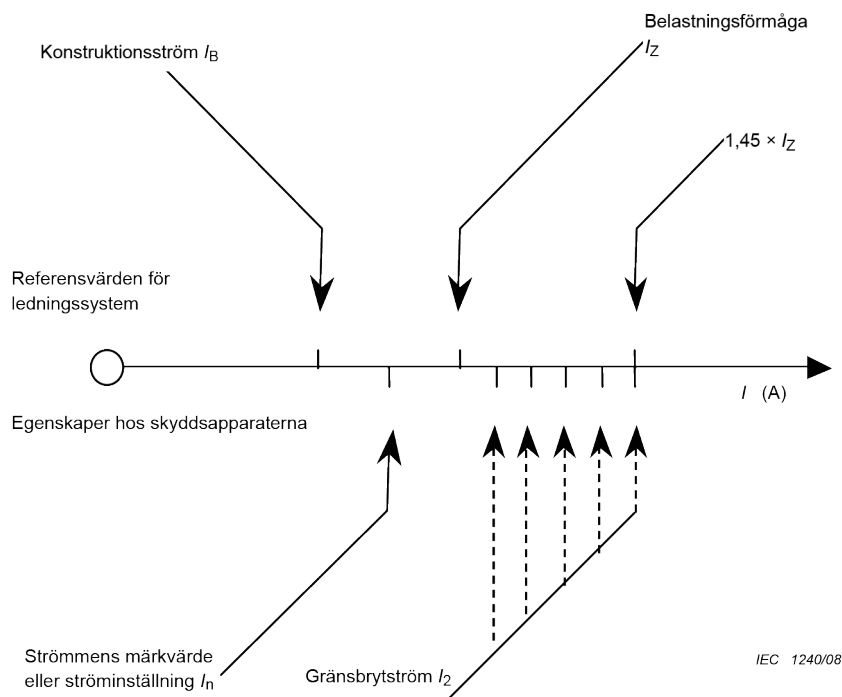


Sambandet mellan strömmarna visas i figuren nedan



Figur 5.2: Villkoren 1 och 2 för skydd mot överlastström

Av andra villkoret kan vi även se att överlastskyddet inte säkerställer frångoppling av alla överlastströmmar. Kravet på frångoppling ska säkerställa att överströmmar som är större än 45 % av ledarens belastningsförmåga automatiskt frångopplas. Om överströmmen blir mindre än överlastskyddets funktionsström, I_2 , är det inte säkerställt att frångoppling sker innan skada uppkommer. Med andra ord; ett överlastskydd ger inte ett fullständigt skydd, framför allt inte om överströmmen är relativt liten.

Av nu nämnda skäl är det ytterligare viktigt att konstruktör och användare är överens om de normala belastningsströmmarnas storlek för de olika kretsarna. Ett sätt att minska risken för termisk skada kan helt enkelt vara att välja en grövre area. Detta ger även en bättre driftekonomi genom minskad effektförlust.

Utdrag ur Elinstallationsreglerna

433.1 Samordning mellan ledare och överlastskydd

Skydd som anordnas i enlighet med detta avsnitt säkerställer inte ett fullständigt skydd i vissa fall, till exempel mot kvarstående överströmmar som är mindre än I_2 . För dessa fall bör val av en kabel med större ledararea övervägas.

Osäkerhet om högsta belastningsström kan vara skäl till att välja en grövre area. Men man måste även beakta att ett överlastskydd som belastas med en överström kan medföra termisk skada och även driftstörningar.

5.4 Dvärgbrytare som överlastskydd

För dvärgbrytare utförda enligt SS-EN 60898 gäller att gränsutlösningssströmmen får vara högst $1,45 \times$ dvärgbrytarens märkström. Se även SEK Handbok 453. Märkströmmen är refererad till $+30^\circ\text{C}$ omgivningstemperatur. Vid andra omgivningstemperaturer krävs omräkningsfaktorer. Principen är att om omgivningstemperaturen är lägre blir brytaren trögare och är den högre blir den snabbare.

Se bilaga A, avsnitt A.1.1, om dvärgbrytare som överlastskydd.

Därmed kan andra villkoret, när dvärgbrytare används som överlastskydd, skrivas som

$$I_n \times 1,45 \leq 1,45 \times I_z$$

vilket även ger att

$$I_n \leq I_z$$

Det vill säga att för en dvärgbrytare får dess märkström vara högst lika med ledarens belastningsförmåga. Se även tabell 5.1.

När dvärgbrytare används som överlastskydd kan i vissa fall ledarens belastningsförmåga nyttjas till 100 %. Detta till skillnad från när smältsäkring används som överlastskydd.

Tabell 5.1 – Samband mellan dvärgbrytarens märkström I_n och ledarens belastningsförmåga I_z när dvärgbrytaren utgör överlastskydd

Dvärgbrytarens märkström (A)	Minsta belastningsförmåga I_z för ledaren (A)
6	6
8	8
10	10
13	13
16	16
20	20
25	25
32	32
40	40
50	50
63	63
80	80
100	100
125	125

5.5 Effektbrytare som överlastskydd

För effektbrytare utförda enligt SS-EN 60947-2 gäller att gränsutlösningssströmmen för brytarens långtidsutlösare ska fränkoppla för en ström av $1,3 \times$ brytarens märkström alternativt inställt värde på långtidsutlösaren. Faktorn 1,3 är mindre än andra villkorets faktor 1,45 vilket medför att effektbrytarens inställda värde på överlastutlösaren får vara lika med, men inte högre än ledarens belastningsförmåga. Det samma gäller även när motorskydds brytare och andra motorskydd används som överlastskydd. Men för dessa apparater gäller att I_2 inte får vara högre än $1,2 \times$ inställt värde.

Se bilaga A, avsnitt A.2.1 om inställning av effektbrytare när den används för överlastskydd av ledare.

5.6 Smältsäkringar som överlastskydd

För smältsäkringar gäller att gränsbrytströmmens värde kan tas lika med provströmmens största värde enligt tabell A.2 hämtat i bilaga A, avsnitt A.3. Till skillnad från dvärgbrytare som har en fast faktor för att beräkna gränsutlösningssströmmen i förhållande till märkströmmen, skiljer sig faktorn åt mellan märkströmmar när det gäller smältsäkringar. För större märkströmmar är faktorn $1,6 \times$ märkströmmen men för en smältsäkring med märkström 10 A är faktorn 1,9. Även provtiden skiljer mellan märkströmmar.

Med utgångspunkt från faktorerna i tabell A.2 kan man lösa ut I_Z ur andra villkoret i avsnitt 5.3 och skapa en tabell, se tabell 5.2. För en smältsäkring med märkström 10 A gäller att minsta erforderliga belastningsförmåga blir:

$$I_Z = \frac{I_2}{1,45} = \frac{10 \times 1,9}{1,45} = 13,1 \text{ A}$$

När smältsäkringar används som överlastskydd kan ledaren inte användas till 100 % av dess belastningsförmåga. Man får en liten marginal. För en smältsäkring med märkström 63 A gäller att belastningsförmågan måste vara minst 70 A, se tabell 5.2. Denna marginal på cirka 10 % har ansetts ge cirka 20 °C lägre ledartemperatur.

Därmed kan sägas att smältsäkringar i sig ger en viss ekonomisk drift. Effektförlusterna i kretsen blir mindre då ledaren inte nyttjas fullt.

Tabell 5.2 – Samband mellan säkringens märkström och ledarens belastningsförmåga I_Z när säkringen utgör överlastskydd

Säkringens märkström (A)	Minsta belastningsförmåga I_Z för ledaren (A)	Säkringens märkström (A)	Minsta belastningsförmåga I_Z för ledaren (A)
4	6	100	110
6	8	125	138
10	13	160	177
13	14	200	221
16	18	250	276
20	22	315	348
25	28	400	441
32	35	500	552
35	39	630	695
40	44	800	883
50	55	1000	1103
63	70	1250	1379
80	88		

Exempel 5.A

Den dimensionerande konstruktionsströmmen, I_B är fastställd till 52 A. Vilken blir den minsta erforderliga belastningsförmåga, I_Z , när

- 1/ Säkring används som överlastskydd?
- 2/ Dvärgbrytare används som överlastskydd?
- 3/ När effektbrytare används som överlastskydd?

Lösning

- 1/ Belastningsförmågan får inte vara mindre än värdet i tabell 5.2, det vill säga 70 A.
- 2/ Belastningsförmågan får inte vara mindre än dvärgbrytarens märkström och lägsta märkström för dvärgbrytare när lasten är 52 A blir 63 A, det vill säga 63 A. Se tabell 5.1.
- 3/ Om effektbrytaren har en långtidsutlösare som kan ställas på 52 A är detta värde även tillräckligt som belastningsförmåga. I annat fall blir effektbrytarens märkström lika med minsta erforderliga belastningsförmåga.

Exempel 5.B

Belastningsförmågan, I_Z , för en given ledare är fastställd till 12 A. Bestäm högsta märkström för överlastskyddet

1/ Dvärgbrytare används som överlastskydd

2/ Smältsäkring används som överlastskydd

Lösning

1/ Enligt tabell 5.1 blir högsta märkström 10 A.

2/ Enligt tabell 5.2 blir högsta märkström 6 A.

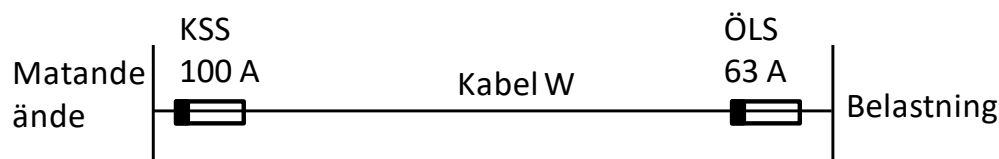
5.7 Placering av överlastskydd

Ett överlastskydd ska detektera en överlastström, det vill säga en överström som inte är orsakad av kortslutning eller jordfel. Överlastströmmen kommer att vara lika stor i hela strömkretsen och överlastskyddet kan därför placeras var som helst inom strömkretsen. Men det förutsätter att kretsens inmatningspunkt har ett kortslutningsskydd som detekterar och frångopplar kortslutningar och jordfel.

Alternativt, om kretsen saknar kortslutningsskydd, får kabelns längd fram till överlastskyddet inte överstiga 3 m. Det förutsätter då att kabeln inte är förlagd mot brännbart material.

Se även avsnitt 433.2 i Elinstallationsreglerna.

Exempel 5.C



Figur 5.3: Exempel på placering av överlastskydd

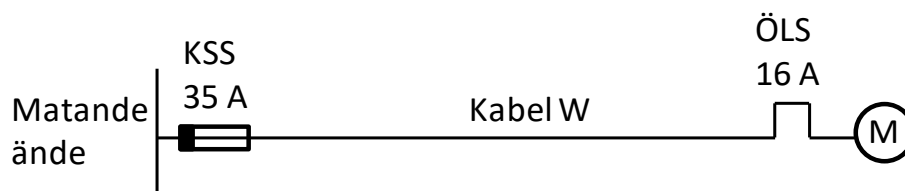
Överlastskyddet med märkströmmen 63 A för kabel W är placerad i belastningsändan.

Kortslutningsskyddet med märkström 100 A är placerad i kabelns inmatningspunkt.

Belastningsförmågan för kabelns ledare får bestämmas med smältsäkringen med märkströmmen 63 A som grund. Utan hänsyn till andra faktorer måste belastningsförmågan vara minst 70 A enligt tabell 5.2 ovan. Se även bilaga B, exempel B.7.

5.8 Undantag från reglerna om placering av överlastskydd (422.3.10)

Enligt de grundläggande reglerna får ett överlastskydd placeras var som helst längs kabeln. I figuren nedan används motorskyddet som överlastskydd för kabeln vars belastningsförmåga, utan hänsyn till andra faktorer, minst måste vara 16 A.



Figur 5.4: Motorskydd som överlastskydd för ledare

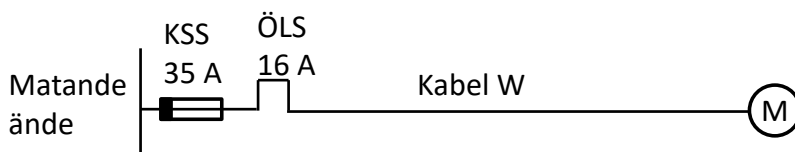
Men i utrymmen där det råder förhöjd brandrisk beroende på materiel som bearbetas eller lagras, till exempel inom snickerier, ska överlast- och kortslutningsskydd vara placerade i kabelns matande ände.

Utdrag ur Elinstallationsreglerna

422.3.10

Kablar som matar eller passerar genom ett utrymme där det anses finnas brandfara (BE2) ska vara skyddade mot överlast och kortslutning med skyddsanordningar som är placerade utanför utrymmet på matningssidan. Kablar som matas från utrymmet ska vara skyddade mot överlast och kortslutning vid matningskällan.

Detta innebär att både kortslutningsskyddet, smältsäkringen, och överlastskyddet, i detta fall motorskyddet, ska placeras i matande ände.



Figur 5.5: Placering av överlastskydd i utrymme med brandfara

Om man av drifttekniska skäl ändå vill placera överlastskyddet ute vid motorn måste man förfara på följande sätt.

Säkringen med märkström 35 A används som överlastskydd och kortslutningsskydd. Belastningsförmågan måste då vara minst 39 A enligt tabell 5.2. Motorskyddet ställs in på motorns märkström men utgör inte överlastskydd för kretsen.

5.9 Utelämnande av överlastskydd (433.3)

I avsnitt 433.3 i Elinstallationsreglerna finns fyra fall uppräknade då överlastskydd inte erfordras. Dessa undantag får dock inte tillämpas i brand- eller explosionsfarliga utrymmen. Utelämnande av överlastskydd förutsätter att användaren inte kan utöka effektuttaget och därmed kan normalt inte uttag användas när skydd mot överlastström utelämnas. Som tidigare beskrivits kan överlastskydd utelämnas för fast anslutna resistiva belastningar som elradiatorer, elpannor och liknande laster där det normalt inte kan uppkomma någon överlastström. Om farlig kortslutningsström kan uppkomma ska dock ledningen vara skyddad mot kortslutning.

Exempel 5.D

En elpanna med märkeffekten 36 kW har märkströmmen 52 A. Närmast större märkström för överströmsskydd är 63 A. Om smältsäkring ska användas som överlastskydd måste matande ledning minst ha en belastningsförmåga om 70 A.

Men i detta fall kan ledarens belastning anses stå under sådan kontroll som anges i avsnitt 433.3.1 b) att skadlig överbelastning kan anses vara begränsad till ett minimum. Då kan belastningsförmågan direkt bestämmas mot märkströmmen, det vill säga konstruktionsströmmen, I_B , får inte vara större än ledarens belastningsförmåga, I_Z .

$$I_B \leq I_Z$$

Minsta belastningsförmåga utan hänsyn till andra faktorer blir 52 A. Överströmsskyddet med märkström 63 A dimensioneras enbart som kortslutningsskydd. Se även bilaga B, exempel B.9.

6 Belastningsförmåga hos en ledare i normal drift

6.1 Grundläggande principer

Med belastningsförmåga avses värdet av den ström som en ledare kontinuerligt kan belastas med under givna förläggnings- och omgivningsförhållanden utan att ledartemperaturen överskrider det tillåtna värdet för kontinuerlig drift. En ledares belastningsförmåga med hänsyn till aktuellt förläggningssätt betecknas I_Z .

Högsta drifttemperatur hos ledare är vanligen 70 °C respektive 90 °C, beroende på materialegenskaperna hos ledarnas isolering. Se även tabell 52B.1 i Elinstallationsreglerna.

De grundläggande villkoren för en ledares belastningsförmåga är angivna i avsnitt 523 i Elinstallationsreglerna.

Tabeller med belastningsförmåga för några vanliga ledar- och isolermaterial samt förläggningssätt finns i bilaga 52B i Elinstallationsreglerna. Det kan vara av stor betydelse att läsa förutsättningarna för dessa tabeller för att säkerställa att den aktuella installationsmetoden överensstämmer med förutsättningarna för de olika tabellerna. Vanliga ledarmateriel är koppar och aluminium där aluminiumledare har cirka 75 % av motsvarande kopparledares belastningsförmåga.

Som komplement till Elinstallationsreglerna finns i bilaga B till denna handbok tabeller med belastningsförmåga för flexibla kablar och sladdar av klass 5 och 6 samt för styrkablar och ALUS-ledningar.

ANM – Flexibla kablar och sladdar med fintrådiga ledare har ledare av klass 5 och 6 enligt SS-EN 60228.

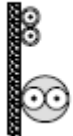
Tabellvärdena med belastningsförmåga kan behöva omräknas med hänsyn till

- Anhopning med andra kablar/rör
- Omgivningstemperaturen i obelastat tillstånd
- Antalet belastade ledare inom ett rör eller i en kabel
- Markens termiska resistivitet

Omräkningsfaktorer finns i bilaga 52B i Elinstallationsreglerna.

I Elinstallationsreglerna finns en tabell med en översikt som visar på vilka tabeller som kan bli aktuella för att hämta belastningsförmåga och omräkningsfaktorer, tabell 52B.1

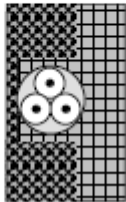
Tabell 52B.1 – Översikt över förläggningssätt

Förläggningssätt		Tabell och kolumn						
		Belastningsförmåga för enstaka kretsar					Omräkning för omgivnings-temperatur	Omräkning för anhopning
		PVC-isolerad		PEX- / EPR-isolerad		Mineral-isolerad		
		Antal parter						
		2	3	2	3	1, 2 och 3		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
 En- eller flerledar-kabel på trävägg	C	52B.2 Kol 6	52B.4 Kol 6	52B.3 Kol 6	52B.5 Kol 6	70 °C-Mantel 52B.6 105 °C-Mantel 52B.7	52B.14	52B.17

Figur 6.1: Utdrag ur tabell 52B.1 i Elinstallationsreglerna

Tabellen är ett stöd för att finna tabeller som kan användas för den aktuella installationsmetoden.

Om den aktuella installationsmetoden, förläggningssättet, inte finns angivet i tabell 52B.1 kan man med hjälp av tabell 52A.3 finna exempel på andra installationsmetoder med hänvisning till motsvarande förläggningssätt.

Typnummer	Installationsmetod	Beskrivning	Referensmetod för installation vid framtagning av belastningsförmåga (se bilaga 52B)
1	2	3	4
57		En- eller flerledarkabel direkt i murvägg med en värmeledningsförmåga som ej är större än 2 K·m/W Utan extra skydd mot mekaniskt skada ¹²⁾	C

Figur 6.2: Utdrag ur tabell 52A.3 i Elinstallationsreglerna som visar på andra installationsmetoder än de som finns i tabell 52B.1

Tabell 52A.3 ska vara ett stöd vid framtagande av belastningsförmåga för installationsmetoder som det inte finns tabeller för.

6.1.1 Beräkningsmetoder

När man ska bestämma en given ledares belastningsförmåga kan man beräkna belastningsförmågan med följande formel:

$$I_Z = I_{Z\text{tab}} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_n \quad (\text{Formel 6.1})$$

där

I_Z är ledarens omräknade belastningsförmåga

$I_{Z\text{tab}}$ är belastningsförmåga hämtat i aktuell tabell i Elinstallationsreglerna (tabell 52B.2 – 52B.13)

k_1 och k_2 är omräkningsfaktorer för anhopning och omgivningstemperatur. k_n är andra omräkningsfaktorer som påverkar belastningsförmågan.

I de fall man känner till märkström/inställning på överströmsskyddet eller, i de fall man kan utelämna skydd mot överlastström, värdet på konstruktionsström, I_B , kan man beräkna erforderlig belastningsförmåga med följande formel.

$$I_{Z\text{erf}} = \frac{I_{Z\text{min}}}{k_1 \cdot k_2 \cdot k_n} \quad (\text{Formel 6.2})$$

där

$I_{Z\text{erf}}$ är minsta erforderliga belastningsförmåga. Används för att bestämma minsta erforderliga area med hänsyn till belastningsförmåga. Vald ledare måste ha en belastningsförmåga enligt tabell som är minst lika med minsta erforderliga belastningsförmåga $I_{Z\text{erf}}$.
Se tabellerna 52B.2 – 52B.13 i Elinstallationsreglerna.

$I_{Z\text{min}}$ är minsta belastningsförmåga med hänsyn till konstruktionsströmmen eller överströmsskyddet. Se tabell 5.1 eller 5.2 för exempel.

k_1 och k_2 är omräkningsfaktorer för anhopning, omgivningstemperatur med flera.

6.2 Antalet belastade ledare i en krets

Tabellerna i Elinstallationsreglernas bilaga 52B finns med två respektive tre belastade ledare. Till antalet ledare i en krets räknas de som överför en belastningsström. För tre symmetriskt belastade linjeledare flyter i normalfallet ingen ström i neutralledaren. Om strömmen i en av linjeledarna är mindre än i de övriga linjeledarna, det vill säga; osymmetrisk last, uppkommer en ström i neutralledaren. Denna ström motsvaras dock av den reducerade strömmen i linjeledaren varför tabellvärdena för tre belastade ledare även kan användas vid osymmetrisk last. Se även avsnitt 523.6.2 i Elinstallationsreglerna.

För mer om strömmar i neutralledaren, se avsnitt 6.5.

Om antalet belastade ledare för en krets avviker från tabellernas förutsättningar kan omräkning av belastningsförmågan göras med följande formel.

$$I_{Zn} = I_{Z3} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{n}{3}}} \approx I_{Z3} \cdot \frac{1,73}{\sqrt{n}} \quad (\text{Formel 6.3})$$

där

I_{Zn} är belastningsförmågan i kretsen med n strömförande ledare

I_{Z3} är belastningsförmågan hos en krets med 3 strömförande ledare

n är antalet samtidigt strömförande ledare inom kretsen

Se även exempel B.12.

6.3 Olika förläggningssätt

En ledare kommer normalt att installeras på olika sätt, på vägg, i vägg, mot tak eller kanske på stege. De olika installationsmetoderna kommer att medföra att ledaren har olika belastningsförmåga på de skilda sträckorna inom installationen. Man måste därvid finna den installationsmetod som har sämst förutsättning, det vill säga ger minsta belastningsförmåga. Ett visst förläggningssätt kan i tabell ha en högre belastningsförmåga än i jämförelse med ett annat förläggningssätt. Men det första förläggningssättet kan ha lägre omräkningsfaktor, bland annat beroende på anhopning med andra kablar och omgivningstemperatur. Man kan därför inte generellt säga att kabel i mark har bättre belastningsförmåga än kabel i byggnad. En översikt av de olika förläggningssätten redovisas i tabell 52A.3 i Elinstallationsreglernas bilaga 52A.

6.4 Minimiarea

Kraven på minimiarea i Elinstallationsreglerna grundas i första hand på mekanisk hållfasthet och inte belastningsförmåga.

För spänningssatta ledare finns i tabell 52.2 i Elinstallationsreglerna minimiarea för några olika typer av ledningssystem. För kraft- och belysningskretsar anges att ledararean inte får vara mindre än 1,5 mm² för kopparledare respektive 16 mm² för aluminiumledare. Detta gäller även för neutralledare då denna är definierad som spänningssatt ledare.

När det gäller neutralledare i övrigt finns fordringar i avsnitt 524.2 och 431.2.1 i Elinstallationsreglerna, se nedan.

6.5 Särskilt om neutral- och PEN-ledare

Neutralledare och PEN-ledare är ledare som för normala driftströmmar. Grundprincipen är att om dessa ledare har samma ledararea och material som tillhörande linjeledare och dessa linjeledare är skyddade mot överström anses även neutral- och PEN-ledare vara skyddade mot överström.

Fordringar när det gäller belastningsförmåga för neutralledare finns i avsnitt 524 i Elinstallationsreglerna. I enlinjekretsar ska neutralledare ha samma ledararea som tillhörande linjeledare.

I flerlinjekretsar ska neutralledare ha samma area som tillhörande linjeledare upp till och med 16 mm². För grövre area på linjeledare tillåts mindre area på neutralledaren under förutsättning att den är minst 16 mm² och har en överströmsdetektering som fränkopplar strömmen i linjeledarna vid överlast.

Kravet på överströmsdetektering gäller även när PEN-ledare har mindre area än tillhörande linjeledare. Se avsnitt 431.2.1 Elinstallationsreglerna om överströmsdetektering och fränkopplingskrav.

PEN-ledaren är även en skyddsjordsledare och omfattas då även av regler i kapitel 54 i Elinstallationsreglerna med specifika regler i avsnitt 543.4. PEN-ledare i fasta installationer i TN-system ha en area av minst 10 mm² koppar eller 16 mm² aluminium.

Om neutralledaren för en ström som inte har motsvarande minskning av strömmen i linjeledarna måste belastningsförmågan korrigeras. Sådana strömmar kan uppkomma vid betydande övertoner i trelinjekretsar, till exempel i installationer med frekvensstyrda motorer, switchade nätaggregat och andra liknande belastningsobjekt. I bilaga 52E i Elinstallationsreglerna finns anvisningar om hantering av övertonernas inverkan på belastningsförmågan och omräkningsfaktor för att ta hänsyn till detta. I bilagan finns även ett exempel på användning av omräkningsfaktorer för övertonsströmmar, exempel 52E.2.

6.6 Belastningsförmåga för kanalskenfördelningar

Belastningsförmåga för kanalskenfördelningar hämtas från respektive tillverkares dokumentation för dimensionering.

6.7 Beräkningsexempel belastningsförmåga och skydd mot överlastström

Beräkningsexempel när det gäller belastningsförmåga och skydd mot överlastström finns i bilaga B, avsnitt B.4.