

Handbók um gerð tengiskilmála vindrafstöðva

Lág- og millispennukerfi

FA/JÓ

Efnisyfirlit:

1. Samantekt	3
2. Skilgreiningar	4
3. Umfang tengiskilmála	4
4. Viðbrögð við truflunum	4
5. Gæði raforkunnar	6
6. Raunafsstýring	8
7. Framleiðslugeta launafis	8
8. Launafsstýring	9
9. Bilanastraumar og rof vegna bilana	9
10. Eyjakeyrsla	9
11. Varnarbúnaður	10
12. Ræsing og stöðvun	10
13. Samskipti, fjarstýring og mælingar	11
14. Kröfur til prófana	11
15. Staðfestingar og skjölun	12
Tilvísanir:	13
Viðaukar:	14
Viðauki 1:	15
Viðauki 2:	21

1. Samantekt

Í þessu skjali er að finna lýsingu á þeim atriðum sem þarf að taka tillit til við gerð á tæknilegum tengiskilmálum fyrir tengingu vindrafstöðva inn á raforkudreifikerfi. Er því ætlað að gefa innsýn í helstu þætti sem þarf að hafa í huga við undirbúning að uppsetningu vindrafstöðva og tengingu þeirra við raforkukerfið. Hér er því lagður grunnur að þeim atriðum sem þarf að taka á í heildstæðum tengiskilmálum vindrafstöðva fyrir allar rafveitur landsins hvort sem tengingin á sér stað á lágspennu eða millispennu og hefur skjalið því fengið heiðið „Handbók um gerð tengiskilmála vindrafstöðva, Lág- og millispennukerfi“.

Handbók þessi lýsa lágmarks tæknilegum kröfum sem vindrafstöð ásamt tilheyrandi búnaði þurfa að uppfylla í skilgreindum tengipunkti til að heimilt sé að tengja viðkomandi vindrafstöð við raforkudreifikerfið. Kröfurnar sem settar eru fram eru sniðnar að almennum kröfum um fullnægjandi rekstraröryggi, áreiðanleika og gæði raforku í samtengdu rafdreifikerfi.

Sé litið til framtíðar og landsins í heild þarf að skoða hvort þörf sé á að gefa út sérkröfur fyrir mismunandi tengistaði í rafdreifikerfinu. Verður að meta slíkt eftir ástandi raforkudreifikerfis á mismunandi stöðum.

Það skal undirstrikað að allir eiginleikar vindrafstöðva verða ekki nýttir öllum stundum og því eru einnig gerðar kröfur til stýringa og notkunarmunsturs.

Í þessari handbók eru settir fram tilteknir tæknilegir eiginleikar og einkenni fyrir kerfishluta sem þarf að uppfylla vegna öryggis og áreiðanleika í rekstri heildar kerfisins.

Handbók þessi inniheldur m.a.:

- Uppkasta að leiðbeiningum fyrir þá sem ætla að tengja eina vindrafstöð eða fleiri inn á raforkudreifikerfið.
- Lágmarks tæknikröfur sem vindrafstöðvar ásmat þeirra búnaði verður að uppfylla fyrir tengingu við raforkudreifikerfið
- Kröfur til að hæfileikar og eiginleikar vindrafstöðvakerfisins séu til reiðu þegar þeirra er þörf.

Handbók þessi tekur m.a. á eftirfarandi tæknilegu þáttum:

1. Viðnám gegn truflunum og rof v/bilana
2. Gæði raforku
3. Stýring raunafslsframleiðslu
4. Stýring og framleiðslugeta launafsls
5. Umfang/svið spennu og tíðni
6. Rekstrareiginleikar við net-truflanir og eyjakeyrsla
7. Ræsing og stöðvun
8. Samskipti, fjarstýring og mælingar
9. Kröfur til prófana

Gert er ráð fyrir að undirbúningur að uppsetningu vindrafstöðva fylgi ákveðnu skilgreindu ferli og skal kerfisstjórn hvers raforkudreifikerfis geta krafist ákveðinna lágmarks upplýsinga um eðli þeirrar vindrafstöðvar sem gert er ráð fyrir að tengd verði við kerfið.

2. Skilgreiningar

Flokkun stærða framleiðslueininga:

Flokkur	Skýring	Stærð	Spenna á tengingu við raforkukerfið
1	Stór:	>7 MW	Millispenna og háspenna
2	Meðalstór:	>0,1 MW til 7 MW<	Millispenna
3	Lítill:	>0,02 MW til 0,1 MW<	Láspenna
4	Mjög lítill:	<0,02 MW	Láspenna

Tengipunktur (TP):

Skilgreindur tengistaður þar sem vindrafstöð eða vindrafstöðvar eru tengdar inn á raforkudreifikerfið. Þessi staður skal skilgreindur nákvæmlega af kerfisstjórn raforkukerfisins.

Vindrafstöð (VR):

Heilstæður búnaður til að breyta vindorku í raforku og flytja raforkuna inn á raforkukerfið í ákveðnum skilgreindum tengipunkti.

Vindrafstöðva svæði (VRS):

Þar sem fleiri en ein vindrafstöð er tengd inn hjá raforkudreifikerfið á sama stað mögulega með samnýtingu spennis, strengs, línu og/eða annars búnaðar.

Miðað er við að aðrar skilgreiningar séu í samræmi við EN og IEC staðla.

3. Umfang tengiskilmála

Kröfur tengiskilmála skulu ná til allra tenginga á vindrafstöðvum við raforkudreifikerfi á lágspennu, millispennu og háspennu. Kerfisstjórn viðkomandi raforkudreifikerfis ákveður í hverju tilviki stærðarmörk **VR** eða **VRS** sem þurfa að uppfylla allar kröfur eða hluta þeirra þar með talið samræmdar kröfur um rekstraröryggi. Allar kröfur skulu miðast við skilgreindan tengipunkt.

4. Viðbrögð við truflunum

Skilgreina skal eiginleika og viðbrögð vindorkuversins við truflunum í raforkudreifikerfinu og skal skilgreint við hvaða aðstæður vindorkuverið skal geta haldið áfram framleiðslu án þess að stöðvast eða verða fyrir rekstrartruflunum. Einnig þarf að skilgreina við hvaða truflanir vindorkuver skal leyst frá neti.

Fast frávik í tíðni og spennu.

Almennt skulu virkjanir í flokkum 1, 2 og 3 geta haldið uppi línulegri framleiðslu á raunafli með þeim gildum sem eru gefin í töflu 1 hér að neðan. Miðað er við að spennan sé innan 90-105% af málspennu á rafala umreiknað yfir á háspennuhlið vélaspennisins að teknu tilliti til spennufalls í spenninum við mesta raunafli. Ekki eru gerðar kröfur til virkjanna í flokki 4.

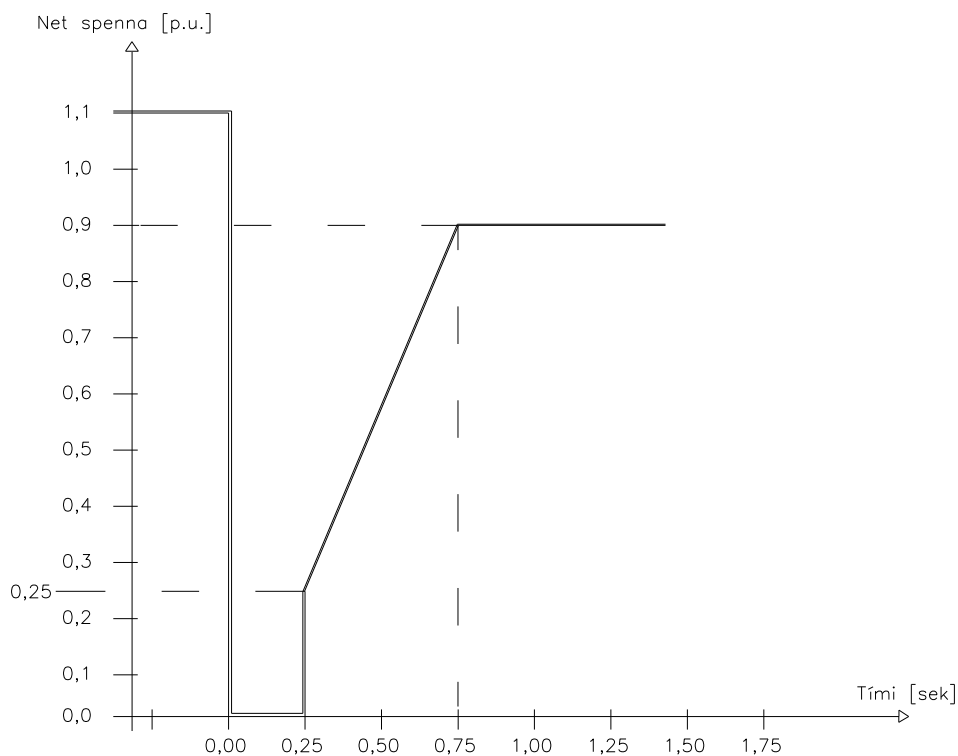
Tafla 1

Tíðni [Hz]	Raunafslsframl.	Framl.tími	Annað
47,5–49,0	< 5 % minnkun	> 30 mín	
49,0–51,0	óbreytt	Stöðugt	
51,0–52,5	minnkað	> 30 mín	Fyrir vindmillur og vindmillugarða gildir tíðnisviðið 51,0–52,0 Hz

Fyrir vindorkuver í flokki 3 svarar spennubilið til nafnspennu rafalans umreiknað til hæstu spennu að teknu tilliti til spennufalls við mestu raunafsls framleiðslu.

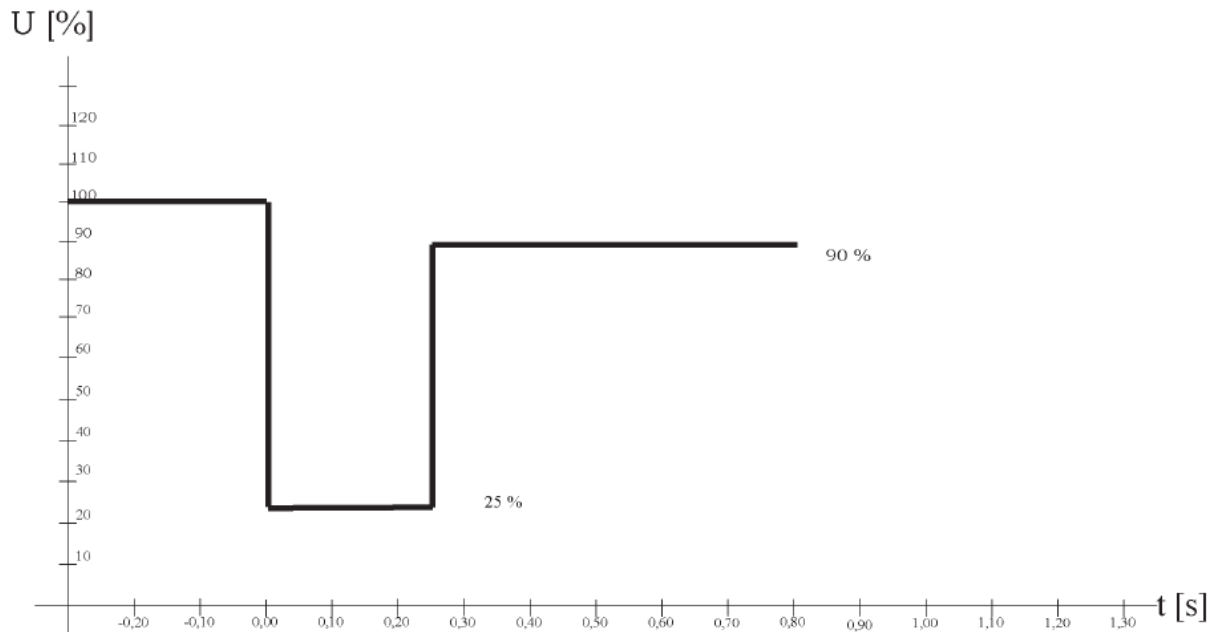
Skammhlaup og spennubreytingar.

Vindorkuver í flokki 1 sem tengt er við raforku kerfið á að geta tekist á við breytingar á spennu í einum eða fleiri fösum eins og sýnt er á mynd 1. Vindorkuver flokkum 2 og 3 sem tengd eru við raforkudreifikerfi skulu geta tekist á við breytingar á spennu í einum eða fleiri fösum vegna skammhlaups **allt niður í 25 % í 0,25 sek** sem endar í 90% spennu, sjá mynd 2. Ekki eru gerðar kröfur til virkjanna í flokki 4.



Mynd 1

Á mynd 1 er sýnt ferill spennufalls í **TP** sem **VRS** í flokki 1 verður að þola án þess að aftengjast kerfinu. Gildið 1,1 p.u. er rekstrarspenna fyrir bilun.



Mynd 2

Á mynd 2 er sýnt ferill spennu fyrir, meðan og eftir bilun í TP sem VRS í flokkum 2 og 3 verður að þola án þess að aftengjast kerfinu .

Öll vindorkuver skulu geta tekist á við smáar og skammvinnar spennubreytingar sem geta komið upp í venjulegum rekstri, svo sem vegna tenginga og rofs á notendum.

Þegar hugað er að uppsetningu vindorkuvers skal kerfisstjórn viðkomandi raforkudreifikerfis skyld að gefa eiganda fyrirhugaðs vindorkuvers tæknilegar upplýsingar um dreifikerfið s.s. um skammhlaupsafl raforkudreifikerfisins í áætluðum TP. Þessar upplýsingar eru nauðsynlegar við hönnun á vindorkuveri.

Hér á eftir eru tiltekin dæmi um við hvaða aðstæður vindorkuver í flokki 1 verður að geta haldið áfram keyrslu á meðan og á eftir að spennutruflun verður á flutnings- eða dreifikerfinu. Þessi krafa á við í eftirtöldum tilfellum:

- VRS og einstök VR á vindrafstöðva svæðum verða að geta verið áfram tengd netinu og viðhaldið framleiðslu á meðan og eftir að ákveðnar kerfisbilanir koma upp í raforkudreifikerfinu.
- VRS má rjúfa frá netinu ef spennan í tengipunktinum, á meðan eða eftir kerfisbilun, fellur undir gildi sem eru sýnd á mynd 1. Ath: Ristími spennunnar er háður eiginleikum, skammhlaupsafli staðarkerfisins.

Tímalengd bilunnar, þ.e. tíminn sem tekur spennuna í tengipunktinum að fara niður í „0“, er gefin 250 ms. Spennan í tengipunkti rafalans getur verið hærrí vegna samviðnáms nets og spennis.

5. Gæði raforkunnar

Gera má ráð fyrir að spennugæði kerfisins skerðist vegna áhrifa frá framleiðslu frá vindorkuverum. Áhrifin ráðast af eiginleikum bæði netkerfisins og vindorkuversins og geta leitt til að spennugæðin verði óásættanleg. Þess vegna er nauðsynlegt að þessi þáttur sé tekinn til athugunnar í tengslum við áætlun um uppsetningu vindorkuverks, sem á að tengjast inn á netið á ákveðnu svæði/stað.

Staðsetning vindorkuvera stjórnast oft af öðrum þáttum en því hvar er best að tengjast raforkukerfinu. Bestu og stöðugustu vindar fyrir vindorkuver er oft að finna á afskektum stöðum þar sem byggð er strjál og raforkukerfið er veikt. Samspil þessa og annarra þátta s.s. ræsingu og stöðvun og breytilegu afli frá vindorkuveri vegna breytileika á vindi, gerir að eigandi kerfisins getur átt í erfiðleikum með að uppfylla kröfur um gæði raforkunnar í EN 50160 til þeirra viðskiptamanna sem eru tengdir í næsta nágrenni. Styrking kerfisins til að halda uppi gæðum raforkunnar eru ekki eingöngu tæknilegs eðlis heldur hafa umhverfisþættir og kostnaður afgerandi áhrif á hvaða lausnir eru valdar og hvernig þær eru fjármagnaðar.

Raforkugæði eða spennugæði er hugtak fyrir mismunandi ástand sem getur komið upp í raforkukerfinu. Léleg spennugæði geta haft neikvæð áhrif á notagildi spennunnar hjá notandanum. Kröfur til gæða raforkunnar og eiginleika spennunnar er að finna í lögum um gæði raforku nr. 1048/2004 og staðla um EMC. Staðallinn ÍS-EN-50160 vísar til nokkra viðmiðanna varðandi samhæfi þátta sem skilgreina gæði raforku á afhendingarstað.

Með samhæfi er átt við möguleika rafbúnaðar til að virka eðlilega því rafmagnsumhverfi sem hann tengist og að rafbúnaðurinn valdi ekki truflunum hjá öðrum notendum sem tengjast sama rafkerfi.

Helstu þættir í frávikum spennugæða:

1. Spennugildi
2. Snögg spennuflökt
3. Spennufall og stutt frátenging
4. Yfirspenna í stuttan tíma
5. Ósamhverfa í þriggja fasa kerfum
6. Yfirtíðnisveiflur í spennu

Mæling og vöktun á spennugæðum er oft gerð í tengslum við kerfisbreytingar og þegar notendur telja sig verða vara við truflanir sem grunur leikur á að stafi af skorti á spennugæðum. Það er áriðandi að mælingar séu gerðar áður en gerðar eru kerfisbreytingar svo viðeigandi samanburður fái fyrir og eftir breytingarnar.

Gerð er krafa um að gerðar séu mælingar á gæðum raforkunnar á þeim stað sem fyrir hugað er að tengja vindorkuver og síðan aftur þegar tenging hefur verið gerð og framleiðsla er hafinn inn á raforkukerfið.

Viðeigandi ráðstafanir skulu gerðar í hönnun og við val og uppsetningu búnaðar sem miði að því að ekki verði skerðing á gæði raforkunnar við tengingu og framleiðslu frá **VR** eða **VRS** inn á raforkudreifikerfið, mælt í **TP**.

Staðall 519-1992 frá IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) skal hafður til hliðsjónar þegar metið er spennugæðastig frá vindorkuverum. Bjögunarfasastraumurinn og yfirsveifluhluti fasastraumsins skulu miðast við einnar mínútu meðaltal samkvæmt mælingu við venjuleg rekstrarskilyrði.

6. Raunafsstýring

Hér eru skilgreindar stýriaðgerðir sem þarf að viðhafa við reksturs **VR og VRS** og skýrt hverjum þær eiga að vera aðgengilegar.

Ekki er gerð krafa um stýringu á raunafslframleiðslu frá **VR** í flokkum 3 og 4.

Gera skal kröfur til að hægt sé að stýra raunafslframleiðslu frá **VR og VRS** í flokkum 1 og 2.

Eftirtaldar raunafsl stýriaðgerðir þurfa að vera til reiðu:

- **Efri mörk á raunafslframleiðslu.**
Breytileg hæstu mörk á raunafli frá hverju **VRS** skulu vera aðgengileg hvenær sem svæðið er í framleiðslu. Efri takmörk skulu stýra því að raunafslframleiðsla, mæld sem 10 mín meðaltalgildi, fara ekki yfir skilgreind mörk.
Gerð er krafa um að hægt sé að stilla efri takmörkun á hvaða gildi sem er með **±5% nákvæmni**, á sviðinu frá **20% til 100%** af ástimpluðu heildar raunafli **VR** eða **VRS**.
- **Takmörkun á raunafslframleiðslu.**
Kerfisstjórn raforkudreifikerfisins skal hafa möguleika á að takmarka framleiðslu inn á kerfið (þ.e. framleiðslan sé minni en vindur gefur tilefni til).
- **Uppkeyrsluferli raunafsl.**
Gerð er krafa um að hægt sé að takmarka uppkeyrsluhraða raunafslframleiðslu í **20% á mínútu** af ástimpluðu hámarks raunafli.
- **Niðurkeyrsluferli raunafsl.**
Gerð er krafa um að hægt sé að takmarka niðurkeyrslu hraða um **20% á mínútu**, miðað við ástimplað hámarks raunafli, þegar framleiðsla er minnkuð með aðgerðum stjórnbúnaðar. Ekki er þörf á að takmarka niðurkeyrsluhraða á raunafli við minnkandi vindstyrk.
- **Hröð niðurkeyrsla á raunafli.**
Gerð er krafa um að mögulegt sé að stýra hraðri niðurkeyrslu raunafsl frá **100% niður í 20%** af hámarksafli **á minna en 5 sek.** Þessa kröfu ber að skoða í samhengi við eiginleika hvers raforkudreifikerfis og þeirra varnaraðgerða sem eru til staðar á hverjum stað.
- **Tíðni stýring.**
Sjálfvirk stýring á framleiðslu raunafsl með tilliti til tíðni kerfisins þarf að vera möguleg. Þessi stýriaðgerð skal vera í hlutfalli við tíðnifrávik kerfisins og verða að vera með stillanlegri takmörkun (dead-band). Stillingar þessar skulu settar í samráði við kerfisstjórn viðkomandi raforkudreifikerfis.
- **Kerfisvörn.**
Sjálfvirk vörn sem stýrir niðurkeyrslu **VRS** að þóknanlegu gildi raforkukerfisins vegna ófyrirséðra bilana í kerfinu.
- **Forgangsröðun raunafslstýringar.**
Í tengiskilmálum skal tekið á forgangsröðun raunafsla stýriaðgerða.

7. Framleiðslugeta launafsl

Skilgreina þarf hve mikil launafslframleiðsla getur verið til staðar frá **VR og VRS**. Setja þarf miðmiðunargildi fyrir launafli og hvernig mæling á að fara fram, tímabil, meðalgildi, hámarksgildi.

Framleiðslugeta launafis frá vindorkuverinu skal vera skilgreind og henni lýst.

Gera skal kröfu um að hvert vindorkuver verði að fullnægja eigin launafþörfum.

Ekki má gera ráð fyrir launafisflutning til vindorkuversins frá raforkudreifikerfinu eða öfugt til lengri tíma litið.

Miðað er við að mæling á launafisflæði sé gerð í viðkomandi **TP** og skal krafan miða við normal rekstrargildi á spennu og tíðni.

8. Launafisstýring

Skilgreina skal stýringu á launafisflæði að og frá vindorkuverinu, hvernig stýringin vinnur og hver hefur aðgengi að henni.

Launafisflæði að og frá vindorkuveri skal vera hægt að stýra með öðrum af eftirfarandi háttum.

1. Stýringin skal vera sjálfvirk og með samfeldum hætti. Stýringin skal hafa möguleika á að leiðrétta ásættanlegar breytingar á launafisflæði við öll gildi raunafis.
2. Með sjálfvirkum hætti skal vera hægt að stýra launafisframleiðslu sem hlutfalli af spennu í **TP** í þeim tilgangi að halda spennunni innan óskgildismarka.

Endanlegar stillingar og viðmiðanir skulu ákvarðaðar í samráði við kerfisstjórn viðkomandi raforkudreifikerfis.

9. Bilanastraumar og rof vegna bilana

Skilgreina skal hámarks bilanastraum og útleysi mörk vindorkuversins. Einnig þarf að skilgreina hvaða aðstæður eiga að leysa út viðkomandi **VR** og **VRS**.

Kröfur um leyfilega hámarks bilanastrauma skulu settar eftir gerð **VR** og **VRS**, með hvaða hætti útleysing verður, hvernig boðum um útleysingu er komið til skila til kerfisstjórnar og hvernig eigandi vindorkuversins bregst við bilun.

VRS skal vera búin spennu- og tíðni-varnaliðum til útleysingar VRS ef upp kemur staða þar sem farið er útfyrir þau mörk sem hafa verið ákveðin af kerfisstjórn og eiganda.

Skilgreina þarf þær kröfur sem kerfisstjórn setur, við hverskonar bilanir í raforkukerfinu VR og VRS má ekki leysa út.

10. Eyjakeyrsla

Skilgreina þarf skynjun á eyjakeyrsluástandi. Sérstaklega skal tekið fram að spennu má ekki fara yfir 1,2 sinni málsþennu þess svæðis sem lendir í eyjarkeyrsluástandi.

Afmarkað raforkudreifikerfi sem vindorkuver er tengt inná getur legið bæði nálægt raun- og launafisjafnvægi gagnvart nærliggjandi netkerfi. Í slíku tilfalli getur rof milli þessara kerfa gert það að verkum að raforkudreifikerfið er sett í svokallaða eyjakeyrslu.

Gerð er krafa um að vindorkuver hafi hæfni til að skynja eyjakeyrslu jafnvel þó jafnvægi sé bæði í raunafli og launafli. Síðan þarf að meta eftir aðstæðum raforkukerfisins og gerð vindorkuversins hvort vindorkuverið skal strax rofið frá eða ekki.

11. Varnarbúnaður

Skilgreina skal varnir, stillingar viðvarana og útleysi mörk.

Gera skal kröfu um aflrofa (rafala rofa) fyrir vindorkustöðvar. Ef um er að ræða tengingu á millispennu skal einnig vera aflrofi á millispennuhlið spennisins. Þessir rofar skulu látnir rjúfa við skammhlaup, yfirstraum, yfir- og undir-spennu, yfir- og undir-tíðni og bakafli.

Gera skal ráðstafanir til að valvísi sé milli yfirstraumsvarna vindorkuvers og yfirstraumsvarna í raforkudreifikerfinu.

Gera skal sérstakar ráðstafanir við val á stillingu varna ef um millistórar eða stórar vindrafstöðvar er að ræða. Mælt er með að val á vörnum og stillingum sé ákveðin í samráði við viðkomandi kerfisstjórn.

12. Ræsing og stöðvun

Skilgreina skal rekstur vindrafstöðva t.d. hvernig stöðva skal einstaka vindrafstöð við mikla vindaukningu.

Vindrafstöðvar skulu að lámarki þola 25 ms í vindstyrk og stöðvunargildi vindrafstöðvarinnar má ekki vera lægra en það. Leysi vindrafstöð út vegna of mikils vindstyrks má hún sjálfkrafa ræsa aftur og tengjast netinu þegar vindstyrkurinn er kominn niður fyrir sett mörk með eðlilegum vikmörkum.

Sé vindrafstöð stöðvuð vegna bilunar í raforkukerfinu má sjálfvirk ræsing setja vindrafstöðina inn aftur 5-10 mín eftir að raforkukerfið hefur náð eðlilegu ástandi aftur.

Vindrafstöðvarsvæði skal hannað þannig að einstakar vindrafstöðvar sem svæðið samanstendur af stöðvist ekki allar samtímis í þeim tilfellum að vindurinn fari yfir keyrslumörk. Gera skal ráðastafanir til að keyra þær niður eftir fyrirfram ákveðnu ferli.

Taka skal tillit til aðstæðna í raforkukerfinu við ræsing og stöðvun vindorkuvers. Sérstaklega skal þess gætt að spennu, tíðni og aðrir þættir í gæðamati raforkunnar haldist innan settra marka við þessar aðstæður. Við tengingu skal viðkomandi kerfisstjórn gefa út leiðbeinandi ferli sem fara skal eftir í þessum tilfellum.

Afl vindrafstöðva sem hægt er að tengja við raforkudreifikerfið á tilteknum stað er háð því skammhlaupsafli sem er á dreifikerfinu á tengistað vindrafstöðvarinnar og álagi. Einnig hefur álagið sem er á millispennukerfinu áhrif á þetta. Samkvæmt staðli EN 50160 um gæði raforku og má spennufallið ekki vera meira en 8% þegar vindrafstöð leysir út á fullu afli.

Eftirfarandi eru dæmi um samspil á milli skammhlaupsafis dreifikerfis og hámarks afis vindrafstöðvar. Í þessum útreikningum er reiknað með að vindrafstöðin framleiði á lágspennu og sé tengd 10 kV dreifikerfinu um sjálfstæðan aflspenni. Spennufallið er reiknað á láspennu hjá notanda sem tengdur

er sama 10 kV dreifikerfinu um annan aflspenni. Reiknað er með að álagið á dreifikerfinu sé um 1000 kVA

Skammhlaupsafl dreifikerfis	Hámarks afl vindrafstöðvar
5 MVA	300 kVA
10 MVA	800 kVA
20 MVA	1600 kVA

Útreikninga á afli vindrafstöðvar sem er hægt að tengja við dreifikerfið á hverjum stað þarf að gera fyrir hvert tilfelli fyrir sig þar sem þetta afl er háð kerfisaðstæðum á viðkomandi tengistað.

13. Samskipti, fjarstýring og mælingar

Skilgreina skal öll fjarskipti, fjarmælingar og fjarstýringar og hvernig þeim verður háttað.

Stýriaðgerðir og rekstrar mælingar skulu gerðar aðgengilegar fyrir kerfisstjórn viðkomandi rafdreifikerfis sé þess óskað.

Kerfisstjórn viðkomandi dreifikerfis skal skilgreina mæligildi, stýriaðgerðir og aðrar nauðsynlegar upplýsingar sem þarf til að halda uppi eðlilegu rekstraröryggi og gæðum.

14. Kröfur til prófana

Gera skal kröfu um prófanaferli við uppsetningu og tengingu vindrafstöðva.

Skilgreina skal kröfur um hermun, hvað þar skal sýna og taka til viðmiðunar. Ekki skal gera kröfu um hermun fyrir VR í flokki 4.

Gera skal kröfur varðandi skil á gögnum úr hermun við hagkvæmniathugun, umsókn um uppsetningu og tengingu.

Gera skal kröfur um sannprófun/raunprófun til staðfestingar á módeli áður en vindrafstöðin er tekin í endanlega í notkun.

Eins og fram hefur komið í skilmálum þessum skal áður en heimild er gefin til uppsetningar og tengingar á vindorkuveri leggja fram umsókn með tæknilegum upplýsingum s.s. um gerð, ræsi- og stöðvunarferla, raun- og launafslæði og upplýsingum um varnir vindorkuversins. Jafnframt skal umsókninni fylgja lýsing á prófunarferli vindorkuversins. Skal þessi lýsing vera samþykkt af kerfisstjórnar viðkomandi raforkudreifikerfis. Í gögnum þessum skulu koma fram lýsingar á þeim ráðstöfunum sem gerðar eru til að mæta þeim kröfum sem settar eru í tengiskilmálum að viðbættum þeim kröfum sem settar eru fyrir viðkomandi tengistað.

Hluti af prófanaferlilýsingunni skal vera keyrslulíkan af viðkomandi vindorkuveri. Líkanið skal sýna eiginleika orkuversins bæði í stöðugt ástandi (static simulation / load flow) og rauntímalíkan (dynamic simulation / time simulation). Líkanið skal notað við hagkvæmniathuganir við undirbúning uppsetningar.

Við prófanir og gangsetningar skal líkanið sannreynt og skal raunvirkni borin saman við líkanið og það leiðrétt ef þörf krefur svo fyrir liggja með skjalfestum hætti hver raunvirknin er við gangsetningu.

Leita skal samþykkis kerfisstjórnar á afhendingarformi líkansins.

15. Staðfestingar og skjölun

Skilgreina skal með hvaða hætti sett er fram staðfesting á að kröfur séu uppfylltar. Einnig skal skilgreina hvaða kröfur á að gera til skjölunar og aðgengi skjala.

Staðfesting:

Eigandi vindorkuvers skal staðfesta að framleiðslueiningin uppfylli settar kröfur. Slík staðfesting getur verið gerð með raunprófunum, tæknilegum útreikningum eða hermun á prófunum.

Með umsókn um tengingu skal fylgja staðfestingarskýrsla sem unnin er samkvæmt tæknilegum útreikningum og hermun ef með þarf.

Þegar framleiðslueining er tilbúin til reksturs skal liggja fyrir staðfestingaskýrsla sem skal afhent kerfisstjórn viðkomandi raforkudreifikerfis. Inntak þessarar skýrslu skal fengið með raunprófun og tæknilegum útreikningum ef með þarf.

Skjölun:

Upplýsingar um alla þætti framleiðslueininga s.s. bygging og tæknilegar upplýsingar fyrir búnað skulu vera skjalfest og skráð samkvæmt skilvirknu kerfi og skal vera aðgengilegt öllum sem koma að rekstri og viðhaldi viðkomandi framleiðslueininga.

Tilvísanir:

1. ÍST EN 61400-21:2008. Wind turbines - Part 21: Measurement and assessment of power quality characteristics of grid connected wind turbines.
2. ÍST EN 50160:2007. Voltage characteristics of electricity supplied by public distribution systems
3. Nordic Grid Code 2007 (Nordel)
4. Nordel Connection Code Wind Turbines (November 2006)
5. Tilslutning af vindmøller til lav- og mellemspændingsnet (ELFOR)
6. Affärsverket svenska kraftnäts författningssamling.
(Utgivare: chefsjurist Bertil Persson, Svenska Kraftnät)
7. Vindkraft och elnet i samverkan (Gothia Power)
8. Grid Codes Comparision (Chalmers University og Technology Göteborg)
9. Wind Turbine Grid Connection and Interaction (Deutsches Windenergie-Institut GmbH Germany, Tech-wise A/S Denmark · DM Energy United Kingdom)
10. Retningslinjer for nettilkobling av nidkraftverk (SINTEF Energiforskning, 2001)
11. Mapping of grid faults and grid codes (Risø-R-1617(EN))
12. European Grid Code Requirements for Wind Power Generation
(EWEA Working Group on Grid Code)
13. EirGrid Grid Code, Version 3.3. This version comes into effect January 30th 2009. Wind Grid Code only. (eirgrid.com, Dublin, Ireland)
14. Raforkulög (nr. 63/2003, 27. Mars.)
15. Reglugerð um gæði raforku og afhendingaröryggi (1048/2004, 21. desember)
16. Staðall 519-1992 frá IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers)

Viðaukar:

Viðauki 1:

Minnisatriði fyrir tengingu vindrafstöðva

Viðauki 2:

Dæmi um gátlista fyrir uppsetningu og tengingu vindrafstöðvar við net

Viðauki 1:

Minnisatriði fyrir tengingu vindrafstöðva

Grunnupplýsingar nauðsynlegar
fyrir samþættingu raforkukerfa og
vindrafstöðva

Tenging á vindrafstöðva (VR og VRS) við lágspennu- og millispennukerfi

Tilgangur með þessu skjali er að auðvelda samantekt þeirra gagna sem nauðsynleg eru þegar kemur að því að setja af stað verkefni sem snýr að uppsetningu vindrafstöðva sem tengja á við raforkukerfið.

Tilgreind eru nokkur atriði sem nauðsynlegt er að hafa í huga þegar tengja skal vindrafstöð við raforkukerfið. Síðan er meðfylgjandi listi sem nauðsynlegt er að fylla í og ná með þeim hætti utanum þau atriði sem haf þarf tilbúinn þegar kemur að framkvæmdinni sem slíkri. Upplýsingar í þennan lista þarf að sækja frá ýmsum aðilum sem til þess hafa þekkingu og hafa aðgang að kerfisupplýsingum.

Ráðlegt er að yfirfara þennan lista snemma í undirbúningsferli verkefnisins. Því þessar upplýsingar eru nauðsynlegar fyrir heildar mat á:

- Rekstri vindrafstöðva sem tengjast raforkukerfinu.
- Gæðamat raforkunnar.
- Samhæfni þeirra skilmála sem fyrir eru og öðrum tengdum skilmálum sem koma til greina við tengingu vindrafstöðva við raforkukerfið.

Nokkur almenn atriði sem þarf að hafa í huga þegar tengja skal vindrafstöð við raforkukerfi:

1. Almennar skilgreiningar á tengingu á vindrafstöðvar við raforkudreifikerfi.
2. Skilgreining á hugtöku, heitum og aðstæðum.
3. Hermun af aðstæðum og hvað hægt er að ná út úr vindrafstöð.
4. Kröfur til rafala og stærðarvals.
5. Ákvörðun um mestu raunafls framleiðslu.
6. Kröfur til launafls framleiðslu og fasaleiðréttingar.
7. Val á spennu milli véla og nets m.t.t. raun- og launafls.
8. Spennugæði í tengipunkti.
9. Upplýsingar og kröfur um skammhlaupsafl í tengipunkti.
10. Hönnun og val á strengjum fyrir tengingu við raforkudreifikerfið.
11. Skilgreining og áhrif spennubreytinga á vindrafstöðvar.
12. Val á stýringum á afli, spennu, tíðni og útleysingu.
13. Hvernig bregðast skal við yfirspennu í tilfelli útleysingar.
14. Kröfur til varnarbúnaðar og val þeirra með tilliti til varna í netkerfinu.

Dæmi um upplýsingar vegna tengingu vindrafstöðva

Heiti verkefnis: _____

Fjöldi og gerð vindrafstöðva: _____

Dagsetning: _____

Upplýsingar:			
A - Ástand raforkukerfis sem fyrir er í tengipunkti (TP) – fyrir tengingu vindrafstöðvar			
1	Málspenna raforkukerfisins	kV	
2	Skammhlaupsafl í (TP)– eðlilegt og lágmark	MVA	
3	Rk = skammhlaups viðnám í TP.	Ohm	
4	Xk = skammhlaups reactans	Ohm	
5	Leifð spennubreyting í TP við venjulegan netrekstur.	%	
6	Mesta vænta spennumisvægi við venjulegan kerfisrekstur.	%	
7	Væntar tíðni breytingar í TP við venjulegan kerfisrekstur.	%Hz	
8	Innihald Yfirtóna í spennu í TP, við venjulegan kerfisrekstur.	%	

B – Kröfur til vindrafstöðvar við eðlilegan netrekstur			
9	Leyfilegt flæði yfirtóna frá vindrafstöð	%	
10	Leyft flökt v/ vindrafstöðva	Pst, Plt	
11	Leyft spennuris í TP	% of Un	
12	Kröfur viðvirkjandi aflstuðulsstýringu vindrafstöðvar við venjulegan kerfisrekstur.	Skýring	
13	Kröfur viðvirkjandi raunafsstýringu vindrafstöðvar við venjulegan kerfisrekstur.	Skýring	
14	Kröfur viðvirkjandi launafsstýringu vindrafstöðva - eðlilegur rekstur.	Skýring	
15	Kröfur viðvirkjandi módel af vindrafstöð fyrir hermun á raforkudreifikerfi.	Skýring	
X	Aðrar kröfur	Skýring	

C – Kröfur til vindrafstöðva við bilanir í raforkukerfinu (netinu)			
16	Vænt hegðun vindrafstöðvar við bilun í raforkukerfinu (Útleysing eða viðbrögð við bilunum)	Skýring	
	<u>Viðbrögð við bilunum:</u>		
17	Kröfur viðvíkjandi raunafsstýringu vindrafstöðvar við bilun og eftir bilunarástand	Skýring	
18	Kröfur viðvíkjandi launafsstýringu við bilanir og eftir bilunarástand.	Skýring	
19	Væntar spennubreytingar við bilun og eftir bilunarástand – Gildi og hlutfall af breytingum	Skýring	
20	Mestu væntu tíðnbreytingar við truflanir í raforkukerfinu. Gildi og mesta hlutfall af tíðnbreytingum (Hz/sec)	Hz, Hz/sec	
21	Tengiskilmálar og önnur skjöl með kröfum sem eiga við tengingu vindrafstöðva við raforkukerfið	Afrit af viðkomandi skjölum	

Skilgreiningar og skýringar á atriðum í nettengi gátlista.

Hluti A:

Atriðir í A hluta gátlistans eru tengdar ástandi þess net kerfis sem fyrir er áður en tenging vindrafstöðvar á sér stað. Tengipunktur (TP) er skilgreindur sem sá staður í raforkukerfinu, raffræðilega sem næst vindrafstöðinni, sem vindrafstöðin tengist kerfinu.

1. Málspenna raforkukerfisins (U_n)
2. Skammhlaupsafl í TP – eðlilegt og lágmark. Sk, skilgreint við málspennu, U_n , og skammhlaups samviðnám Z_k . Hæsta gildi í samræmi við eðlilegan rekstur rafkerfisins, lágmarks gildi viðað við óvenjulegar kerfisaðstæður, þegar Sk hefur minnsta mögulega gildi.
3. R_k = skammhlaupsviðnám í TP.
4. X_k = skammhlaups reactans
5. Leyfð spennubreyting í TP við venjulegan netrekstur. Lægsta og hæsta gildi væntra breytinga frá málgildi spenunnar í TP.
6. Mesta vænta spennu misvægi við venjulegan netrekstur. Spennu misvægi er skilgreint sem hlutfallslegt gildi af mínus-fasaspennu, sem prósentu af gildi plús-fasaspennu.
7. Væntar tíðni breytingar í TP við venjulegan netrekstur. Minnsta og mesta vænta breyting frá málgildi tíðninnar í TP.
8. Yfirtóna innihald spennu í PCC við venjulegan netrekstur. Mesta vænta gildi af einstökum yfirtónum og THD gildi netsins í PCC

Hluti B

Kröfur til vindrafstöðvar við eðlilegan netrekstur:

9. Leyfilegt flæði yfirtóna frá vindrafstöð: Hæsta vænta gildi af einstökum yfirtón og THD gildi frá vindrafstöðinni.
10. Leyft flökt frá vindrafstöð: Leyfð Pst og Plt gildi eins og þau eru skilgreind í IEC 61400-21
11. Leyft spennuris í TP: Mesta leyfða spennuris í TP vegna venjulegs reksturs vindrafstöðvarinnar.
12. Kröfur viðvíkjandi aflstuðuls stýringu vindrafstöðvar við venjulegan netrekstur: Kröfur sem leiða til endanlegs aflstuðuls skal tilgreina hér.
13. Kröfur viðvíkjandi raunafsstýringu vindrafstöðvar við venjulegan netrekstur: Skilgreining á mörkum raunafslsframleiðslu ef einhver eru skal tilgreina hér.
14. Kröfur viðvíkjandi launafsstýringu vindrafstöðva - eðlilegur rekstur: Allar kröfur er varða launafsstýringu skal tilgreina hér.
15. Kröfur viðvíkjandi módel af vindrafstöð fyrir net eftirlíkingu: Sé gerð krafa um eftirlíkingu á hegðan vindrafstöðvar tengdri við net skal það tilgreint hér.

Hluti C:

Kröfur til vindrafstöðva við bilanir í raforkukerfinu (netinu):

16. Vænt hegðun vindrafstöðvar við bilun í raforkukerfinu (Útleysing eða viðbrögð við bilunum) :
Við bilanir í raforkukerfinu þegar spenna fer út fyrir vænt gildi, mun staðlaður rafali vindrafstöðvar frátengdur og vindrafstöðin stöðvuð. Vindrafstöðin mun síðan gangsett sjálfvirkt eftir að spenna er aftur komin á netið og hefur verið stöðug í gefinn tíma (ca. 10 mín). Vindrafstöð með búnað sem bregst við bilunum á neti (Fault Ride Through option) mun ekki strax vera aftengd, heldur mun halda áfram sínum rekstri í ákveðin tíma við skilgreindar aðstæður. Eftir að spennan hefur jafnað sig, mun vindrafstöðin endurheimta eðlilegan rekstur og á þann hátt styðja við að endurheimta eðlilegan rekstur raforkukerfisins eftir bilun. Sé valin vindrafstöð með búnað sem bregst við bilunum á neti, geta verið sérstakar kröfur sem taka þarf tillit til varðandi hegðun vindrafstöðva við bilun í raforkukerfinu (t.t. launafsls straum innspýting). Þessar kröfur eru tilgreindar í spurningum 17-18.

Viðbrögð við bilunum:

17. Kröfur viðvíkjandi raunafsstýringu vindrafstöðvar við bilun og eftir bilunarástand
18. Kröfur viðvíkjandi launafsstýringu við bilanir og eftir bilunarástand.
19. Væntar spennubreytingar við bilun og eftir bilunarástand – Gildi og hlutfall af breytingum:
Nauðsynlegt að skýra hér einkennandi form spennutruflana við þær bilanir sem vindrafstöð skal standast án þess að frátengjast netinu. Má sýna grafískt.
20. Mestu væntu tíðnibreytingar við truflanir í raforkukerfinu. Gildi og mesta hlutfall af tíðnibreytingum (Hz/sec): Mesta breyting á tíðni við kerfistruflanir skal tilgreina hér.
21. Tengiskilmálar og önnur skjöl með kröfum sem eiga við tengingu vindrafstöðva við raforkukerfið:
Viðeigandi skjöl skal tilgreina hér.

Viðauki 2:

Dæmi um gátlista fyrir uppsetningu og tengingu vindrafstöðvar við raforkudreifikerfið

Í þessum lista koma fram atriði sem flesta vanhagar um þegar kemur að því að setja fram spurningar um uppsetningu og tengingu vindrafstöðva við raforkudreifikerfið.

Til að ná fram fyrsta stigs kostnaðaráætlun er reglan sú að það þarf að haf nokkur grunnatriði s.s. landfræðilega staðsetningu, stærð í kW, fjölda og gerð vindrafstöðva.

Til að gera bindandi samning við raforkudreifikerfið krefst það fleiri upplýsinga s.s. tæknilegra upplýsinga, hvað þarf að vakta og hvernig frá kerfisstjórn o.sfrv.. Margir raforkukerfa eigendur vilja fá útfylltan lista eða svarblað í líkingu við það sem fer hér á eftir.

1 Almennar upplýsingar

- 1.1. Fyrirtæki/Eigandi. Nafn, heimilisfang og kennitala
- 1.2. Samskiptaaðili
- 1.3. Framleiðandi vindrafstöðvar
- 1.4. Áætlaður tími tengingar

2. Tæknilegar upplýsingar

- 2.1. Staðsetning. Sveitarfélag, landfræðileg teikning með x-y upplýsingum eða GPS punktum
- 2.2. Framleiðandi og gerð vindrafstöðvar
- 2.3. Fjöldi vindrafstöðva (**VR**) á vindrafstöðvasvæði (**VRS**)
- 2.4. Afköst, í heild og pr. viku
 - heildar uppsett afl (kW)
 - viðmiðunarafl (kW á svæði)
 - mesta mögulega framleiðsla, 10 min meðalgildi (kW pr. stöð)
 - mesta mögulega framleiðsla, 0,2 sek meðalgildi (kW pr. stöð)
- 2.5. Gerð aflstýringar
 - „stall“ reglun
 - „pitch“ reglun
 - „active stall“ reglun
 - rótorstraum reglun
 - tíðnibreytir, m/reglun
 - aðrar gerðir reglunar, (skýringar)
- 2.6. Launafli frá neti við málsþennu við:
 - tómgang (kvar pr. stöð)
 - viðmiðunarafl með þéttaum (kvar pr. stöð)
 - viðmiðunarafl án þétta (kvar pr. stöð)

- 2.7. Mesta mögulega launafslnotkun frá raforkukerfinu í rekstri við **TP**, 10 min meðalgildi (kvar pr. stöð)
- 2.8. Málspena Vindrafstöðvarinnar (kV)
- 2.9. Málafl rafalans/rafalanna (kVA)
- 2.10. Mesti mögulegi fjöldi rafalatenginga (rof/tenging við net)
 - innsetning rafala/spennis 1 við startvind (fjöldi pr. stöð)
 - innsetning rafala/spennis 2 við skiptivind (fjöldi)
- 2.11. Lýsing á aðgerðum varnarliða með upplýsingum um stilligildi og innstillta tíma.
- 2.12. Innihald yfirtóna sem prósentu af grunntón fyrir hvern og einn af h=2 til og með h=50.
- 2.13. Hæsta mögulega yfirtónastraum.
- 2.14. Spennubreytingastuðull (k_n), flöktstuðull (k_f) og flöktstuðul (c_f) fyrir hvern og einn af skammhlaupshornin (ψ_k) = 30°, 50°, 75° og 85°.
- 2.15. Spennugildi fyrir uppgefnar prófanir