

PJØ-JPK/BLU

18. september 1995

Dok. nr.

30771

BLÅT NOTAT

**KRAFTVÆRKSSPECIFIKATIONER
FOR
PRODUKTIONSANLÆG
< 2 MW**

**(Gældende for både elværksejede og ikke el-
værksejede anlæg, dog ikke vindmøller)**

HISTORISK

Indhold	side
1. Indledning	1
1.1 Gyldighedsområde	1
1.2 Formål	1
1.3 Grundlag	1
1.4 Opbygning	2
1.5 Ansvarlig	2
1.6 Myndighedskrav, normer og standarder	2
2. Effekt	3
2.1 Definitioner	3
2.2 Overbelastningsevne	3
2.3 Teknisk minimum	3
2.4 Referencebetingelser	3
3. Frekvensforhold	4
4. Spændingsforhold	5
4.1 Definitioner	5
4.2 Drift ved normale spændinger	6
4.3 Kontinuert drift/start ved lave spændinger	6
4.4 Spændingsregulator for synkrogeneratorer	7
4.5 Tilladelige spændingsvariationer ved lastændringer og ved ind- og ud- kobling	7
4.6 Systemjordinger	7
5. Effektregulering	8
6. Egenforsyningsanlæg	8
6.1 Elektriske koblinger	8
6.2 Krav til egenforsyningsanlæg og hjælpeanlæg under netfejl	8
7. Blok- og område-ø-drift	9
7.1 Definitioner	9
7.2 Krav til blok- og område-ø-drift	9
8. Beskyttelse	9
8.1 Genindkobling i nettet	10
8.2 Asynkron sammenkobling (synkrogenerator)	11
9. Levetidsspecifikation	11
10. Eftervisning og prøver	12
11. Referencer	12

1. Indledning

1.1 Gyldighedsområde

Kraftværksspecifikationerne skal følges ved ny- og ombygning af såvel elværksejede som ikke elværksejede produktionsanlæg, der skal tilsluttes det jysk-fynske elsamarbejde. Kraftværksspecifikationerne gælder dog ikke for vindmøller.

1.2 Formål

Formålet med Kraftværksspecifikationerne er at give de projekterende ensartede dimensioneringskrav vedrørende de egenskaber, som er væsentlige for systemets drift i henseende til forsyningssikkerhed, driftssikkerhed og elkvalitet på såvel kort som langt sigt. Specifikationerne skal også sikre den bedst mulige udnyttelse af den investerede kapital. Dette inkluderer bl.a. en afbalancering af kravene til de forskellige anlægstyper.

Gennem Kraftværksspecifikationerne sker også en opsummering af den indsamlede viden ved bygning af anlæg og driften af systemet.

De egenskaber, som anlægget sikres gennem Kraftværksspecifikationerne, skal opretholdes gennem hele anlæggets levetid ved vedligeholdelse og kontrol.

Specifikationerne er at betragte som minimumskrav. Hvor bedre egenskaber kan opnås uden større omkostninger, bør dette sikres.

1.3 Grundlag

De foreliggende krav bygger på de oprindelige Kraftværksspecifikationer fra 1977 ARN-77/179 "Kraftværksspecifikationer for effektudbygningen i 80'erne" med revision i 1987 (notat S87-56g). I kravene er indarbejdet erfaringen med de tidligere specifikationer. Der er ved udarbejdelsen lagt vægt på at koordinere med og anvende erfaring fra både Nord- og UCPTE-samarbejderne.

I ELSAMs baggrundsnotat "Systemkrav til produktionsanlæg" (ref. 1) er ELSAMs samlede krav til de tilsluttede enheder beskrevet. Bagest i baggrundsnotatet er der anført en udførlig referenceliste.

Bemærkning:

UCPTE:

Union pour la coordination de la production et du transport de l'électricité. Elsamarbejde i Vesteuropa.

Nordel: Elsamarbejde mellem Danmark, Sverige, Norge, Finland og Island.

1.4 Opbygning

Nærværende kraftværksspecifikationer omfattende området 0-2 MW er udarbejdet på baggrund af baggrundsnotatet "Systemkrav til produktionsanlæg", ref. 1.

Ud over nærværende specifikationer for anlæg < 2 MW findes der specifikationer for følgende anlægstyper og -størrelser:

- 2-50 MW "Kraftværksspecifikationer for produktionsanlæg mellem 2 og 50 MW", ref. 2.
- Over 50 MW Oprindelige kraftværksspecifikationer fra 1977 med revision i 1987 finder anvendelse.
- Vindmøller Der henvises til DEFU-rekommandation.

Nærværende specifikationer er gældende for anlæg med en samlet el-ydelse mindre end 2 MW. Delanlæg med ydelse mindre end 2 MW, men med en samlet ydelse større end 2 MW, er således ikke omfattet af disse specifikationer.

Der er efter en del af punkterne anført en bemærkning, der er tænkt som hjælp til den projekterende.

1.5 Ansvarlig

ELSAMs Planlægningsudvalg er ansvarlig for koordineringen af Kraftværksspecifikationerne. Udvalget

- sikrer, at specifikationerne følges,
- kan efter indhentning af bemærkninger fra relevante fagudvalg give tilladelse til afvigelser fra specifikationerne,
- tager initiativ til revision af specifikationerne.

1.6 Myndighedskrav, normer og standarder

For områder, der ikke dækkes af kraftværksspecifikationerne, anvendes CEN/CENELEC normer og for områder, hvor disse ikke findes, anvendes ISO og IEC normer.

Ved nye anlæg fastlægges fra myndighedsside en række vilkår for anlæggets etablering og drift. Bygherren skal gennem sine forhandlinger med myndighederne sikre, at sådanne vilkår tilgodeser de behov, som anlæggets og systemets drift nødvendiggør. Regler eller vilkår, som på væsentlig vis strider mod dette hensyn, skal behandles i ELSAMs Planlægningsudvalg som en dispensations sag.

2. Effekt

2.1 Definitioner

Effekt værdier refererer til indfødningspunkt til elnettet. Ved indfødningspunktet til nettet forstås det punkt i nettet, hvor elafregning henføres til.

Kontinuerlig maksimaleffekt = 100% last.

Bemærkning: Kontinuerlig maksimaleffekt svarer normalt til bruttoydelsen minus egetforbruget. Der gøres opmærksom på, at fjernvarmetransportpumper eksempelvis ikke henføres til egetforbruget.

2.2 Overbelastningsevne

Der stilles ingen krav til overbelastningsevne.

2.3 Teknisk minimum

Der stilles ingen krav til teknisk minimum.

2.4 Referencebetingelser

For anlæg afhængig af udeluft bestemmes kontinuerlig maksimaleffekt ved en udelufttemperatur på 8°C (middeltemperatur for året).

Ud over ydeevnen ved ovennævnte referencebetingelser skal anlæggets absolutte maksimale effekt angives med de dertil svarende værdier for de betydende parametre af hensyn til systemdimensioneringen.

Effekt værdi skal angives i kW med mindst to betydende cifre.

Anlæggets ydeevne skal igennem hele levetiden følges, og ved konstaterede uoverensstemmelser mellem de forventede og de konstaterede værdier korrigeres anlægsstørrelsen.

Bemærkning: Af hensyn til dimensionering af nettilslutningen og det omgivende net er det nødvendigt at få fastlagt anlæggets maksimale effekt. Anlæggets størrelse indgår ligeledes i systemets samlede effekt-opgørelse og kan have betydning i forbindelse med afregning.

3. Frekvensforhold

Anlæggene skal kunne klare de frekvensforhold, som optræder med en relativ høj sandsynlighed med de mindst mulige lastreduktioner.

Med spændinger i fuldlastområde (afsnit 4.1) i indfødningspunktet stilles følgende krav (se også bilag 1):

1. Ved frekvenser under 47,0 Hz skal udkobles efter 0,3 sek. (relætid).
Ved frekvenser under 47,5 Hz tillades udkobling efter 10,0 sek.
Udkoblingen styres af frekvensrelæer, hvis funktionsværdi højst må afvige med 0,1 Hz.

Der er ingen lastkrav under 47,5 Hz.

2. Ved frekvenser mellem 47,5 og 49,0 Hz må lasten aftage lineært fra 100% ved 49,0 Hz til 85% ved 47,5 Hz. Mindst 25 minutters drift ved frekvenser mellem 48,0 og 49,0 Hz. Mindst 5 minutters drift ved frekvenser mellem 47,5 og 48,0 Hz.
3. Ved frekvenser mellem 49,0 og 50,3 Hz kræves kontinuert drift ved kontinuerlig maksimaleffekt. Normalt holdes frekvensen inden for grænserne $50 \pm 0,1$ Hz.
4. Ved frekvenser mellem 50,3 og 51,0 Hz er drift ved kontinuerlig maksimaleffekt begrænset til nogle få gange per år og maksimalt 30 min. per gang.
5. Ved frekvenser mellem 51,0 og 53,0 Hz kræves kortvarig drift uden lastkrav. Normalt vil drift i dette område alene optræde ved reguleringsforløb.
6. Ved frekvenser over 53,0 Hz skal udkobles efter 0,3 sek..
7. Anlæggene skal være således udformet, at de ikke udløser for de frekvensderivater, der normalt forekommer ved fejl på nettet. Udkobling ved df/dt -relæ tillades i.h.t. afsnit 8.

Bemærkning: For overholdelse af ovenstående krav kan anbefales termisk overdimensionering af generator (stator og rotor) ved udlægning til klasse F-isolation, men drevet i henhold til klasse B ved normaldrift.

4. Spændingsforhold

Anlægget skal kunne klare de spændingsforhold, som optræder med relativ stor sandsynlighed.

Kravene til spændingsforhold må ses i sammenhæng med kravene til drift ved unormale frekvenser.

Anlæg skal tilsluttes på det af det lokale forsyningsselskab ønskede spændingsniveau samt ønskede tilslutningspunkt i nettet.

Bemærkning: Det er det lokale forsyningsselskab, der har bemyndigelse til at fastslå, hvilket spændingsniveau et nyt generatoranlæg skal tilkobles på. Det anbefales tidligt i projektet at tage kontakt til det lokale forsyningsselskab for at få fastlagt spændingsniveau for tilslutning samt spændingstolerancer.

Det lokale forsyningsselskab vil tage beslutning om spændingsniveau ud fra anlæggets kortslutningseffekt (ref. 3).

4.1 Definitioner

Spændingerne i nedenstående skema refererer til indfødningspunktet til nettet.

Spændingsbetegnelse	Maksimal driftsspænding (V/kV)	100% spænding (V/kV)	Fuldlastområde (V/kV)
400 V	424 106%	400	360 - 420 (90-105%)
10 kV	12	10,5	10,0 - 11,0 (95-105%)
15 kV	17,5	15,0	14,3 - 15,8 (95-105%)
20 kV	24	20,0	19,0 - 21,0 (95-105%)

Ad maksimal driftssp.:	for 400 V ifølge DEFU/IEC 38, ellers ifølge Stærkstrømsreglementet.
Ad 100% spænding:	valgt således, at fuldlastområdet giver det mest normale spændingsområde for 100% effekt og frekvenskrav.

De angivne værdier er kun vejledende, og aktuelle værdier skal i hvert enkelt tilfælde aftales med det lokale forsyningselskab.

4.2 Drift ved normale spændinger

Anlægget skal ved spændinger i fuldlastområdet og tgo mellem -0,1 og 0,4 kunne levere kontinuerlig maksimaleffekt.

Kravene gælder i frekvensområdet 49,0-50,3 Hz.

Med asynkrongeneratorer kan der mellem producent og forsyningselskab træffes aftale om, at en del af den nødvendige reaktive produktion dækkes af kondensatorbatterier ude i nettet.

For asynkrone anlæg mindre end 15 kW stilles der ikke krav om fasekompensering (ref. 3, afsnit 3.1).

4.3 Kontinuert drift/start ved lave spændinger

Anlægget skal i frekvensområdet 49,0-50,3 Hz kunne starte og køre kontinuert med automatisk spændingsregulering ved spændinger i indfødningspunktet på 90-105%.

Ved lavere spændinger tillades lastreduktion proportionalt med spændingsreduktionen fra den nedre grænse i fuldlastområdet.

Den nedre spændingsgrænse, hvortil der er stillet krav om produktion, er ikke nødvendigvis den absolutte minimale spænding, der kan forekomme på nettet.

Den nedre spændingsgrænse skal aftales med det lokale forsyningselskab.

4.4 Spændingsregulator for synkrongeneratorer

Normalt vil valget af magnetiseringssystem være bestemt ud fra det, den pågældende leverandør af generatoren selv foretrækker og har størst erfaring med.

Anlægget skal udstyres med en cos ϕ -regulering. Tg ϕ skal kunne nedreguleres til -0,1, hvis spændingen stiger til over en af det lokale forsyningsselskab fastsat spænding. Driftsformen skal nedfældes i en aftale med det lokale forsyningsselskab.

4.5 Tilladelige spændingsvariationer ved lastændringer og ved ind- og udkobling

Ved tilslutning på 10-20 kV må spændingen på 400-V nettet ikke påvirkes, så DEFU-rekommandationerne ikke overholdes.

Ved nettilslutning skal gældende DEFU-specifikationer herfor være opfyldt (ref. 3).

Anlæg tilsluttet på lavspændingsniveau skal - med hensyn til spændingsgrænser i indfødningspunktet - overholde DEFU-rekommandation nr. 16: "Spændingskvalitet i lavspændingsforsyningsnet" (ref. 4).

Andet kan dog aftales med det lokale forsyningsselskab.

Man bør være opmærksom på, at spændingsspringet ved udkobling kan være væsentlig større end ved indkobling.

Bemærkning: For uddybning af ovennævnte krav henvises til de nævnte DEFU-publikationer.

Tilladelige spændingsvariationer oplyses af det lokale forsyningsselskab.

4.6 Systemjordinger

400 V-net	: direkte jordet.
10, 15 og 20-kV net (med luftledninger)	: slukkespole jordet.
10, 15 og 20-kV net (med rene kabelnet)	: isoleret eller slukkespolejordet.

Drift med 1-faset jordfejl på slukkespolejordet net kan forekomme i længere tid.

Jording af generatorstjernepunkt må ikke ændre nettes jordingsforhold.

5. Effektregulering

Der stilles ingen krav om effektregulering.

6. Egenforsyningsanlæg

6.1 Elektriske koblinger

Der stilles ingen krav til elektriske koblinger.

6.2 Krav til egenforsyningsanlæg og hjælpeanlæg under netfejl

Udfald af produktionsanlæg på grund af lave forsynings- og manøvrerspændinger ved kortslutninger i nettet må ikke forekomme. **Der kræves derfor sikret forsyning af de til driften nødvendige manøvrerspændinger eller ligeværdige løsninger.**

Egenforsyningsanlægget og hjælpeanlæggene skal være dimensioneret, så enheden kan tåle nedennævnte spændingsdyk i indfødningstidspunktet til egenforsyningsanlægget uden at blive koblet fra nettet:

- Dyk til 50% af nominal spænding samtidigt i alle tre faser i 1,0 s.
- Dyk til 0% spænding i en fase i 1,0 s.

Anlæggets egenforsyningsanlæg og hjælpeanlæg skal være udlagt således, at enheden kan blive på nettet med maksimalt 10% lastreduktion efter at have været udsat for ovennævnte spændingsdyk.

Bemærkning: Styrings-, regulerings- og overvågningsanlæg (SRO-anlæg), oliepumper, kontaktorer m.v. er eksempler på kritiske anlægsdele, som der specielt skal tænkes på ved dimensionering af egenforsyningsanlægget for at hindre udfald af enheden ved kortslutninger i nettet. Samtidigt spændingsdyk i alle tre faser har betydning for motorer, mens spændingsdyk i en fase specielt har betydning for SRO-anlæg og kontaktorer med selvhold.

7. Blok- og område-ø-drift

7.1 Definitioner

Ved blok-ø-drift drives anlægget isoleret fra nettet og med sit eget hjælpekraftsystem som eneste last.

Ved område-ø-drift forsyner anlægget et isoleret område enten alene eller som dominerende enhed.

Overgangen til blok-ø-drift kan være forårsaget af netfejl såsom over- og underfrekvens eller spændingsafvigelse, der er af en sådan karakter, at anlægget må beskyttes herimod. Formålet med blok-ø-drift er at sikre, at anlægget er til rådighed umiddelbart efter at fejlen er afhjulpet. Ved små anlæg med korte starttider er blok-ø-drift således af mindre betydning.

7.2 Krav til blok- og område-ø-drift

Anlæg < 2 MW skal udkobles ved påvirkninger, der ligger uden for de specificerede krav, og så vidt muligt skal område-ø-drift undgås. Der kan dog indgås særlige aftaler med mulighed for område-ø-drift inden for anlægsejerens egen installation eller ved længerevarende strømafbrydelser - også et område, der forsyner andre forbrugere. Område-ø-drift kræver dog altid særlig aftale med elforsyningens driftsleder.

Bemærkning: Den systemmæssige betydning af eventuel blok-ø-drift vurderes som beskeden i forhold til udgiften for at sikre en sådan driftsform. Af hensyn til risiko for asynkron genindkobling og af hensyn til overskueligheden i nettet efter en fejl skal område-ø-drift uden særlig tilladelse undgås.

8. Beskyttelse

Det er anlægsejerens ansvar at dimensionere og beskytte anlægget mod påvirkninger af kortslutningsstrømme, tilbagevendende spændinger ved bortkobling af netkortslutninger samt mod asynkron sammenkobling.

Anlægsejeren skal i samarbejde med elforsyningsselskabet etablere en beskyttelse, der i videst muligt omfang sikrer net og forbrugere mod uacceptable frekvens- og spændingspåvirkninger, påvirkninger af kortslutningsstrømme og asynkron sammenkobling. Beskyttel-

sen skal i videst muligt omfang hindre unødvendige udkoblinger af produktionsanlægget og af forbrugere.

Af hensyn til nettet **skal** de i bilag 2 (synkrongeneratorer) og bilag 4 (asynkrongeneratorer) angivne relæbeskyttelser og -indstillinger anvendes. Synkronspændingsrelæets indstilling (bilag 2) er afhængig af nettets kortslutningseffekt og beskyttelsesprincipper samt af generatordata. Ud fra oplysninger om generatordata beregner elselskabet den aktuelle indstilling (ref. 5).

Relæbeskyttelsen skal ved indre kortslutninger i generatoranlægget være selektiv med netbeskyttelsen; det vil sige kortslutninger i generatoren skal være udkoblet inden for 100 ms.

I bilag 3 er angivet supplerende relæbeskyttelser og -indstillinger, der yderligere kan sikre produktionsanlæg med synkrongenerator.

Ud over de i bilag 2 og 3 eller bilag 4 nævnte relæer kan der etableres relæbeskyttelse specielt rettet mod fejl i produktionsanlægget; herunder kortslutninger, overhastighed, magnetiseringsovervågning, retureffekt m.v. Sådanne relæer må ikke udkoble enheden ved kortslutninger eller omlægninger i nettet.

Relæbeskyttelse, der ikke er nævnt i bilag 2, 3 eller 4, og som kan udkoble ved kortslutninger eller omlægninger i nettet, må kun anvendes, hvor en lokal, speciel netopbygning gør dette nødvendigt. En sådan relæbeskyttelse må kun etableres med tilladelse fra elselskabet, og indstillingsværdierne skal godkendes af elselskabet.

8.1 Genindkobling i nettet

Efter kortslutninger i nettet foretages automatisk eller manuel genindkobling (én- og trepolet genindkobling). Genindkoblingsprocedurer i nettet er som følger:

- På 10 og 60 kV anvendes trepolet genindkobling.
- På 150 og 400 kV anvendes en- og trepolet genindkobling.

Almindeligvis anvendes nedennævnte spændingsløse pause:

- | | |
|--------------------------------------|-------------|
| - "hurtig", trepolet genindkobling: | 270-500 ms. |
| - "hurtig", enpolet genindkobling: | 1,0-1,2 s. |
| - "langsom", trepolet genindkobling: | 20-30 s. |

Såfremt automatiske genindkoblinger mislykkes, er det normalt, at der foretages en manuel genindkobling, typisk efter 5-10 min.

Bemærkning: Det anbefales at få oplyst endelige data for genindkobling hos det lokale forsyningselskab.

8.2 Asynkron sammenkobling (synkrongenerator)

Med kravene og anbefalingerne i nærværende kraftværksspecifikationer samt det i ref. 5 angivne koncept og omfang af relæbeskyttelsen tilstræbes det undgået, at der forekommer asynkron drift og asynkron sammenkobling af net og generatoranlæg.

Ved afbrydelser i nettet, hvor det decentrale anlæg kommer i område- \emptyset -drift, er der stor risiko for indkobling i modfase, hvorfor det er nødvendigt, at anlæg tilsluttet 60 kV eller lavere spænding kobles ud ved utilsigtet område- \emptyset -drift.

Ved kortslutninger i nettet, hvor der anvendes automatisk genindkobling, og hvor det decentrale anlæg kommer i område- \emptyset -drift i den spændingsløse pause, skal beskyttelsen inden den under afsnit 8.1 angivne genindkoblingstid have detekteret fejlen og udkoblet anlægget.

Kortslutninger i nettet, der kan medføre område- \emptyset -drift, kan forventes at blive detekteret af synkronspændingsrelæet.

Område- \emptyset -drift, der skyldes fejlmanøvrer, fejl i fjernkontroludstyr, Buchholz-udløsning af transformere m.v., kan ofte detekteres af et df/dt -relæ.

En fuldstændig sikkerhed imod alvorlige påvirkninger på anlæg kan på trods af de anbefalede relæer ikke opnås, idet asynkron sammenkobling af net og generator vil kunne forekomme ved netomlægninger og ukendte fejl og mangler ved relæbeskyttelsen.

Det anbefales derfor, at det under projekteringen af ethvert anlæg undersøges og vurderes, om anlægget bør dimensioneres så robust, at det kan tåle asynkron sammenkobling, idet meromkostningerne herved sammenholdes med den formindskede risiko for skader på anlægget.

9. Levetidsspecifikation

Der stilles ingen krav til levetidsspecifikation.

10. Eftervisning og prøver

Der kan til enhver tid kræves dokumentation for, at anlæggene opfylder kraftværksspecifikationerne. Omfang og form for eftervisning/afprøvning udføres efter retningslinier udarbejdet af ELSAMs Planlægningsudvalg. Der kan blive tale om såvel teoretisk dokumentation som afprøvning.

11. Referencer

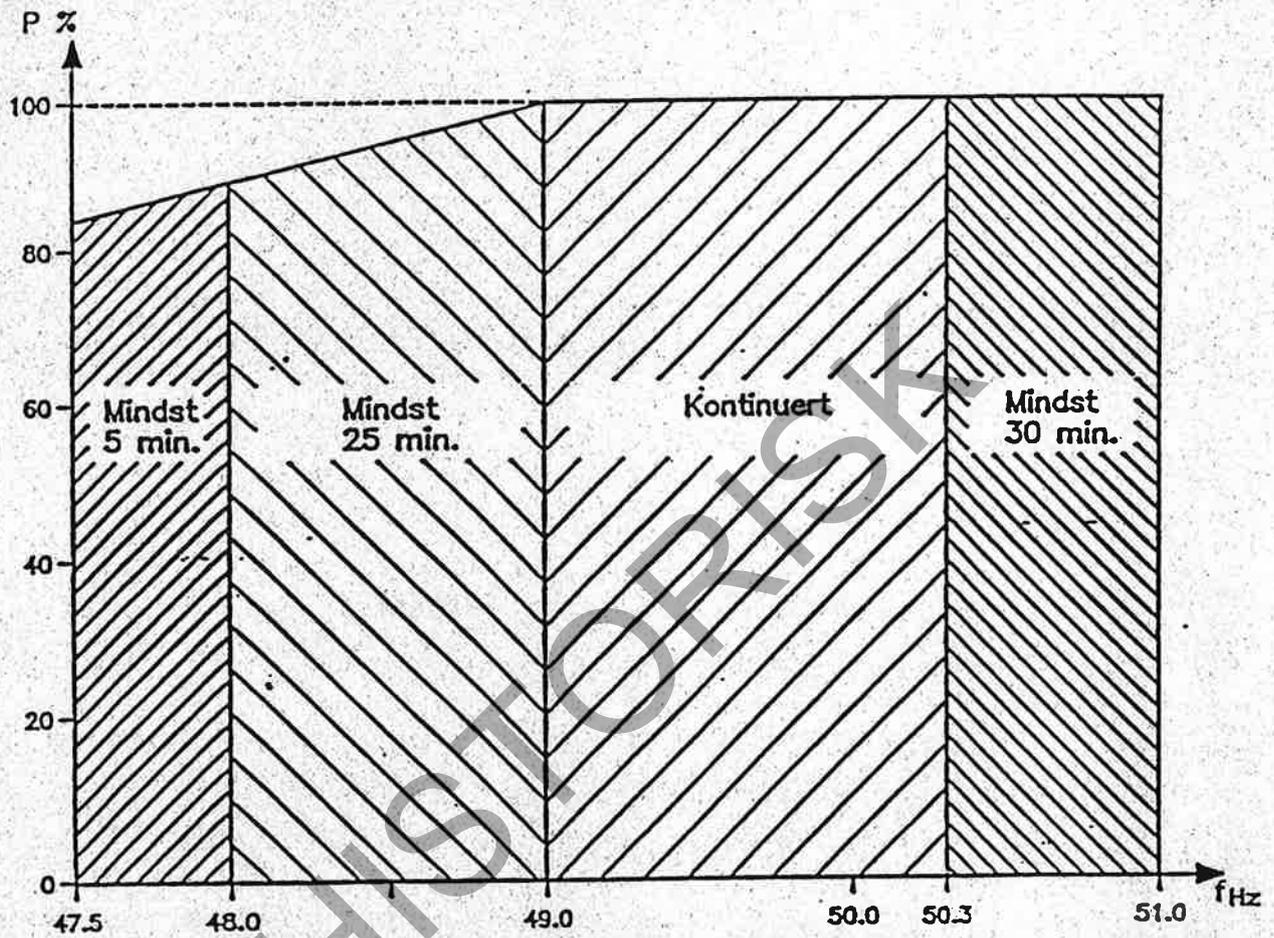
ELSAM

1. N91/NP-134, "Systemkrav til produktionsanlæg".
2. SP92-017a, "Kraftværksspecifikationer for produktionsanlæg mellem 2 og 50 MW".

DEFU

3. Komitèrapport nr. 88, "Nettilslutning af decentrale produktionsanlæg".
4. Rekommandation nr. 16, "Spændingskvalitet i lavspændingsnet".
5. Teknisk rapport nr. 293, 2. udgave, "Relæbeskyttelse ved decentrale produktionsanlæg".

Effekt, frekvens og tid.



Minimumskrav på sammenhørende værdier for effekt, frekvens og tid.
Skemaet gælder for spændinger i fuldlast området som defineret i afsnit 4.1

Påbudt relæbeskyttelse på synkrongeneratoranlæg

Af hensyn til nettet skal der etableres følgende relæbeskyttelsesfunktioner med **angivne indstillinger**:

Relætype	Symbol	Indstilling	Funktionstid	Tilstræbt beskyttelsesformål	Note
Underspænding, synkronkomponent	U_{1c}	ca. 70%	≤ 50 ms	Sikre mod opretholdelse af lysbue ved netfejl, asynkron sammenkobling med net ved genindkobling efter netfejl og tab af synkronisme	1
Overspænding, trefaset	$U_{>>}$	230 V+10%	< 50 ms	Beskytte forbrugere mod uacceptable påvirkninger	2, 3
	$U_{>}$	230 V+6%	30-60 s		
Underspænding, trefaset	$U_{<}$	230 V-10%	2-10 s	Beskytte forbrugere mod uacceptable påvirkninger	2, 3
Overfrekvens	$f_{>}$	53,0 Hz	300 ms		
Underfrekvens	$f_{<}$	47,0 Hz	300 ms		
Overstrøm	$I_{>>}$	$\geq \frac{U_N \sqrt{3}}{X_d'' + X_{kG}}$	≤ 50 ms	Reservebeskyttelse; udkobling ved interne fejl og tabt synkronisme	4
eller 0,4 kV smeltesikring		$\geq I_N$	DIN-type gL eller gI	Alternativ til ovennævnte overstrømsbeskyttelse	

Med funktionstid menes den tid, hvori udløsebetingelsen konstant skal være opfyldt, før relæet må afgive udløsesignal. Der er altså ikke tale om en simpel tidsmæssig forskydning af udløsesignalet.

- Note 1: Indstillingen afhænger af de lokale generator- og netdata; de 70% er kun en typisk værdi. Den aktuelle indstilling beregnes af elselskabet (ref. 5).
- Note 2: Værdierne gælder for 0,4 kV-net. Den aktuelle indstilling for 10-20 kV-net må beregnes ud fra omsætningsforholdet for spændingstransformere ved produktionsanlægget og for nettransformere i anlæggets omegn.
- Note 3: For anlæg tilsluttet 0,4 kV-forsyningsnet skal der måles fase-nul-spændinger. For anlæg tilsluttet 10 kV-net skal der måles yderspændinger.
- Note 4: U_N og X_d'' er generatorens mærkespænding (yderværdi i V) og subtransiente reaktans (faseværdi i Ω). X_{kG} er nettets kortslutningsimpedans på generatorklemmerne i Ω pr. fase. I_N er generatorens mærkestrøm.

Kun efter tilladelse fra elselskabet må der anvendes relæindstillinger, der afviger fra de angivne.

Supplerende relæbeskyttelse på synkrongeneratoranlæg

Som supplerende beskyttelse for yderligere at sikre produktionsanlægget ved fejl i nettet kan etableres følgende relæbeskyttelsesfunktioner med angivne indstillinger:

Relætype	Symbol	Indstilling	Funktionstid	Tilstræbt beskyttelsesformål	Note
Frekvensændring	df/dt	$\geq +2,5 \text{ Hz/s}$ $\leq -2,5 \text{ Hz/s}$	80-100 ms	Supplerende beskyttelse mod asynkron sammenkobling med net	1, 2
Vektorspring eller fasespring	$\Delta\phi$	$> 8^\circ$ trefaset $> 30^\circ$ énfasat	Momentan	Som df/dt-relæet, se dog note	2, 3
Overstrøm	I_s	$\geq 1,2 \cdot I_N$	$\geq 0,8 \text{ s}$	Overbelastnings- og reservebeskyttelse	4
	I_{s2}	$\geq 0,8 \frac{U_N / \sqrt{3}}{X_d'' + X_{kG}}$	$\geq 0,2 \text{ s}$		
Stator-differentialbeskyttelse	-	2-20%	$< 50 \text{ ms}$	Udkobling ved indre generatorfejl	
10 kV-nulspænding	U_0	20%	60 s	Beskytte generator ved søgning efter jordfejl	
Underfrekvens II	f_c	$\leq 47,5 \text{ Hz}$	$\geq 10 \text{ s}$	Eventuel generatormotorbeskyttelse	
Inversspænding	U_{Δ}	$I_2 \cdot X_2$	3-10 s	Beskytte generator ved fasebrud	5
Inversstrøm	I_{Δ}	5-20%	3-10 s		

Med funktionstid menes den tid, hvori udløsebetingelsen konstant skal være opfyldt, før relæet må afgive udløsesignal. Der er altså ikke tale om en simpel tidsmæssig forskydning af udløsesignalet.

- Note 1: Det anbefales at supplere med et df/dt-relæ. Der stilles krav til relæets funktionsprincip, jf. DEFU TR293. Elselskabet kan i nogle tilfælde kræve en mindre følsom indstilling, dog ikke mere end +3,5 Hz/s henholdsvis -3,5 Hz/s.
- Note 2: For anlæg tilsluttet 0,4 kV-forsyningsnet skal der måles fase-nul-spændinger. For anlæg tilsluttet 10 kV-net skal der måles yderspændinger.
- Note 3: df/dt-relæet giver en væsentlig mere følsom beskyttelse af produktionsanlægget uden øget risiko for udkobling ved ukritiske netfejl og bør derfor foretrækkes frem for vektorspringrelæ.
- Note 4: U_N og X_d'' er generatorens mærkespænding (yderværdi i V) og subtransiente reaktans (faseværdi i Ω). X_{kG} er nettets kortslutningsimpedans på generatorklemmerne i Ω pr. fase. I_N er generatorens mærkestrøm.
- Note 5: Den vejledende inversstrømsindstilling i p.u. kan omregnes til en tilsvarende inversspændingsindstilling ved at gange med generatorens inversimpedans i p.u. Kendes X_2 ikke, kan den tilnærmes ved $(X_q'' + X_d'')/2$. For at undgå fejludkoblinger skal der tages hensyn til relæets målenøjagtighed.

Kun efter tilladelse fra elselskabet må der anvendes relæindstillinger, der afviger fra de angivne.

Påbudt relæbeskyttelse på asynkrongeneratoranlæg

Af hensyn til nettet skal der etableres følgende relæbeskyttelsesfunktioner med angivne indstillinger:

Relætype	Symbol	Indstilling	Funktionstid	Tilstræbt beskyttelsesformål	Note
Overhastighed		10-20%		Sikre net og generator ved netfejl	
Overspænding, trefaset	$U_{>>}$	230 V+10%	< 50 ms	Beskytte forbrugere mod uacceptable påvirkninger	1, 2
	$U_{>}$	230 V+6%	30-60 s		
Underspænding, trefaset	$U_{<}$	230 V-10%	2-10 s		1, 2
Overfrekvens	$f_{>}$	53,0 Hz	300 ms		
Underfrekvens	$f_{<}$	47,0 Hz	300 ms		
Underfrekvens II	$f_{<}$	$\leq 47,5$ Hz	≥ 10 s	Eventuel supplerende generator-motorbeskyttelse.	3
Overstrøm	$I_{>>}$	$1,4 \cdot I_{\text{gen, start}}$	≤ 50 ms	Overbelastnings- og reservebeskyttelse samt selektivitet ved 0,4 kV.	4
	$I_{>}$	Konst. tid: $1,2 \cdot I_N$ Inverstid: $2 \cdot I_N$	2 s 2 s		
eller maksimalafbryder	$I_{>>}$	$1,4 \cdot I_{\text{gen, start}}$	≤ 50 ms	Alternativ til ovennævnte overstrømsbeskyttelse.	
	$I_{>}$	I_N	2 s		
eller 0,4 kV smeltesikring		$> 2 \cdot I_N$	DIN-type gL eller gI	Alternativ til ovennævnte overstrømsbeskyttelse/maksimalafbryder	

Med funktionstid menes den tid, hvori udløsebetingelsen konstant skal være opfyldt, før relæet må afgive udløsesignal. Der er altså ikke tale om en simpel tidsmæssig forskydning af udløsesignalet.

- Note 1: Værdierne gælder for 0,4 kV-net. Den aktuelle indstilling for 10-20 kV-net må beregnes ud fra omsætningsforholdet for spændingstransformere ved produktionsanlægget og for nettransformere i anlæggets omegn.
- Note 2: For anlæg tilsluttet 0,4 kV-forsyningsnet skal der måles fase-nul-spændinger. For anlæg tilsluttet 10 kV-net skal der måles yderspændinger.
- Note 3: Dette er ikke et krav, men udkobling tillades ved denne indstilling.
- Note 4: I_N er generatorens mærkestrøm. $I_{\text{gen, start}}$ er generatorstrømmen ved indkobling på nettet (typisk 5-7 gange I_N).

Kun efter tilladelse fra elselskabet må der anvendes relæindstillinger, der afviger fra de angivne.