prosedyrer:

- Vurder om det er behov for å utarbeide anleggsspesifikke HMS-prosedyrer. Spesiell risiko ved arbeid i store høyder, kummer etc.
- Sørg for at førstehjelpsutstyr og verneutstyr er tilgjengelig før arbeidet starter og at du har fått nødvendig opplæring, instruksjon og øvelse. Verneutstyr skal kontrolleres før bruk. Følg bedriftens rutiner for bruk av verneutstyr.
- Planlegg hvordan arbeidet skal gjøres. Arbeidsområdet skal være sikret og ryddet før arbeidet starter. Vurder om arbeidet kan gjennomføres på en trygg og sikker måte
- Gardintrappa skal være stødig
- og ha brede, gode trinn. Trinnene skal ha gli sikring og trappen skal være sikret mot sammen klapping
- Det skal etableres to sikkerhetsbarrierer
- Har riktig verktøy for å utføre oppdraget (eks AUS)

FKE:

- Vurder kompetansekrav iht oppgavens art. Sjekk bedriftens internkontrollsystem, rutiner og kompetanseoversikt.

Valg av verktøy:

- Avisoleringstang
- Utsparingstang
- Momentnøkkel
- Bormaskin med Bitz
- Vater
- Eurotester
- Multimeter
- Laservater
- Krympetang

Sluttkontroll:

- Måle kontinuitet. Samsvar målinger med formen ($\rho \cdot l/A$)
- Måle isolasjonsresistansen. $> 1 \text{ohm}$
- Kontrollere at alle tilkoblinger er godt tilskrudd
- Teste spenningen
- Måle I_{k1pmin} og I_{k3pmax}
- Måle faserotasjon
- Verifisere at brytere og termostat virker
- Test kjøre motor
- Skrive kursfortegnelse
- Skrive samsvarserklæring
- Megge VK og måle resistansen
- Skrive samsvarserklæring for VK
- Rydde anlegget
- Dokumentasjon plasseres i fordeling

Fremdriftsplan

Dag1	Dag2	Dag3	
Planlegge jobben, avtale hvem som skal gjøre hva	Fortsette på evt styrestrøm. Hovedstrøm motor. Montere bokser	Demontere anlegget	
Valg av utstyr og materiale	Trekke ferdigtrukket rør. Komplettere lys og stikk.	Evaluering	
Montere inntaksskap og montere vern med målesløyfe og inntakskabel/ Styrestrøm for motor	Komplettere. Utføre verifikasjon		

REFERANSER:

-El-tilsynsloven.

-Forskrift for elektriske lavspenningsanlegg (FEL).

-Forskrift om kvalifikasjoner for elektrofagfolk. (FKE)

-Direktoratet for samfunnssikkerhet og beredskap (DSB).

-Forsikringssselskapenes godskjenningsnevn (FG).

-Post og teletilsynet.(PT)

-Nek 400:2010.

-Montørhåndboken 2010.

-TEK 10.

-Norsk Standard.

Materialiste med EI-nr:

Utstyrsliste: Minifagprøve					
Rom	Type	Effekt	Plassering	EI-Nr	Service/vedlikehold Dato/sign
Kjøkken/komfyr	Teknisk stikk PV	3680 watt	150mm over ferdig gul	5911540	
Kjøkken/kjøleskap	Stikk Dobb m/jord	3680 watt	150mm over ferdig gul	1511731	
Kjøkken/innredning	AVR17.10	1 x 18watt	Under kjøkkenskap	3220551	
Kjøkken	AVD550.2369E	2 x 36watt	i tak	3101600	
Kjøkken	Takboks	-----	i tak	1221418	
Kjøkken	Serievender	-----	1000mm over f/gulv	1411953	
Bad	Fenix VK	260watt	Bad	1039209	
Bad	2p bryter PV	-----	1000mm over f/gulv	1411955	
Bad	Armatyr m/stikk	1 x 36watt	over speil	1565446	
Bad	Termostat T2500	3680 watt	1000mm over f/gulv	5591601	
Tc klammer					
Elektrikerskruer					
Castorklammer					
PR 2x2,5mm ²					
PR 2x1,5mm ²					
PFXP 3x 4mm ²					
XP 4x10mm ²					
Samleskinne					

Glemt på liste:

- -Jordstrømpe
- -Endehylser
- -1x 4x 16A vern Ck kar
- -1x 1p16A vern Bk kar
- -4x 1p10A vern Bk kar
- -Rkk 10mm²
- -Samleskinne
- -4x10mm² PFXP
- -PR 2x2,5mm²
- -PFXP 4x4mm²

Oversikt over vedlegg:

- Rapport fra risikovurdering
- Samsvarserklæring for Varmekabel
- Samsvarserklæring for installasjonen
- Bruksanvisninger for Termostat
- Dokumenter for Motor
- Bilde av ferdiglagd Varmekabel
- Dokumentasjon av vern fra ABB

Intelligent innovasjon Nye krav gir nye løsninger

Nye karakteristikk for bolig

NEK400, 2010 setter strengere krav til beskyttelse av ledere. ABB utvider System Pro M compact® med nye jordfeil-automater som tilfredsstillt kravene til boliginstallasjon i NEK 400, 823.

De nye nøyaktige karakteristikkene for overbelastningsbeskyttelse gjør det enkelt å tilfredsstille kravet: $I_2 \leq I_z$ samtidig som de beholder de samme kortslutningsegenskapene som B- og C-karakteristikk har fra før.

For å gjøre det enkelt har karakteristikkene fått navnene Bk og Ck, der B og C er som før når det gjelder evnen til å tåle startstrømmer o.l.

Fordelen er at du kan fortsette å bruke kombinasjonen amperestørrelse og tverrsnitt som før. F.eks. 16A til 2,5mm². Se tabellen under som viser maks amperestørrelse ved 23°C omgivelsestemperatur rundt lederne ved de forskjellige forlegningsmetodene

2-ledere	A1	A2	C
Tverrsnitt	Maks amp.str.	Maks amp.str.	Maks amp.str.
1,5mm ²	13	10	16
2,5mm ²	16	16	20
4mm ²	20	20	32

3-ledere	A1	A2	C
Tverrsnitt	Maks amp.str.	Maks amp.str.	Maks amp.str.
1,5mm ²	10	10	13
2,5mm ²	16	13	20
4mm ²	20	20	25

Grunnen til at det har blitt så enkelt er at Bk- og Ck-karakteristikken har en garantert øvre utløststrøm $I_2 = 1,2 \times I_n$. ABB har lang erfaring med produksjon av en slik karakteristikk fra tidligere og vi vet at dette gir god kabelbeskyttelse.

Med fokus på sikkerhet

Disse jordfeilautomatene er ikke spenningsavhengige og gir dermed full beskyttelse mot jordfeilstrom, både ved brudd i nøytralleder/faseleder, og ved redusert fasespenning.

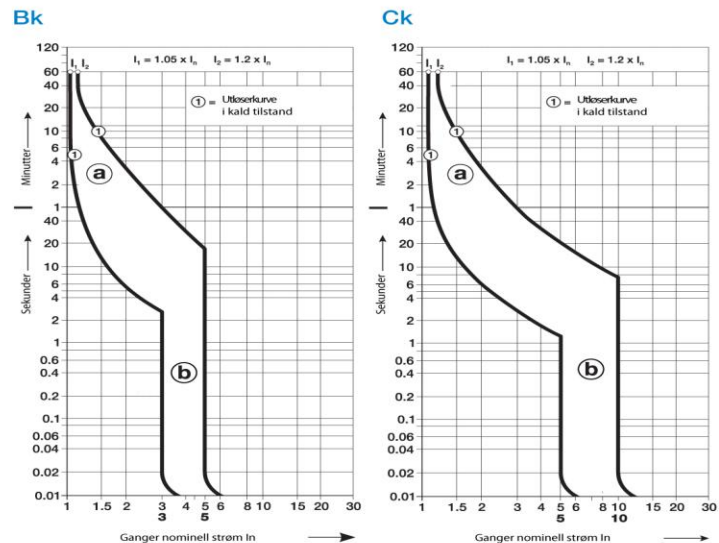
For å forenkle tilkoblingen er samleskinnene plassert slik at du får enkel tilgang til utgående tilkobling i front. Dette gjør at du kan tilkoble opp til 25mm² uten fare for at isolasjonen kommer i klem.

DS202C - Kompakt utførelse gir maksimal beskyttelse i kun 2 moduler

Med bare 2 moduler tilfredsstillt DS202C-serien alle beskyttelsesbehov. DS202C beskytter mot jordfeil og overbelastning/kortslutning i begge faser i en enkelt enhet. Den har 10 kA bryteevne, i overensstemmelse med IEC 61009-1-standarden.

Man kan velge mellom 2 ulike karakteristikk - Bk og - Ck, og for hver av disse mellom 7 merkestrømmer - 6, 10, 13, 16, 20, 25 og 32 A.

Alle DS202C er av type A: for vekselstrøm og/eller pulserende strøm med DC-komponenter, og er dermed egnet for installasjoner med laster som inneholder elektroniske likerettere, eller til kretser som endrer på spenning og strøm (hastighet, tid, lysstyrke, osv.).



Produktoversikt



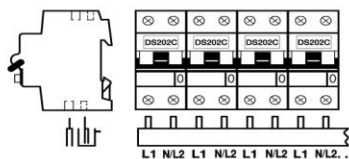
Jordfeilautomat DS202C 2P, Bk-karakteristikk, I_{cn}=10kA (iht. EN 61009) Type A

El.nr.	Nominell jordfeilstrom I _{nΔ} mA	Merkestrøm I _n A	Varenavn	ABB varenummer
1653761	30	6	DS202C M Bk6 A30	2CSR272140R1062
1653762	30	10	DS202C M Bk10 A30	2CSR272140R1102
1653763	30	13	DS202C M Bk13 A30	2CSR272140R1132
1653764	30	16	DS202C M Bk16 A30	2CSR272140R1162
1653765	30	20	DS202C M Bk20 A30	2CSR272140R1202
1653766	30	25	DS202C M Bk25 A30	2CSR272140R1252
1653767	30	32	DS202C M Bk32 A30	2CSR272140R1322



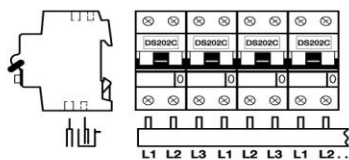
Jordfeilautomat DS202C 2P, Ck-karakteristikk, I_{cn}=10kA (iht. EN 61009) Type A

El.nr.	Nominell jordfeilstrom I _{nΔ} mA	Merkestrøm I _n A	Varenavn	ABB varenummer
1653771	30	6	DS202C M Ck6 A30	2CSR272140R1063
1653772	30	10	DS202C M Ck10 A30	2CSR272140R1103
1653773	30	13	DS202C M Ck13 A30	2CSR272140R1133
1653774	30	16	DS202C M Ck16 A30	2CSR272140R1163
1653775	30	20	DS202C M Ck20 A30	2CSR272140R1203
1653776	30	25	DS202C M Ck25 A30	2CSR272140R1253
1653777	30	32	DS202C M Ck32 A30	2CSR272140R1323



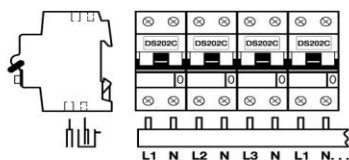
Samleskinner til DS202C 2-faser/1+N

El.nr.	Beskrivelse	Varenavn	ABB varenummer
1665923	SKINNE, L1,L2.. 12MOD, 10MM ²	PS 2/12A	2CDL220010R1012
1665921	SKINNE, L1,L2.. 58MOD, 16MM ²	PS 2/58/16A	2CDL220010R1658



3-faser/IT

El.nr.	Beskrivelse	Varenavn	ABB varenummer
1665930	SKINNE, L1,L2,L3.. 12MOD, 10MM ²	PS 3/12A	2CDL230010R1012
1665931	SKINNE, L1,L2,L3.. 60MOD, 16MM ²	PS 3/60/16A	2CDL230010R1660



3-faser+N/TN

El.nr.	Beskrivelse	Varenavn	ABB varenummer
1665945	SKINNE, L1,N,L2,N,L3,N.. 12MOD, 10MM ²	PS 4/12NA	2CDL240023R1012
1665946	SKINNE, L1,N,L2,N,L3,N.. 58MOD, 16MM ²	PS 4/58/16NA	2CDL240023R1658