

Netmáli	Tenging	
D1	7.6.2024	Útgáfa 3.0

D.1 Skilmálar um tæknilegar kröfur til vinnslueininga

1. Inngangur

- 1.1 Þessir skilmálar eru settir á grundvelli 6. mgr. 9. gr. raforkulaga nr. 65/2003 ásamt síðari breytingum (hér eftir nefnd raforkulög) og 6. gr. reglugerðar nr. 513/2003 um kerfisstjórnun í raforkukerfinu.
- 1.2 Skilmálar þessir taka mið af reglugerð Evrópusambandsins (EU) 2016/631 frá 17.05.2016 „Establishing a Network Code on Requirements for Grid Connection of Generators (RfG)“ sem byggir á tillögum ENTSO-E.
- 1.3 Skilmálar þessir eru staðfestir af Orkustofnun sbr. 6 mgr. 9. gr. raforkulaga með síðari breytingum.

2. Skilgreiningar

Eftirfarandi skilgreiningar gilda í skilmála þessum:

- 2.1 *Aflstuðull* er hlutfall raunafls og sýndarafls.
- 2.2 *Eigin notkun* vinnslueiningar er sú notkun sem eining þarf til að geta verið í rekstri. Ef eining er frátengd netinu og á að geta verið í rekstri þarf að vera hægt að anna þeirri notkun án raforku frá flutningskerfinu.
- 2.3 *Eyjarekstur* er tímabundinn rekstur tveggja eða fleiri hluta flutningskerfisins sem hafa verið rofnir hvor frá öðrum og eru þar með ekki samfasa.
- 2.4 *Hámarksafl* eða P_{max} er mesta samfellda raunafl sem vinnslueining getur fætt inn á flutningskerfið eins og skilgreint er í tengisamningi eða skv. samkomulagi milli Landsnets og eiganda vinnslueiningar.
- 2.5 *Jafnlæg bilun* er bilun sem leggst jafnt á alla þrjá fasa. Dæmi er skammhlaup milli allra fasa.
- 2.6 *Launafl* er þvertöluhluti sýndaraflsins mælt í VAr. Gjarnan notuð magneining svo sem kVAr (1.000 VAr) eða MVar (1.000.000 VAr).
- 2.7 *Orkulundur* (Power Park Module, PPM) er vinnslueining eða samsafn vinnslueininga raforku sem er tengd við flutningskerfið ósamfasa (non-synchronously) eða í gegnum aflrafeindabúnað og hefur einn tengipunkt við flutningskerfið.
- 2.8 *Ójafnlæg bilun* er bilun sem leggst ekki jafnt á alla fasa. Dæmi er skammhlaup milli tveggja fasa.
- 2.9 *Óskgildi* er gildi sem stefnt er á að ná fyrir einhvern þátt og er einkum notað í stýribúnaði.
- 2.10 *P-Q rit* sýnir launaflsgetu vinnslueiningar við breytilegt raunafl í tengipunkti.
- 2.11 *Raunafl* er raunhluti sýndaraflsins við nafntíðni mælt í Wöttum (W). Gjarnan notuð magneining svo sem kW (1.000 W) eða MW (1.000.000 W).
- 2.12 *Róunarbúnaður* (power system stabilator, PSS) er búnaður til að draga úr aflsveiflum á vinnslueiningu. Þessi búnaður er yfirleitt hluti af spennuregli.
- 2.13 *Samfasa vinnslueining* er samstæð eining sem vinnur raforku þannig að fast hlutfall sé á milli tíðni spennu einingarinnar, snúningshraða rafala og tíðni spennu á neti.

Netmáli	Tenging	
D1	7.6.2024	Útgáfa 3.0

- 2.14 *Sjálfvirk spennustýring (AVR)* er sjálfvirkur búnaður sem stöðugt stýrir spennunni á vinnslueiningu.
- 2.15 *Spenna* er munurinn á rafmætti á milli tveggja punkta mælt sem „rms“ gildi milli fasa við nafntíðni.
- 2.16 *Standa af sér bilun* er eiginleiki rafbúnaðar að geta haldist tengdur við raforkukerfið þó svo truflun verði í kerfinu.
- 2.17 *Straumur* er flæði rafhleðsla sem er mældur sem „rms“ gildi fasastraums við nafntíðni.
- 2.18 *Svipull bilanastraumur* er straumur sem vinnslueining gefur við truflun sem varnabúnaður kerfisins getur skynjað.
- 2.19 *Sýndarafl* er margfeldi straums og spennu mælt í VA. Gjarnan notuð magneining svo sem kVA (1.000 VA) eða MVA (1.000.000 VA).
- 2.20 *Sýndartregðuvægi* er búnaður í orkulundum sem á að líkja eftir tregðuvægi vinnslueiningar eins og lýst er í kröfum til slíks búnaðar.
- 2.21 *Tengipunktur* er sá staður þar sem vinnslueining, stórnotandi eða dreifiveita tengist flutningskerfi Landsnets.
- 2.22 *Tengisamningur* er samningur milli Landsnets og eiganda vinnslueiningar sem fjallar um viðkomandi tengingu og þær tæknilegu kröfur sem gerðar eru til hennar.
- 2.23 *Tíðni* er tíðni rafbylgjunnar í samtengdu kerfi mæld í Hz. Hún getur verið mæld hvar sem er í samtengdu kerfi þar sem slíkt á að gefa nánast sama gildi þegar mælt er í nokkrar sekúndur. Nafntíðni kerfisins er 50 Hz.
- 2.24 *Tíðnihamur (FSM)* er rekstrarháttur vinnslueiningar sem leiðir af sér breytingar á raunaflsvinnslu við breytingar á kerfistíðni sem stuðlar að því að ná að nýju óskgildi tíðninnar.
- 2.25 *Tíðnihamur – undirtíðni (LFSM-U)* er rekstrarháttur vinnslueiningar sem leiðir af sér að raunaflsvinnsla eykst sem svörun við of lágrí kerfistíðni.
- 2.26 *Tíðnihamur – yfirtíðni (LFSM-O)* er rekstrarháttur vinnslueiningar sem leiðir af sér að raunaflsvinnsla minnkar sem svörun við of hárrí kerfistíðni.
- 2.27 *Tíðnistýring* er hæfileiki vinnslueiningar til að breyta raunaflsvinnslu sinni við frávík í tíðni í flutningskerfinu frá óskgildi til að viðhalda stöðugri kerfistíðni.
- 2.28 *Tregðuvægi* (inertia) er eiginleiki massa sem snýst, svo sem í túrbínu og rafala, að viðhalda snúningshraða sínum ef hann verður ekki fyrir áhrifum ytri krafta.
- 2.29 *U-Q/P_{max} rit* sýnir launaflsgetu vinnslueiningar við breytilega spennu í tengipunkti.
- 2.30 *Vinnslueining* (Power Generating Module) er annað hvort
- Samfasa vinnslueining
 - Orkulundur
- 2.31 *Vinnslueining í flokki B* er vinnslueining með uppsetta málaflsgetu frá og með 1,5 MW upp að 10 MW og tengist á spennu 66 kV eða lægri.
- 2.32 *Vinnslueining í flokki D* er vinnslueining með uppsetta málaflsgetu frá og með 10 MW og tengist á spennu 66 kV og hærri.
- 2.33 *Þreppbreyting*, á spennu eða tíðni, er skyndileg stök breyting milli tveggja stöðugra spennu- eða tíðnigilda af óþekktri tímalengd.

Netmáli	Tenging	
D1	7.6.2024	Útgáfa 3.0

3. Almenn

- 3.1 Landsnet sinnir lögboðinni skyldu sinni að tryggja öruggan rekstur og stöðugleika flutningskerfisins meðal annars með því að gera tæknilegar kröfur til vinnslueininga.
- 3.2 Þessir skilmálar gilda fyrir allar vinnslueiningar með uppsetta málaflsgetu frá og með 1,5 MW sem tengjast flutningskerfinu beint. Skilmálarnir eiga eingöngu við um þann búnað vinnslueininga sem tekinn er í rekstur eftir gildistöku skilmálanna. Þó gilda þessir skilmálar ef endurnýjun hefur átt sér stað á vinnslueiningu sem kallar á nýjan og verulega breytan tengisamning. Ef eigandi vinnslueiningar hefur gert bindandi samning um kaup á mest öllum búnaði vinnslueiningar innan tveggja ára frá gildistöku skilmálanna ná þeir ekki til slíkra eininga heldur eiga eldri skilmálar við.
- (i) Fyrirhuguð endurnýjun vinnslueininga, sem hefur áhrif á tæknilega getu hennar, skal tilkynnt Landsneti með góðum fyrirvara.
- 3.3 Vinnslueiningar skulu hafa nákvæma, stöðuga og mjög stýranlega (rauntíma) kvika svörun til að veita grunn kerfisstjórnun til að tryggja afhendingaröryggi. Þessi atriði eiga við óháð því í hvaða rekstrarástandi flutningskerfið er og eru í samræmi við ítarlegar kröfur sem gerðar eru til vinnslueininga. Kröfurnar eiga að tryggja rauntímasvörun kerfisins til að takast á við atburði sem geta komið upp í flutningskerfinu. Virkni vinnslueininga á að vera næg skv. þessum kröfum til að takast á við truflanatilvik og þörf fyrir upplýsingar og stýringu á að vera fullnægjandi til að nýta vinnslueiningarnar við mismunandi aðstæður í flutningskerfinu.

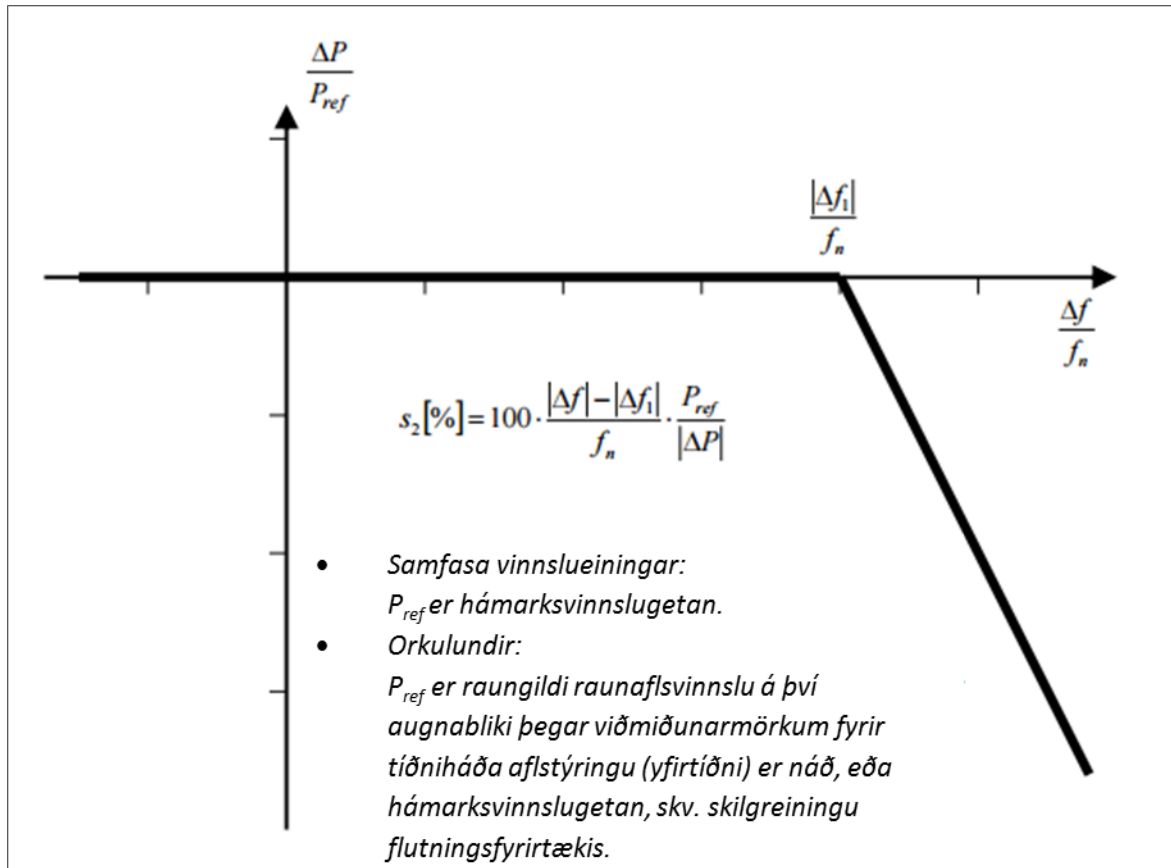
4. Almenn skilyrði fyrir vinnslueiningar

- 4.1 Vinnslueining skal uppfylla eftirfarandi skilyrði varðandi tíðni:
- a) Tíðnisvið:
- (i) Vinnslueining skal vera fær um að vera tengd flutningskerfinu og vinna innan eftirfarandi tíðnisviðs og tímasviðs.

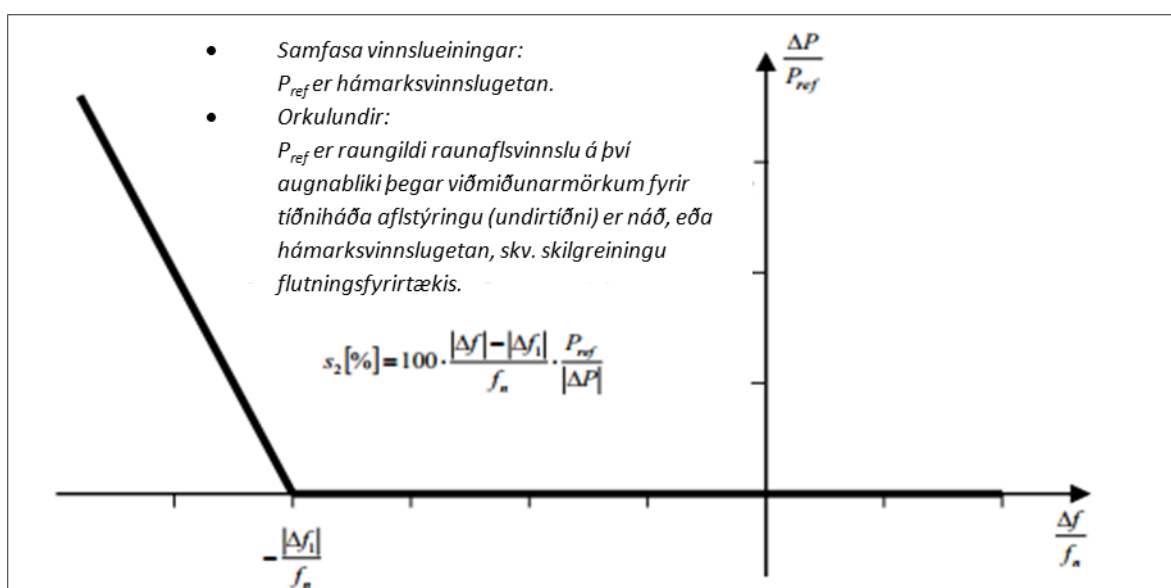
47,0-47,5 Hz	Í 20 sekúndur
47,5-52,0 Hz	Í ótakmarkaðan tíma
52,0 – 53,0 Hz	Í 20 sekúndur
 - (ii) Að teknu tilliti til atriðis 4.1) a) i) skal vinnslueining vera fær um að aftengjast sjálfvirktt við ákveðna tíðni ef Landsnet gerir kröfu um slíkt. Landsnet og eigandi vinnslueiningar skulu semja um skilyrði og stillingar fyrir sjálfvirkri útleysingu.
- b) Varðandi hæfni vinnslueiningar til að þola breytingar í tíðni skal vinnslueining haldast tengd flutningskerfinu við breytingar í tíðni sem eru að hámarki 0,5 Hz á sekúndu.
- 4.2 Varðandi yfirtíðni (LFSM-O) skal eftirfarandi gilda:
- a) Vinnslueining skal vera fær um að virkja tíðniháða aflstýringu í samræmi við mynd 1.
 - b) Stýringin skal byrja á sviðinu 50,2 Hz til 50,5 Hz.
 - c) Hallatala línunnar sem sýnir minnkun vinnslu skal vera stillanleg á bilinu 2-12% sbr. s₂ stuðulinn á mynd 1. Endanlegt gildi skal vera ákvarðað í samráði við Landsnet.

Netmáli	Tenging	
D1	7.6.2024	Útgáfa 3.0

- d) Vinnslueiningin skal vera fær um að virkja tíðniháða aflstýringu með eins stuttri tímatöf og kostur er, að lágmarki innan 2 sekúndna. Ef töfin verður lengri skal eigandi vinnslueiningar skýra þá töf sérstaklega með viðhlítandi gögnum
 - e) Þegar vinnslueiningu hefur verið stýrt niður í lágmarksreglun getur Landsnet krafist þess að hún sé annað hvort fær um
 - i) að halda áfram rekstri við þá vinnslu; eða
 - ii) að minnka vinnsluna frekar.
 - f) Vinnslueiningin skal vera stöðug í rekstri við slíkan yfirtíðnirekstur. Á meðan yfirtíðnirekstur er virkur skal óskgildi þeirrar stýringar hafa forgang fram yfir önnur óskgildi.
- 4.3 Varðandi undirtíðni (LFSM-U) skal eftirfarandi gilda fyrir vinnslueiningar í flokki D:
- a) Vinnslueining skal vera fær um að virkja tíðniháða aflstýringu sbr. mynd 2 og í samræmi við eftirfarandi:
 - (i) Vinnslueining skal vera fær um að virkja tíðniháða aflstýringu og hún skal byrja á sviðinu við 49,8 Hz til 48,0 Hz.
 - (ii) Hallatala línunnar sem sýnir aukna vinnslu skal vera stillanleg á bilinu 2-12% sbr. s₂ stuðulinn á mynd 2. Endanlegt gildi skal vera ákvarðað í samráði við Landsnet.
 - b) Tíðniháð aflstýring við undirtíðni þarf að taka tillit til eftirfarandi:
 - (i) Umhverfispáttá, svo sem veðurfars og vatnsrennslis, þegar slíkt kemur upp.
 - (ii) Rekstrarástands vinnslueiningar, sérstaklega takmarkana á vinnslu nálægt hámarksvinnslugetu við lága tíðni og viðkomandi áhrif umhverfispáttá í samræmi við greinar 4.5 og 4.6.



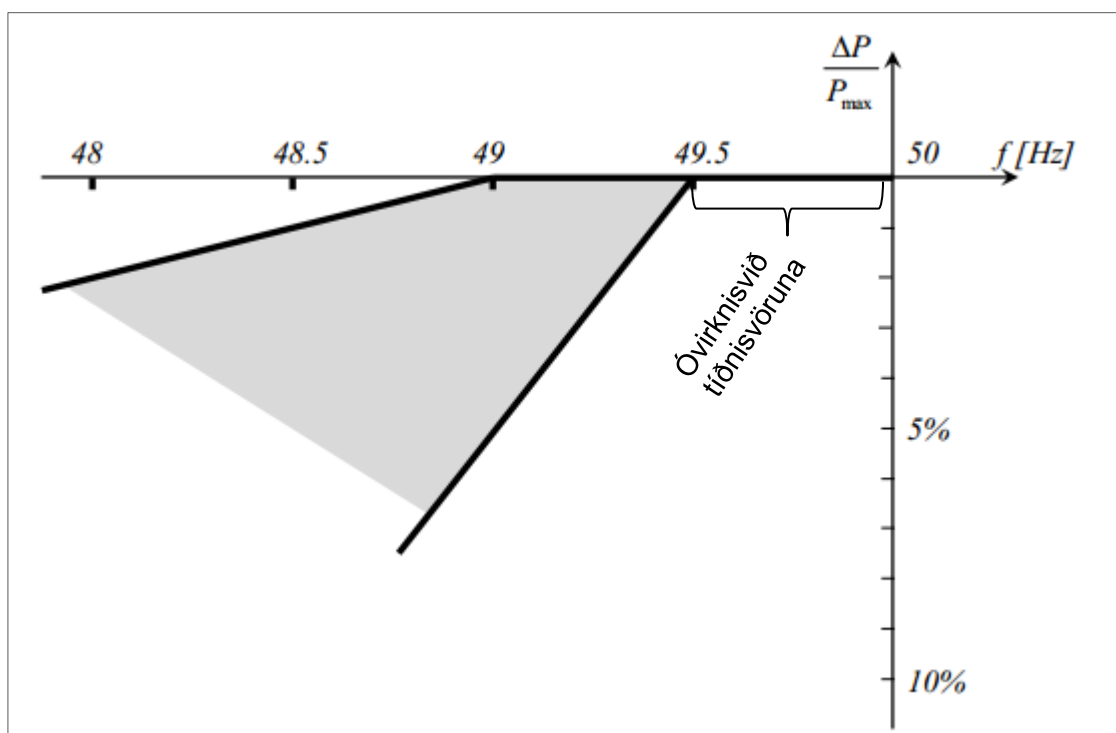
Mynd 1 Tíðniháð aflstýring vinnslueininga við yfirtíðni (mynd frá European Commission: „Network code on requirements for grid connection of generators“).



Mynd 2 Tíðniháð aflstýring vinnslueininga við undirtíðni (mynd frá European Commission: „Network code on requirements for grid connection of generators“).

Netmáli	Tenging	
D1	7.6.2024	Útgáfa 3.0

- c) Virkni tíðniháðrar aflstýringar vinnslueiningar við undirtíðni skal ekki tefjast að óþörfu og ef slík töf er lengri en 2 sekúndur skal eigandi vinnslueiningar koma skýringum til Landsnets sem réttlæta seinkunina.
 - d) Við tíðniháða aflstýringu við undirtíðni skal vinnslueining vera fær um að auka aflvinnslu upp að hámarksgetu.
 - e) Stöðugur rekstur vinnslueiningar skal vera tryggður.
- 4.4 Vinnslueining skal vera fær um að halda stöðugri aflvinnslu óháð tíðni að teknu tilliti til greina 4.2, 4.5 eða greina 4.3 og 4.7 c).
- 4.5 Með lækkandi tíðni getur Landsnet heimilað að aflvinnsla minnki með tíðni frá hámarksvinnslu innan þeirra marka sem fram koma á mynd 3. Þetta á við um vinnslueiningar sem ekki geta skilað fullu afli við undirtíðni af tæknilegum orsökum.
- a) Við 49 Hz liggja efri mörkin með 2% minnkun aflvinnslu frá hámarksgetu við hvert 1 Hz sem tíðnin lækkar;
 - b) Við 49,5 Hz liggja neðri mörkin með 10% minnkun aflvinnslu frá hámarksgetu við hvert 1 Hz sem tíðnin lækkar.



Mynd 3 Lækkun hámarksafletu með lækkandi tíðni (mynd frá European Commission: „Network code on requirements for grid connection of generators“).

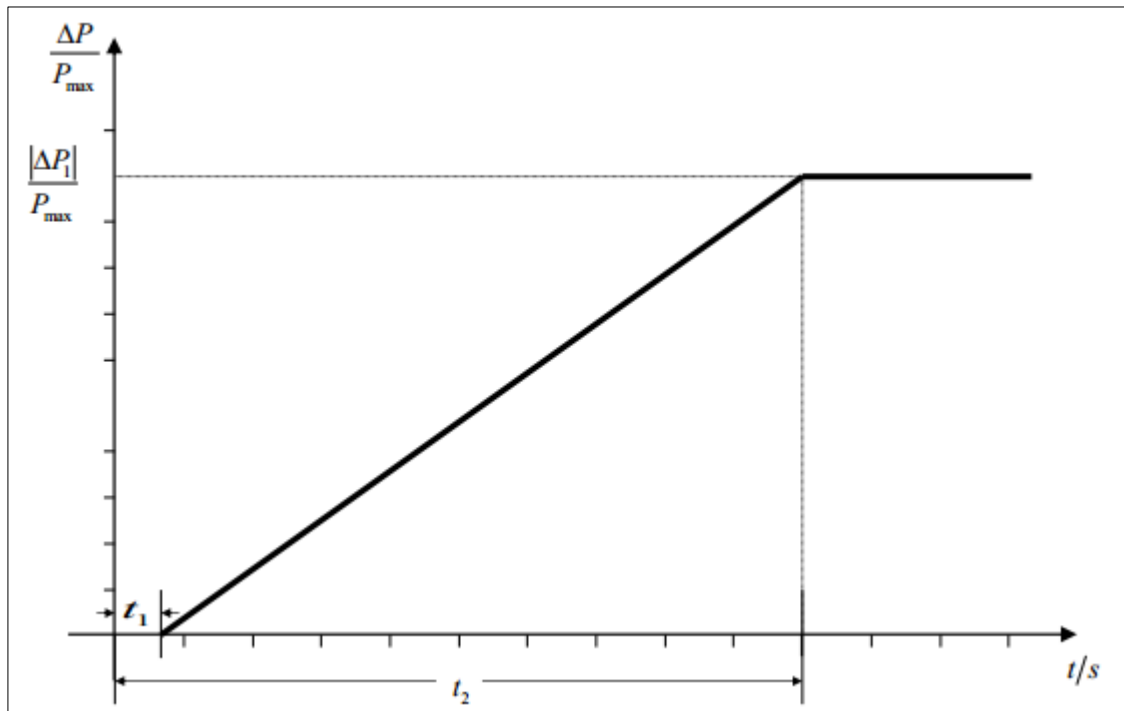
- 4.6 Heimiluð aflminnkun frá hámarki skal:
- a) Skilgreina þau umhverfisskilyrði sem við eiga; og

Netmáli	Tenging	
D1	7.6.2024	Útgáfa 3.0

- b) Taka tillit til tæknilegrar getu vinnslueiningar.
- 4.7 Vinnslueining í flokki D skal uppfylla eftirfarandi skilyrði varðandi stöðugleika tíðni:
- a) Stjórnbúnaður vinnslueiningar skal geta tekið við aflósgildi frá stjórnkerfi virkjunar, virkjunarsvæðis eða frá annarri stjórnstöð. Svörun stjórnbúnaðar vinnslueiningar við breytingu á utanaðkomandi aflósgildis skal vera án tímatafar. Vikmörk ósgildis skulu vera minni en 0,5%.
- b) Handvirk staðstýring er heimiluð við bilanir á fjarstýringu.
- c) Þegar tíðniháð virkni (FSM) er í gangi skal eftirfarandi gilda (uppsafnað) auk þess sem fram kemur í grein 4.3:
- (i) Vinnslueining skal vera fær um að veita aflháða tíðnisvörun í samræmi við þá stuðla sem koma fram í töflu 1 að höfðu samráði við Landsnet.
- (ii) Hægt þarf að vera að breyta óvirknisviði og hallatölu.
- (iii) Ef þrepbreyting verður í tíðni skal vinnslueining vera fær um að virkja aflháða tíðnisvörun við eða yfir línunni á mynd 4 og í samræmi við stuðlana í töflu 2 að höfðu samráði við Landsnet.

Tafla 1 Stuðlar fyrir aflháða tíðnisvörun.

Atriði		Gildissvið
Aflsvið í hlutfalli við hámarksafl	$\frac{ \Delta P_1 }{P_{\max}}$	1,5-10%
Mörk tíðnisvörunar	$ \Delta f_i $	10-30 mHz
	$\frac{ \Delta f_i }{f_n}$	0,02-0,06%
Óvirknisvið tíðnisvörunar		0-500m Hz
Hallatala		2-12%



Mynd 4 Mörk á getu við aflháð tíðnisvörun (mynd frá European Commission: „Network code on requirements for grid connection of generators“)

(iv) Virkni aflháðrar tíðnisvörunar skal vera hraðvirk.

Ef seinkun er meiri en 1 sekúnda við að virkja aflháða tíðnisvörun skal eigandi vinnslueiningar rökstyðja þörf fyrir lengri tíma með tæknilegum gögnum.

Fyrir vinnslueiningar án tregðuvægis getur Landsnet ákveðið styttri seinkun en 1 sekúndu. Ef eigandi vinnslueiningar getur ekki uppfyllt þær kröfur skal hann rökstyðja þörf fyrir lengri tíma með tæknilegum gögnum.

(v) Vinnslueining skal vera fær um að veita fulla aflháða tíðnisvörun í 30 mínútur.

(vi) Með tímamörkunum sem sett eru í grein 4.7 c) (v) má aflstýring ekki hafa nein skaðleg áhrif á tíðnisvörun vinnslueiningar.

d) Við rauntímavöktun á tíðniháðri virkni (FSM) gildir:

(i) Samskiptabúnaður vinnslueiningar skal vera fær um að senda stjórnstöð Landsnets að þeirra beiðni að lágmarki eftirfarandi merki:

- Stöðu á FSM (virk/óvirk).
- Óskgildi aflvinnslu.
- Raungildi aflvinnslu.
- Raungildi stuðla fyrir aflháða tíðnisvörun.
- Hallatölu og óvirknisvið.

(ii) Landsnet getur skilgreint frekari merki sem vinnsluaðili þarf að senda svo fylgjast megi með rekstri vinnslueininga og sannreyna virkni aflháðrar tíðnisvörunar.

Netmáli	Tenging	
D1	7.6.2024	Útgáfa 3.0

Tafla 2 Stuðlar fyrir virkni aflháðrar tíðnisvörunar við þrepbreytingu í tíðni.

Stuðull		Gildissvið
Aflsvið í hlutfalli við hámarksafl	$\frac{ \Delta P_1 }{P_{\max}}$	1,5-10%
Fyrir vinnslueiningar með tregðuvægi (inertia), hámarks tímaseinkun t_1 í samæmi við grein 4.7 c) (iv)		1 sekúnda
Fyrir vinnslueiningar án tregðuvægis (inertia), hámarks tímaseinkun t_1 í samæmi við grein 4.7 c) (iv)		LN getur skilgreint þrengri mörk en 1 sek
Hámarks leyfilegur virknitími, t_2		30 sekúndur

4.8 Vinnslueiningar í flokki D skulu uppfylla eftirfarandi varðandi stöðugleika spennu.

a) Spennusvið:

(i) Í samræmi við grein 4.9 skal vinnslueining vera fær um að haldast tengd við raforkukerfið og vinna við spennusvið (í pu einingu) í tengipunkti og tímalengd sbr. eftirfarandi:

- 0,90 pu-1,05 pu í ótakmarkaðan tíma
- 1,05 pu-1,10 pu í 60 mínútur

(ii) Ef samtímis er um að ræða yfirspennu og undirtíðni eða undirspennu og yfirtíðni getur Landsnet ákveðið styttri tíma sem vinnslueining þarf að haldast tengd við flutningskerfið.

b) Landsnet og eigandi vinnslueiningar geta samið um breiðara spennusvið eða lengri tíma. Ef slíkt er talið hagkvæmt og tæknilega framkvæmanlegt skal eigandi vinnslueiningar ekki standa í vegi fyrir slíku samkomulagi.

c) Í samræmi við atriði a) hefur Landsnet rétt til að skilgreina við hvaða spennu í tengipunkti vinnslueining er fær um að aftengjast flutningskerfinu sjálfvirkt. Landsnet og eigandi vinnslueingar skulu semja um skilyrði og forsendur sjálfvirkar frátengingar.

4.9 Vinnslueining skal vera áreiðanleg og uppfylla eftirfarandi skilyrði:

a) Standa af sér bilun í raforkukerfinu í samræmi við eftirfarandi:

(i) Vinnslueining skal í bilanatilviki haldast tengd við raforkukerfið og í stöðugum rekstri ef spennan í tengipunkti sem fall af tíma er ofan þeirra marka sem fram koma á mynd 5.

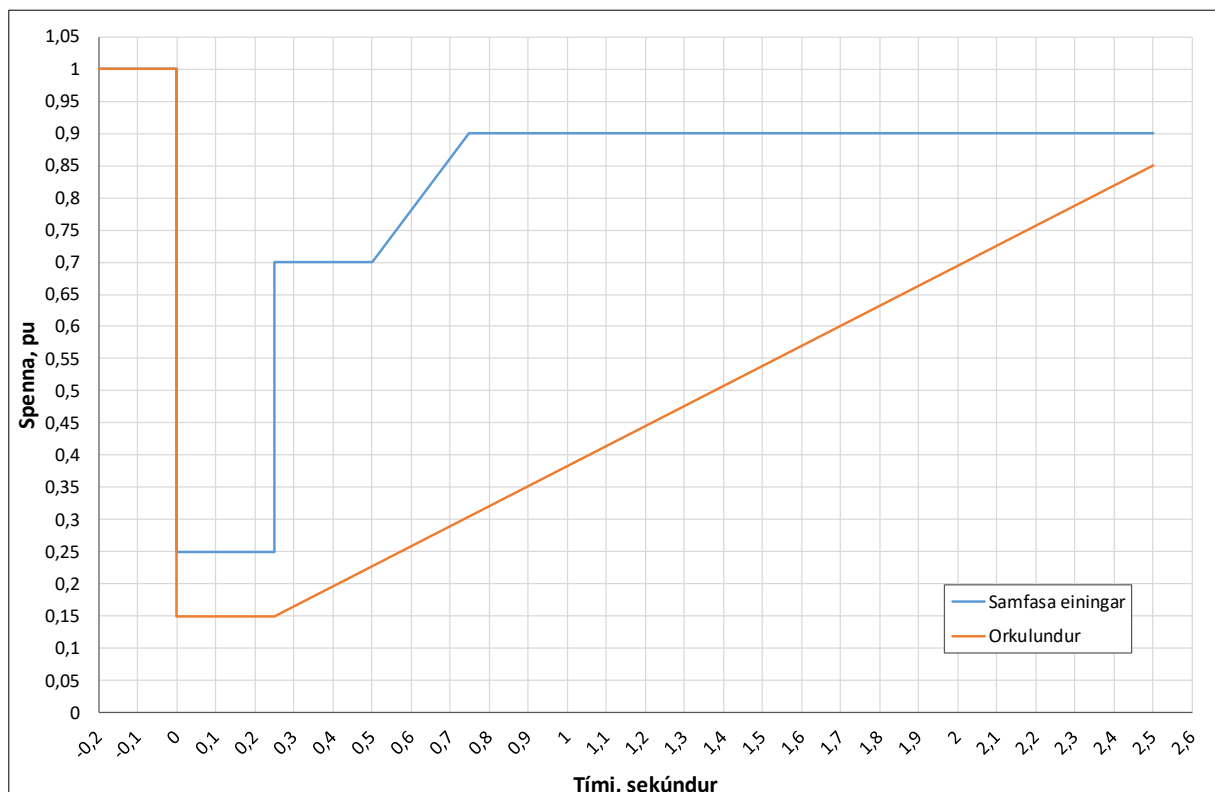
(ii) Spennulínuritið sýnir neðri mörk spennu milli fasa í tengipunkti við og eftir jafnlæga bilun í flutningskerfinu.

(iii) Vinnslueining skal geta verið tengd flutningskerfinu og unnið áfram við jafnlæga bilun ef spennan á milli fasa í tengipunkti er yfir mörkunum sem sýnd eru á mynd 5 nema ef varnabúnaður vinnslueiningar kalli á frátengingu hennar frá netinu vegna

Netmáli	Tenging	
D1	7.6.2024	Útgáfa 3.0

innri bilunar. Varnarbúnaður vinnslueiningar má þó ekki hindra að vinnslueining geti staðið af sér fyrrgreindar bilanir.

- (iv) Að teknu tilliti til greinar 4.9 (iii) skal undirspennuvörn vinnslueiningar ná yfir eins vítt svið og kostur er í samræmi við getu vinnslueiningarinnar nema Landsnet geri kröfu um að sviðið sé sett þrengra í samræmi við grein 4.10. Eigandi vinnslueiningar skal réttlæta stillingu út frá þessu skilyrði.



Mynd 5 Spenna í tengipunkti við bilun sem vinnslueining þarf að geta staðið af sér og haldist í stöðugum rekstri, skilyrði Landsnets.

Fyrir vinnslueiningar í flokki D gildir enn fremur eftirfarandi:

- Ef upp koma aflsveiflur skal vinnslueining haldast stöðug í sérhverjum vinnslupunkti á P-Q riti yfir vinnslugetu.
- Að teknu tilliti til greina 4.5 og 4.6 skal vinnslueining vera fær um að haldast tengd við flutningskerfið og án skerðingar í vinnslu svo lengi sem spenna og tíðni eru innan þeirra marka sem eru skilgreind í þessum netmála.
- Vinnslueining skal vera fær um að haldast tengd við flutningskerfið við ein- og þriggja fasa sjálfvirka endurlökun á línunum í möskvuðu kerfi. Nákvæm útfærsla skal vera háð samræmingu og samkomulagi um varnarkerfi og stillingu þess í samræmi við grein 4.10 b).

4.10 Vinnslueining skal uppfylla eftirfarandi kröfur um rekstur:

- Stýring vinnslueininga og gildi stuðla:

Netmáli	Tenging	
D1	7.6.2024	Útgáfa 3.0

- (i) Stillingar og virkni eininga stjórnbúnaðar vinnslueiningar, sem nauðsynlegar eru vegna stöðugleika flutningskerfisins og viðbragðs í neyðartilvikum skulu samræmd í samráði flutningsfyrirtækisins og eiganda vinnslueiningarinnar.
 - (ii) Allar breytingar á stjórnbúnaði sbr. lið 4.10 a) (i) skulu gerðar í samráði við Landsnet.
- b) Varnarbúnaður:
- (i) Flutningskerfi Landsnets er bein-jarðað kerfi og er varnarkefi Landsnets miðað út frá því. Því er gerð sú krafa að allur búnaður viðskiptavina sem tengist flutningskerfinu hafi jarðaðan stjórnupunkt þeim megin er tengist kerfi Landsnets.
 - (ii) Landsnet skilgreinir varnarbúnað og stillingu hans til að tryggja rekstur flutningskerfisins að teknu tilliti til eiginleika vinnslueiningar. Landsnet og eigandi vinnslueiningar skulu samræma varnarbúnað vinnslueiningar við búnað flutningskerfisins og skal vera skv. samkomulagi milli Landsnets og eiganda vinnslueiningar.
 - (iii) Varnarbúnaður vinnslueiningar skal hafa forgang yfir stjórnbúnað, að teknu tilliti öryggis kerfisins og heilsu og öryggis fólks, auk þess að takmarka tjón á vinnslueiningu.
 - (iv) Allar breytingar á varnarbúnaði, sem fram koma í lið (ii), skulu háðar samþykki Landsnets.
- c) Varnarbúnaður vinnslueininga:
- (i) Gerð er krafa um að við bilanir í vinnslueiningu verði einingin leyst frá neti til að takmarka áhrif bilunarinnar á flutningskerfið.
 - (ii) Verði skammhlaup í vinnslueiningu ber að leysa eininguna frá neti á skemmri tíma en 100 msek.
 - (iii) Þann hluta skammhlaupsstraums sem kemur frá vinnslueiningu skal frátengja eins fljótt og kostur er og í síðasta lagi innan 400 ms.
- d) Eigandi vinnslueiningar skal skipuleggja varnar-og stjórnbúnað í samræmi við eftirfarandi forgangsörðun (listi frá mesta forgangi til minnsta):
- (i) Vernd flutningskerfis og vinnslueiningar.
 - (ii) „Tilbúin“ tregða (synthetic inertia) ef við á.
 - (iii) Tíðnistýring.
 - (iv) Takmarkanir í afli.
 - (v) Takmarkanir á hraða breytinga í afli.
- e) Upplýsingagjöf:
- (i) Vinnslueining skal vera fær um að eiga rauntímasamskipti við Landsnet í samræmi við þá staðla sem Landsnet notar hverju sinni.
 - (ii) Landsnet skilgreinir hvaða upplýsingar þurfa að berast á milli vinnslueiningar og Landsnets (merkjaskapalón Landsnets).
- 4.11 Vinnslueining skal uppfylla eftirfarandi þætti við uppbyggingu kerfisins eftir truflun:
- a) Endurræsing án rafmagns frá flutningskerfi:

Netmáli	Tenging	
D1	7.6.2024	Útgáfa 3.0

- (i) Hægt skal vera að endurræsa vinnslueiningar án rafmagns frá flutningskerfinu innan tímamarka sem Landsnet ákveður.
 - (ii) Hægt skal vera að samfasa vinnslueiningu við flutningskerfið á því tíðnisviði sem fram kemur í grein 4.1 a) og á því spennusviði sem kemur fram í grein 5.2.
 - (iii) Vinnslueining skal vera fær um að regla sjálfvirkt spennufall sem stafar af tengingu álags.
 - (iv) Vinnslueining skal vera fær um eftirfarandi:
 - Að mæta tengingu álags í blokkum.
 - Stýra tíðni við yfir- eða undirtíðni frá lágmarks stýranlegu afli upp í hámarksafi og einnig fyrir eigin notkun.
 - Samsíða rekstur nokkurra vinnslueininga í eyjarekstri.
 - Sjálfvirka stýringu spennu við uppbyggingu kerfisins.
- b) Færni vinnslueiningar við að taka þátt í eyjarekstri:
- (i) Vinnslueining skal vera fær um að taka þátt í eyjarekstri að kröfu Landsnets.
 - Tíðnisvið við eyjarekstur er það sama og fram kemur í grein 4.1 a).
 - Spennusvið skal vera í samræmi við grein 4.9 og 5.2 eins og við á.
 - (ii) Vinnslueining skal vera fær um tíðniháða virkni (FSM) við eyjarekstur eins og fram kemur í grein 4.7 c).

Ef ofgnótt er af orku skal vinnslueining vera fær um að minnka aflvinnslu í samræmi við P-Q rit fyrir eininguna. Einnig skal hún vera fær um að minnka aflvinnsluna eins mikið mögulegt er og að minnsta kosti niður í 55% af hámarksgetu.
 - (iii) Aðferð sem notuð er við að meta hvort kerfið fari úr samtengdum rekstri yfir í eyjarekstur skal byggja á samkomulagi milli vinnslufyrirtækis og Landsnets. Slíkt samkomulag á ekki eingöngu að byggja á stöðumerkjum frá rofum Landsnets.
- c) Samfösun að nýju við flutningskerfið:
- (i) Þegar vinnslueining er ræst skal hún ekki samfösuð við kerfið nema fyrir liggi heimild frá Landsneti.
 - (ii) Vinnslueining skal búin nauðsynlegum samfösunarbúnaði.
 - (iii) Samfösun vinnslueiningar við raforkukerfið skal möguleg ef tíðni er innan þeirra marka sem fram koma í grein 4.1.
 - (iv) Landsnet og eigandi vinnslueiningar skulu komast að samkomulagi um stillingar samfösunarbúnaðar áður en vinnslueining hefur rekstur. Samkomulagið skal taka til:
 - Spennu.
 - Tíðni.
 - Fasviks.
 - Fasaröðunar.
 - Frávika í spennu og tíðni.

Netmáli	Tenging	
D1	7.6.2024	Útgáfa 3.0

- (v) Ef vinnslueining aftengist frá flutningskerfinu skal vera hægt að samfasa hana hratt við kerfið að nýju í samræmi við stefnu Landsnets og vinnsluaðila um varnir kerfisins við truflun.
- (vi) Vinnslueining sem þarf lengri tíma en 15 mínútur fyrir samfösun við kerfið að nýju eftir að hún hefur frátengst því þarf að vera hönnuð þannig að hún haldist í rekstri og anní eigin notkun óháð því í hvaða stöðu hún var í skv. P-Q ferli einingarinnar. Í þessu tilviki ræðst það ekki bara af stöðumerkjum frá rofum Landsnets hvort stöð sé einungis að þjóna eigin notkun.
- (vii) Vinnslueining skal vera fær um áframhaldandi rekstur fyrir eigin notkun eftir truflun óháð því hvort einhverjar aukatengingar við flutningskerfið eru til staðar. Landsnet mun gefa upp lágmarks rekstrartíma að teknu tilliti til eiginleika orkugjafans sem notaður er.

4.12 Vinnslueining í flokki D skal uppfylla eftirfarandi almenn skilyrði varðandi rekstur:

- a) Ef vinnslueining fer úr fasa við raforkukerfið eða verður ekki stýranleg skal hún vera fær um að aftengjast sjálfkrafa frá flutningskerfinu. Vinnslueiningin skal leysa frá flutningskerfinu á innan við 200 ms.
- b) Mælibúnaður:
 - (i) Vinnslueining skal hafa hafa búnað til truflanaskráningar og til að fylgjast með kvikri hegðun eftirfarandi þátta:
 - Spennu
 - Raunafli
 - Launafli
 - Tíðni
 Landsnet getur skilgreint gæðastuðla sem á að fylgja.
 - (ii) Stilling búnaðar til truflanaskráningar, þar meðtalið hvenær skráning hefst og upplausn (söfnunartíðni), skal byggja á samkomulagi milli Landsnets og eiganda vinnslueiningar.
 - (iv) Mælibúnaður til skráningar við bilanir og til að fylgjast með kvikri hegðun skal hafa gögn aðgengileg fyrir eiganda vinnslueiningar og Landsnet. Staðall fyrir gagnasendingar skal vera samkvæmt samkomulagi milli Landsnets og eiganda vinnslueiningar.
- c) Rekstrarhermanir:
 - (i) Að beiðni Landsnets skal eigandi vinnslueiningar afhenda hermilíkan af vinnslueiningunni sem lýsir vel hegðun hennar bæði við stöðugan og kvikan rekstur (50 Hz þáttur) eða við svipula hermun. Eigandi vinnslueiningar skal tryggja að líkönin hafi verið sannreynd við niðurstöður prófana og tilkynna skal um niðurstöður til Landsnets.
 - (ii) Hermilíkan sem fæst frá eiganda fyrir vinnslueiningu skal hafa eftirfarandi undirlíkon eftir því sem við á:
 - Rafali og hverfill (alternator and prime mover).
 - Hraða- og aflstýring.
 - Spennustýring og þar meðtalið rounarbúnaður (PSS) og segulmögnunar-búnaður.
 - Varnarbúnað vinnslueiningar í samræmi við samkomulag milli Landsnets og eiganda vinnslueiningar.
 - Af- og áriðlun fyrir orkulund.

Netmáli	Tenging	
D1	7.6.2024	Útgáfa 3.0

(iii) Í beiðni Landsnets sbr. atriði (i) skal eftirfarandi koma fram:

- Á hvaða formi líkan á að vera
- Gögn sem fylgja skulu líkaninu um uppbyggingu þess og skýringarmyndir.
- Upplýsingar um lágmarks- og hámarks skammhlaupsafi í tengipunkti í MVA.

(iv) Að beiðni Landsnets skal eigandi vinnslueiningar afhenda skráningar frá vinnslueiningu til að bera megí saman niðurstöður hermana við raunverulegan rekstur.

- d) Ef Landsnet telur nauðsynlegt að setja upp búnað vegna reksturs og öryggis kerfisins skal slíkt skoðað með eiganda vinnslueiningar til að komast að sameiginlegri niðurstöðu.
- e) Landsnet setur skilyrði um lágmarks- og hámarks hraða aflbreytinga fyrir vinnslueiningu að teknu tilliti til þeirra tækni sem orkuöflunin byggir á.
- f) Jarðtenging núllpunkts á flutningsshlið vélaspennis skal uppfylla kröfur Landsnets.

5. Skilyrði fyrir samfasa vinnslueiningu

5.1 Samfasa vinnslueiningar skulu uppfylla skilyrði í kafla 4.

5.2 Samfasa vinnslueiningar skulu uppfylla eftirfarandi viðbótar skilyrði varðandi stöðugleika spennu:

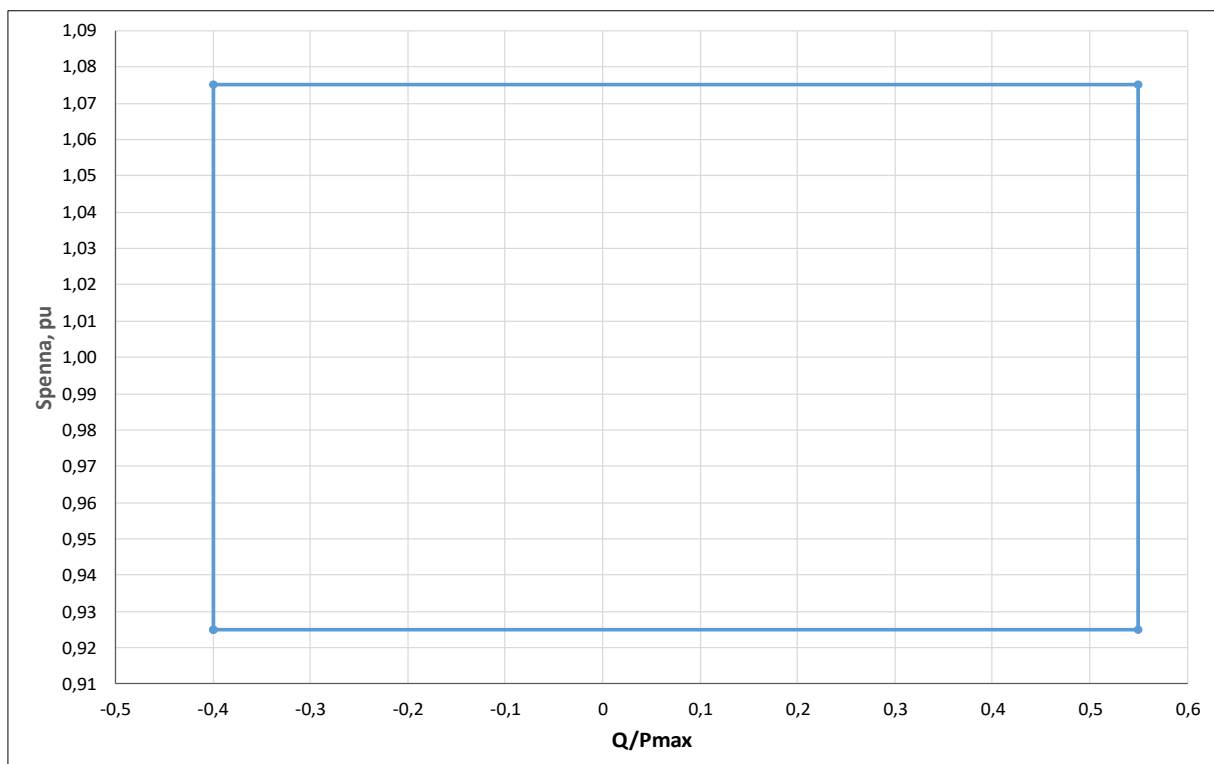
- a) Landsnet getur skilgreint getu sem samfasa vinnslueining skal hafa varðandi vinnslugetu launafls.
- b) Samfasa vinnslueining skal hafa sjálfvirkan segulmögnunarbúnað sem getur skilað stöðugri spennu frá rafala skv. völdu óskgildi án óstöðugleika yfir allt rekstrarsvið vinnslueiningarinnar.

Fyrir samfasa vinnslueiningu í flokki D gildir enn fremur eftirfarandi:

- c) Landsnet getur skilgreint viðbótar launaflsgetu til að jafna út launafl vegna tengingar við flutningskerfið. Þetta getur átt við þar sem tengipunktur við flutningskerfið er ekki á tengingu við spennu eða á útgangi rafla ef vinnslueining er ekki með spennu.
- d) Vinnslueining skal geta sinnt launaflsvinnslu við hámarksvinnslu innan þeirra marka sem fram koma á mynd 6.
 - (i) Samfasa vinnslueining skal vera fær um að færa sig innan $U-Q/P_{\max}$ sviðsins innan hóflegs tíma að ósk Landsnets.
- e) Ef vinnslueining er með minni vinnslu en hámarksvinnslu skal hún geta unnið í öllum punktum P-Q rits rafalans að minnsta kosti niður í lágmark fyrir stöðuga vinnslu. Þrátt fyrir takmarkaða raunaflsvinnslu skal launaflsvinnslan í tengipunkti samræmast að fullu P-Q geturiti raflala að teknu tilliti til tapa í spennu.
- f) Stuðlar og stillingar þátta í spennustýringu vinnslueiningar skulu vera skv. samkomulagi milli eiganda vinnslueiningar og Landsnets.
- g) Vinnslueining skal hafa sjálfvirka spennureglun (AVR-reglun). Samkomulagið skv. a) lið skal ná til hegðunar sjálfvirs spennureglis (AVR) varðandi stöðuga og svipula spennu og skilgreiningar og hegðun segulmögnunarbúnaðar. Seinna atriðið skal innifela:
 - (i) Takmörkun á bandvídd útmerkis til að tryggja að hæsta tíðni svörunar valdi ekki snúningssveiflum í öðrum vinnslueiningum tengdum netinu.

- (ii) Takmörkun á undirsegulmögnun til að varna því að sjálfvirki spennureglirinn lækki segulmögnunina svo mikið að hætta verði á að vélin detti úr fasa við netið.
- (iii) Takmörkun á yfirsegulmögnun til að tryggja að segulmögnun geti náð hámarksgildi samhliða því sem vinnslueiningin sé rekin innan hönnunarmarka sinna.
- (iv) Takmörkun á straumi í sátri.
- (v) Róunarbúnað (PSS) til að takmarka aflsveiflur.

5.3 Landsnet og eigandi vinnslueiningar í flokki D skulu semja um tæknilega getu vinnslueiningar til að styðja við stöðugleika kerfisins við truflanir.



Mynd 6 $U-Q/P_{\max}$ svið fyrir samfasa einingar. Vinnslueiningar eiga að vera færar um að vinna innan ferhyrningsins á myndinni.

6. Skilyrði fyrir orkulundi

- 6.1 Orkulundir skulu uppfylla skilyrði í kafla 4.
- 6.2 Orkulundir skulu uppfylla eftirfarandi skilyrði varðandi stöðugleika tíðni:
 - a) Landsnet getur krafist þess að orkulundur geti veitt tilbúið tregðuvægi (eða sýndartregðuvægi) (synthetic inertia) við mjög hraðar tíðnibreytingar.
 - b) Landsnet skilgreinir rekstrargrunn stjórnkerfis fyrir sýndartregðuvægi og hegðun þess.
- 6.3 Orkulundir skulu uppfylla eftirfarandi viðbótar skilyrði varðandi stöðugleika spennu:
 - a) Landsnet getur krafist þess að orkulundur sé fær um að hafa hraða svörun við bilunarstraum við þriggja fasa skammhlaup að gefnum eftirfarandi skilyrðum:
 - (i) Orkulundur skal vera fær um að virkja hraða svörun við bilunarstraumi annað hvort með:

Netmáli	Tenging	
D1	7.6.2024	Útgáfa 3.0

- Að tryggja framboð á svipulum bilunarstraum í tengipunkti eða
- með því að meta spennufrávik hjá einstökum einingum orkulunds og virkja þær til að gefa svipulan bilunarstraum.

(ii) Landsnet mun skilgreina eftirfarandi:

- Hvernig og hvenær spennufrávik sé ákvarðað og einnig lok spennufrávíks.
- Einkenni svipuls bilunarstraums, þar meðtalið tímasviðið til að mæla spennufrávik og hraðan bilanastraum.

b) Hvað varðar framboð á svipulum bilunarstraum við ójafnlæga bilun (ein- eða tveggja fasa bilun) getur Landsnet gert kröfu um ójafnlægan straum frá orkulundi.

Fyrir orkulundi í flokki D gildir enn fremur eftirfarandi:

c) Landsnet getur skilgreint viðbótar launaflsgetu til jafna út launafl vegna tengingar við flutningskerfið. Þetta getur átt við þar sem tengipunktur við flutningskerfið er ekki á tengingu við spennu eða í safnpunkti orkulundar ef ekki er spennir þar.

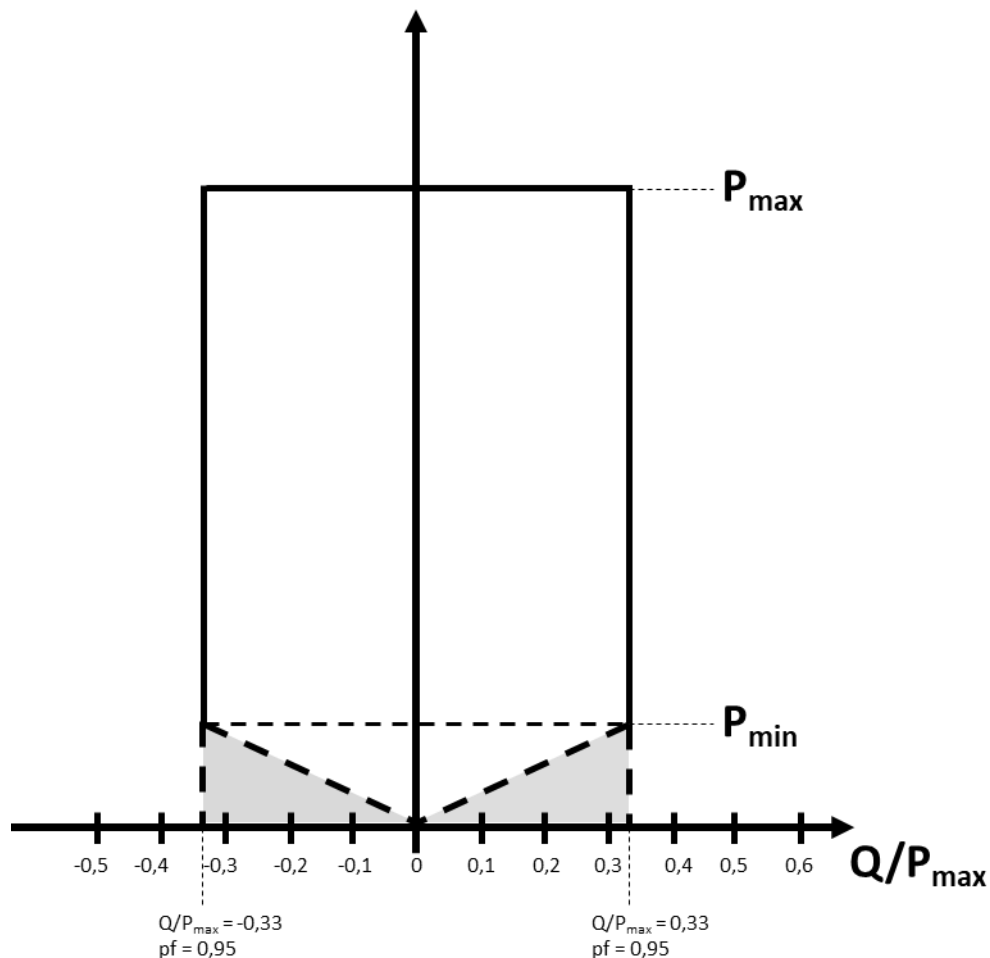
d) Varðandi launaflsgetu orkulundar gildir eftirfarandi:

- Orkulundur skal geta sinnt launaflsvinnslu við hámarksvinnslu innan þeirra marka sem fram koma á mynd 7. Ef vindlundur tengist meginflutningskerfinu í tengivirki þar sem vatnsaflsvirkjun tengist einnig inn á kerfið og vatnsaflsvirkjunin er að minnsta kosti tvöfalt stærri en vindlundurinn er Landsneti heimilt að víkja frá þessu skilyrði. Slíkt verður þó einungis heimilað ef ekki eru fyrirsjáanleg spennuvandamál á svæðinu til lengri tíma litið. Ætíð skal orkulundur þó getað framléitt og notað launafl með aflstuðli á öllu sviðinu 0,95 til 1,0 miðað við málafli.
- Ef allar einingar orkulundar eru tiltækar skal orkulundur geta unnið innan skilgreindra marka, sbr. mynd 7. Ef einhverjar einingar eru ótiltækar vegna viðhalds eða bilana getur launaflsgeta verið samsvarandi minni.
- Orkulundur skal vera fær um að fara í hvaða punkt $P-Q/P_{\max}$ ritsins að beiðni Landsnets innan ásættanlegs tíma.

e) Eftirfarandi gildir um launaflsstýringu:

- Orkulundur skal vera fær um að afhenda launafl sjálfvirk í spennureglunarham en að höfðu samráði við Landsnet í launaflsreglunarham eða aflstuðulsreglunarham.
- Í spennureglunarham skal orkulundur vera fær um að taka þátt í spennustýringu með launaflsvinnslu við spennu frá 0,95 til 1,05 pu í ekki stærri spennuþrepum en 0,01 pu með halla að minnsta kosti 2 til 7% í launaflsþrepum ekki stærri en 0,5%. Launaflsvinnslan skal vera 0 þegar spennan í tengipunkti er jöfn óskgildi.
- Reglunin getur verið með eða án óvirknisviði sem getur verið frá 0 til +/-5% af nafnspennu og í ekki stærri þrepum en 0,5%.
- Við þrephækkun í spennu skal orkulundur ná 90% af breytingu í launaflsvinnslu á ekki lengri tíma en 1 sekúndum og þarf að hafa náð skilgreindu gildi á innan við 15 sekúndum með innan við 5% vikmörk.

Netmáli	Tenging	
D1	7.6.2024	Útgáfa 3.0



Mynd 7 P - $Q/P_{\max}$ svið fyrir orkulundi. Orkulundir eiga að vera færir um að vinna innan ferhyrningsins á myndinni.

- (v) Í launaflsreglunarham skal orkulundur vera fær um að staðsetja sig hvar sem er á vinnslusviðinu skv. grein 6.3 c) og d) í þrepum sem ekki eru stærri en 5 MVar eða 5% af fullri launaflsvinnslu (minna gildið ræður). Stýring launafls á því að vera innan ± 5 MVar eða $\pm 5\%$ af fullri launaflsvinnslu.
- (vi) Í aflstuðulsreglunarham skal orkulundur vera fær um að stýra aflstuðlinum í tengipunkti innan launaflssviðsins sbr. grein 6.3 c) og d) í þrepum sem ekki eru stærri en 0,01. Landsnet skilgreinir hvaða aflstuðli skal stefna að og vikið í % eða MVA innan gefinna tímamarka þegar um er að ræða skyndilega breytingu aflvinnslu.
- (vii) Landsnet í samvinnu við eiganda orkulundar skal ákveða hvaða reglunarhamur skuli gilda fyrir orkulund. Einnig skal Landsnet setja fram hvaða tækja er þörf svo fjarstýra megi óskgildi.
- f) Landsnet skal ákvarða hvort raunafls- eða launaflsvinnsla hafi forgang við truflun þegar þörf er á getu til að standa af sér truflun. Ef forgangur er gefinn raunaflsvinnslu skal það liggja fyrir innan við 150 ms eftir að truflun átti sér stað.

Netmáli	Tenging	
D1	7.6.2024	Útgáfa 3.0

- g) Orkulundur skal geta tekið þátt í dempun aflsveiflna óski Landsnet þess. Spennu- og launaflsreglun orkulundar má ekki hafa neikvæð áhrif á demun aflsveiflna.
- 6.4 Orkulundur í flokki D skal vera áreiðanlegur í rekstri og uppfylla eftirfarandi skilyrði:
- a) Landsnet mun skilgreina aflgetu eftir bilun sem orkulundur skal vera fær um að veita og þar með talið eftirfarandi:
- (i) Hvenær uppbygging afls eftir bilun hefst, byggt á spennuskilyrðum.
 - (ii) Hámarkstími sem er leyfður fyrir uppbyggingu afls.
 - (iii) Stærð og nákvæmni við uppbyggingu afls.
- b) Skilgreiningar skulu vera í samræmi við eftirfarandi:
- (i) Forgangur milli krafna um svipulan bilunarstraum sbr. grein 6.3 a) og b) og uppbyggingu afls.
 - (ii) Samhengi milli tíma sem tekur aflvinnslu að ná sér og lengdar spennufráviks.
 - (iii) Mörk á hve langan tíma má taka að koma aflvinnslu upp að nýju.
 - (iv) Að fullnægjandi tengsl séu á milli uppbyggingar spennu og lágmarks uppbyggingar afls.
 - (v) Fullnægjandi dempunar aflsveiflna.
- 7. Staðfesting á eiginleikum virkjunar**
- 7.1 Við undirbúning og hönnun virkjunar skal taka tillit til áhrifa hennar á raforkukerfið, bæði við eðlilegan rekstur og við truflanatilvik. Í þessu sambandi skal m.a. herma áhrif virkjunarinnar á kvika hegðun raforkukerfisins við rekstrartruflanir. Vinnslufyrirtækið skal útvega Landsneti nákvæmt líkan af viðkomandi virkjun og tengingu hennar við flutningskerfið samkvæmt nánari óskum Landsnets.
- 7.2 Landsneti er heimilt fylgjast með prófunum vinnslueiningar og einnig að framkvæma prófanir síðar eða kalla eftir frekari gögnum svo sannreyna megj að kröfur þessa skilmála varðandi eiginleika vinnslueiningar séu uppfylltir.
- 8. Ábyrgð**
- 8.1 Ákvæði almennra skilmála um flutning raforku og kerfisstjórnun (nr. A1) varðandi ábyrgð skulu einnig gilda um tæknilegar kröfur til vinnslueininga.
- 9. Óviðráðanleg öfl**
- 9.1 Ákvæði almennra skilmála um flutning raforku og kerfisstjórnun (nr. A1) varðandi óviðráðanleg öfl skulu einnig gilda um tæknilegar kröfur til vinnslueininga.
- 10. Brot á skilmálum**
- 10.1 Heimilt er að óska eftir því að Orkustofnun aðhafist á grundvelli VII. kafla raforkulaga ef brotið er gegn skilmálum þessum.
- 11. Eftirlit og úrræði**
- 11.1 Orkustofnun hefur eftirlit með því að fyrirtæki sem starfa á grundvelli raforkulaga nr. 65/2003 ásamt síðari breytingum fullnægi þeim skilyrðum sem um starfsemina gilda samkvæmt lögum, reglugerðum og skilmálum þessum.

Netmáli	Tenging	
D1	7.6.2024	Útgáfa 3.0

- 11.2 Komi upp ágreiningur um framkvæmd eða túlkun ákvæða þessara skilmála skal, í þeim tilvikum þar sem Orkustofnun hefur úrskurðarvald á grundvelli VII. kafla raforkulaga, leita úrlausnar stofnunarinnar og úrskurðarnefndar raforkumála þar sem það á við. Heyri úrlausn ágreinings ekki undir Orkustofnun má vísa málinu til úrlausnar Héraðsdóms Reykjavíkur.

Netmáli	Tenging	
D1	7.6.2024	Útgáfa 3.0

12. Tilvísanir

- 12.1 A.1 Almennir skilmálar um flutning rafmagns og kerfisstjórnun.
- 12.2 Yfirlit yfir kröfur til mismunandi flokka vinnslueininga

Netmáli	Tenging	
D1	7.6.2024	Útgáfa 3.0

Tilvísun 12.2

Yfirlit yfir kröfur til mismunandi flokka vinnslueininga

Flokkur Landsnets (skilgreining 2.29 og 2.30)		B	D
4. Almenn skilyrði fyrir vinnslueiningar			
4.1		x	x
4.2		x	x
4.3			x
4.4		x	x
4.5		x	x
4.6		x	x
4.7			x
4.8			x
4.9	a)	x	x
	b) - d)		x
4.10		x	x
4.11		x	x
4.12			x
5. Skilyrði fyrir samfasa vinnslueiningu			
5.1		x	x
5.2	a) - b)	x	x
	c) - g)		x
5.3			x
6. Skilyrði fyrir orkulundi			
6.1		x	x
6.2		x	x
6.3	a) - c)	x	x
	d) - g)		x
6.4			x

Aðrir kaflar sem ekki eru skilgreindir í töflunni hér að ofan eiga við um allar vinnslueiningar.