

Tengiskilmálar vindrafstöðva

Lág- og millispennukerfi

FA/JÓ

Efnisyfirlit:

1. Samantekt.....	3
2. Skilgreiningar	4
3. Umfang tengiskilmála (Scope).....	4
4. Viðbrögð við truflunum	4
5. Gæði raforkunnar	5
6. Raunafsstýring	6
7. Framleiðslugeta launafls.....	7
8. Launafsstýring.....	7
9. Bilanastraumar og rof vegna bilana	8
10. Eyjakeysla.....	8
11. Rekstrargildi spennu og tíðni.....	8
12. Eiginleikar við rekstrartruflanir á neti.....	9
13. Varnarbúnaður	10
14. Ræsing og stöðvun	11
15. Samskipti, fjarstýring og mælingar	11
16. Kröfur til prófana.....	11
17. Staðfestingar og skjölun	12
Tilvísanir:	14
Viðaukar:	15
Viðauki 1:.....	16
Viðauki 2:.....	22

1. Samantekt

Í þessu skjali er að finna tillögu að 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 heildstæðum tengiskilmálum vindrafstöðva fyrir allar rafveitur landsins hvort sem tengingin á sér stað á lágspennu eða millispennu og hefur skjalið því fengið heiðið „Tengiskilmálar vindrafstöðva, Lág- og millispennukerfi“.

Skilmálar þessir 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 verður á að gefa út sérkröfur fyrir mismunandi tengistaði í rafdreifikerfinu. Verður slíkt metið síðar 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.

Með skilmálum þessum eru settir fram tilteknir tæknilegir eiginleikar og einkenni fyrir kerfishluta sem þarf að uppfylla vegna öryggis og áreiðanleika í rekstri heildar kerfisins.

Skilmálar þessir innihalda 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.

Skilmálar þessir taka m.a. á eftirfarandi tæknilegu þáttum:

1. Viðnám gegn truflunum og rof v/bilana
2. Gæði raforku
3. Stýring raunafslframleiðslu
4. Stýring og framleiðslugeta launafsl
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

Ekki hafa verið sett inn viðmiðunargildi fyrir alla þessa þætti en í flestum tilfellum má styðjast við gildandi staðla s.s. ÍST EN 61400-21:2008.

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:

Skýring	Stærð	Spenna á tengingu við dreifikerfið
Meðalstór:	>5 MW til 25 MW	Millispenna og aðveitustöð
Lítill:	>0,3 MW til 5 MW<	Lágspenna eða millispenna
Mjög lítill:	<0,3 MW	Láspenna

Tengipunktur (TP):

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

Vindrafstöð (VR):

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

Vindrafstöðva svæði (VRS):

Þar sem fleiri en ein vindrafstöð er tengd inn á 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 (Scope)

Kröfur tengiskilmálanna ná til allra tenginga á vindrafstöðvum við raforkudreifikerfi bæði á lágspennu og milluspennu. 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

Fast frávik í tíðni og spennu.

Almennt skulu litlar virkjanir 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 normal spennu á rafala umreiknað yfir á háspennuhlið vélaspennisins að teknu tilliti til spennufalls í spenninum við mesta raunafli.

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

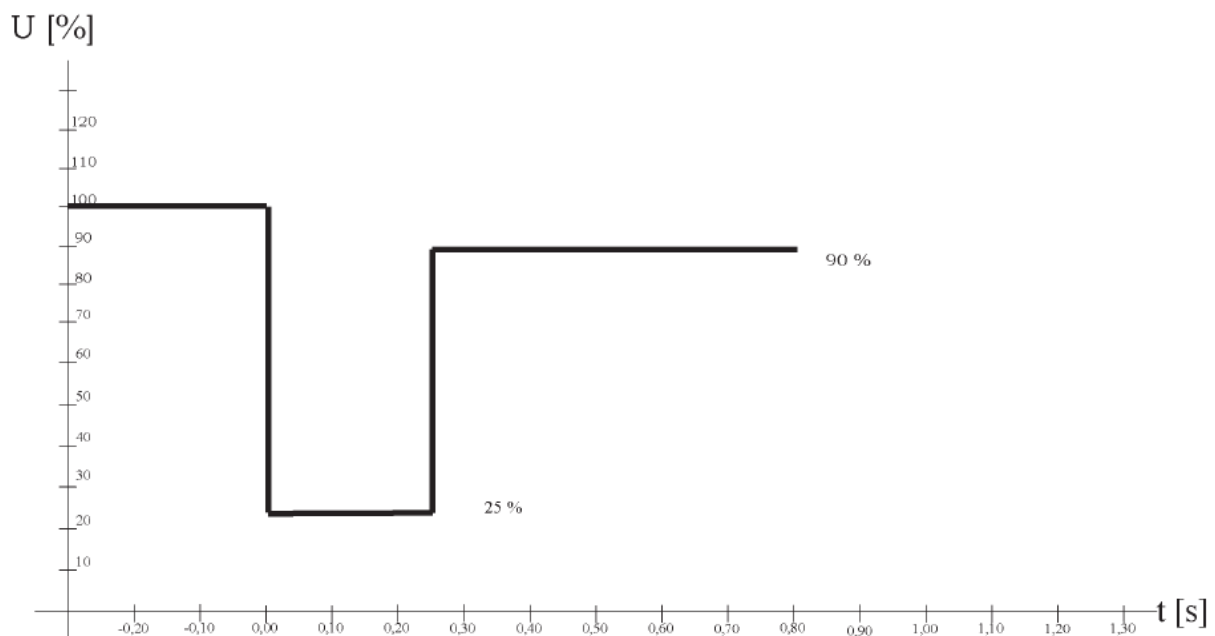
Fyrir lítil vindorkuver svarar spennubilið til nafnspennu rafalans umreiknað til hæstu spennu að teknu tilliti til spennufalls við mestu raunafli framleiðslu.

Skammhlaup og spennubreytingar.

Lítill og meðalstór vindorkuver 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 1.

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.



Mynd 1

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**.

Ekki hafa verið sett inn viðmiðunargildi fyrir alla þessa þætti en þar má í flestum tilfellum styðjast við gildandi staðla s.s. ÍST EN 61400-21:2008.

6. Raunaflsstýring

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

Ekki er gerð krafa um fjarstýringu á raunaflsframleiðslu frá **VR** sem eru minni en 300 kW

Gera skal kröfur til að hægt sé að fjarstýra raunaflsframleiðslu frá **VR** stærri en 300 kW og frá **VRS**.

Eftirtaldar raunafls stýriaðgerðir þurfa að vera til reiðu:

- **Efri mörk á raunafisframleiðslu.**
Breytileg hæstu mörk á raunafli frá hverju **VRS** skulu vera aðgengileg hvenær sem svæðið er í framleiðslu. Efri takmörk skulu stýra því að raunafisframleiðsla, mæld sem 10 mín meðaltalgildi, fara ekki yfir skilgreind mörk og skulu vera stillanleg með fjarstýringu. 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 raunafisframleiðslu.**
Kerfisstjórn raforkudreifikerfisins skal hafa möguleika á að takmarka framleiðslu inn á kerfið (þ.e. framleiðslan sé minni en vindur gefur tilefni til).
- **Uppkeyrsluferli raunafis.**
Gerð er krafa um að hægt sé að takmarka uppkeyrsluhraða raunafisframleiðslu í **10% á mínútu** af ástimpluðu hámarks raunafli.
- **Niðurkeyrsluferli raunafis.**
Gerð er krafa um að hægt sé að takmarka niðurkeyrslu hraða um **10% á mínútu**, miðað við ástimplað hámarks raunafli, þegar framleiðsla er minnkuð með aðgerðum stjórnþúnaðar. 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 raunafis 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 raunafis með tilliti til tíðni kerfisins þarf að vera möguleg. Þessi stýriaðgerð skal vera í hlutfalli við tíðnirávík kerfisins og verða að vera með stillanlegri takmörkun (dead-band). Stillingar þessar skulu settar í samráði við kerfisstjórn viðkomandi raforkudreifikerfis.

7. Framleiðslugeta launafis

Skilgreina þarf hve mikil launafisframleiðsla getur verið til staðar frá **VR**. 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 launafllþörfum.

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 launafslæði við öll gildi raunafsl.
2. Með sjálfvirkum hætti skal vera hægt að stýra launafslframléiðslu 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 sakilgreina hvaða aðstæður eiga að leysa út viðkomandi **VR**.

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

10. Eyjakeyrsla

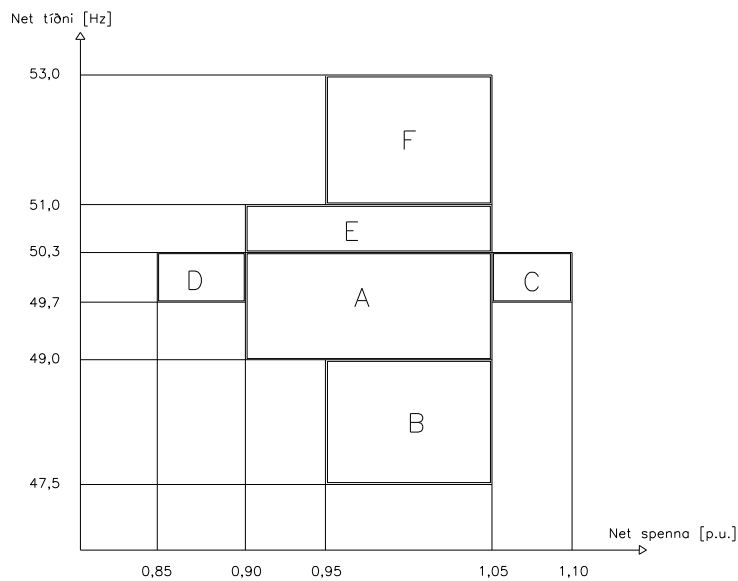
Skilgreina þarf skynjun á eyjakeyrsluástandi.

Afmarkað raforkudreifikerfi sem vindorkuver er tengt inná getur legið bæði nálægt raun- og launafsljafnvægi gagnvart nærliggjandi netkerfi. Í slíku tilfelli 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. Rekstrargildi spennu og tíðni

Skilgreinina skal þær kerfisaðstæður, t.d. spennu og tíðni, sem vindorkuver verður að geta mætt og unnið við. Á mynd 2 er dæmi um lýsingu kerfisástands sem vindorkuver þarf að geta mætt.



Mynd 2

Skýringar á mismundandi kerfisaðstæðum sem fram koma á mynd 2.

Þegar spenna og tíðni eru innan rétthyrningana á myndinni gilda eftirfarandi skilyrði:

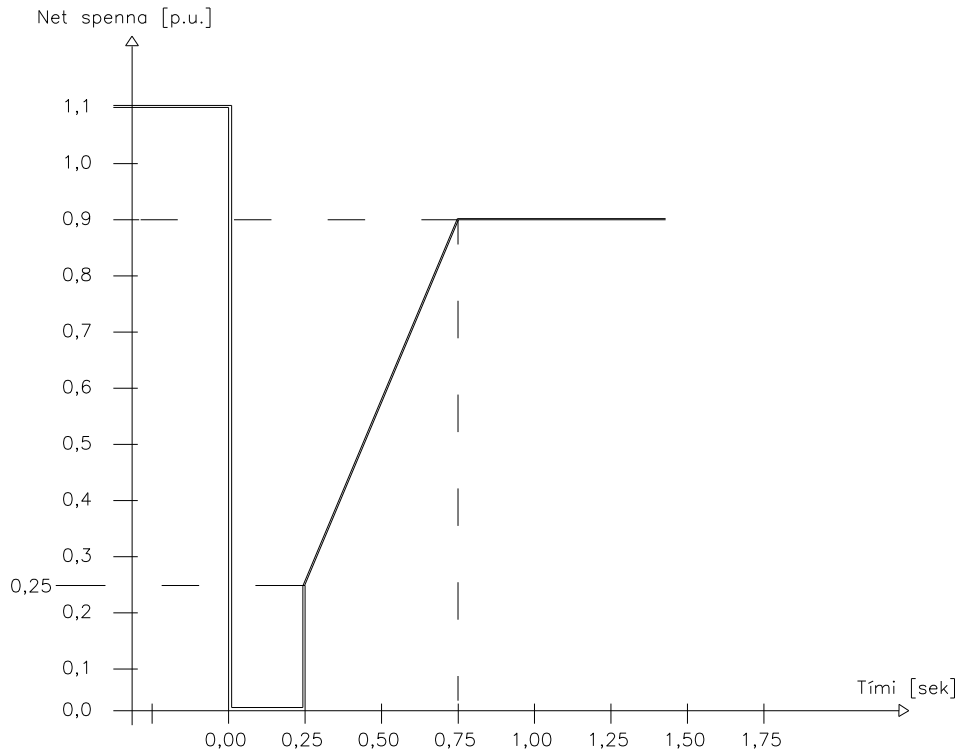
- A. Eðlilegur stöðugur rekstur. Enginn minnkun í raun- eða launafis framleiðslu heimiluð vegna spennu og tíðni breytinga í kerfinu.
- B. Mögulegt að halda rekstri óbreyttum í minnst 30 mín. Heimilt að raunafli falli línulega í réttu hlutfalli við tíðnina miðað við að óbreytt ástand við 49,0 Hz og síðan 15% minnkun á raunafli við 47.5Hz.
- C. Mögulegt að halda rekstri óbreyttum í minnst 60 mín. Raunafli má minnka um 10% innan þessarar tíðnimarka.
- D. Mögulegt að halda rekstri óbreyttum í minnst 60 mín. Raunafli má minnka um 10% innan þessarar tíðnimarka.
- E. Mögulegt að halda rekstri óbreyttum í minnst 30 mín. Heimilt að lítillega dragi úr raunafis framleiðslu. (Heildar uppsafnaður tími sem þetta ástand varir skal ekki fara yfir 10 tíma á árs grundvelli).
- F. Mögulegt að halda rekstri óbreyttum í minnst 3 mín. Raunafisframleiðsla má fara í hvaða gildi sem er en tenging við netið skal haldast.

12. Eiginleikar við rekstrartruflanir á neti

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.

Hér á eftir eru tiltekin dæmi um við hvaða aðstæður vindorkuver 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 3. Ath: Ristími spennunnar er háður eiginleikum, skammhlaupsafli staðarkerfisins.



Mynd 3

Á mynd 3 er sýnt ferill spennufalls í TP millispennu sem VRS verður að þola án þess að aftengjast kerfinu. Gildið 1,1 p.u. er rekstrarspenna fyrir bilun.

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 hærri vegna samviðnáms nets og spennis.

13. Varnarbúnaður

Skilgreina skal varnir, stillingar viðvarana og útleysi mörk.

Ef um er að ræða tengingu á millispennu skal vera aflrofi á millispennuhlið spennisins sem skal látin rjúfa við skammhlaup, yfirstraum 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.

14. Ræsing og stöðvun

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

Vindrafstöðvar svæði 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 ræsingu 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 skammhlaupsafls dreifikerfis og hámarks afls 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 lágspennu 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.

15. Samskipti, fjarstýring og mælingar

Skilgreina skal öll fjaraskipti, fjarlægðing og fjarstýringar og hvernig þeim verður háttað.

VR og **VRS** skal vera stýranlegt frá fjargæslustöð. 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.

16. 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.

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.

17. 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 raun prófunum, 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 raun prófun 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 skilvirku 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)

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 viðvíkjandi aflstuðulsstýringu vindrafstöðvar við venjulegan kerfisrekstur.	Skýring	
13	Kröfur viðvíkjandi raunafsstýringu vindrafstöðvar við venjulegan kerfisrekstur.	Skýring	
14	Kröfur viðvíkjandi launafsstýringu vindrafstöðva - eðlilegur rekstur.	Skýring	
15	Kröfur viðvíkjandi 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. Málspena 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 viðvirkjandi aflstuðuls stýringu vindrafstöðvar við venjulegan netrekstur: Kröfur sem leiða til endanlegs aflstuðuls skal tilgreina hér.
13. Kröfur viðvirkjandi raunafsstýringu vindrafstöðvar við venjulegan netrekstur: Skilgreining á mörkum raunafslsframleiðslu ef einhver eru skal tilgreina hér.
14. Kröfur viðvirkjandi launafsstýringu vindrafstöðva - eðlilegur rekstur: Allar kröfur er varða launafsstýringu skal tilgreina hér.
15. Kröfur viðvirkjandi 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 sjálfvirk 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 viðvirkjandi raunafsstýringu vindrafstöðvar við bilun og eftir bilunarástand
18. Kröfur viðvirkjandi 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 launafisnotkun 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 (kn), flöktstuðull (kf) og flöktstuðul (cf) fyrir hvern og einn af skammhlaupshornin (Ψ_k) = 30°, 50°, 75° og 85°.
- 2.15. Spennugildi fyrir uppgefnar prófanir

